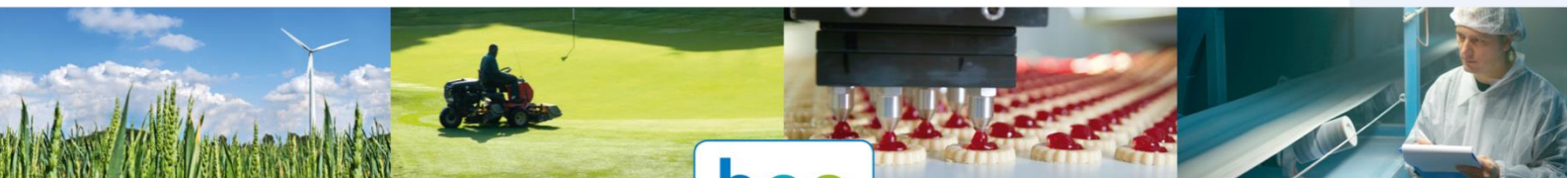


Natte landbouw Noord-Brabant

Verdienmodellen natte landbouw in Noord-Brabant



HAS Kennistransfer en Bedrijfsopleidingen
Onderwijsboulevard 221
Postbus 90108
5200 MA 's-Hertogenbosch
Telefoon: (088) 890 36 37

Documenttitel: Rommens_Kars_540200131_Vreugdenhil_Ronald_540169420_eindrapport

Projectcode: 20200092

Opdrachtgever: Frank van Lamoen, Provincie Noord-Brabant

Contactpersoon: Ellen Weerman

Projectleider: Wim de Bont

Projectteam: Kars Rommens
Ronald Vreugdenhil

Plaats: 's-Hertogenbosch

Datum: 10 juli 2020

Door het gebruik van geodata is de opdrachtgever gehouden aan het bij de gebruikte arcGIS geldende copyright.

Voorwoord

Voor u ligt het rapport wat het resultaat is van onderzoek naar financiële verdienmodellen van natte landbouw in Noord-Brabant. Geschreven door Kars Rommens en Ronald Vreugdenhil. Dit onderzoek is uitgevoerd voor de provincie Noord-Brabant en onder de paraplu van Carbon Connects. Natte teelten spelen namelijk een belangrijke rol bij klimaat adaptatie van de provincie. Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van de beroepsopdracht in het laatste leerjaar van de HAS Hogeschool. Het onderzoek is tot stand gekomen door informatie vanuit de provincie Noord-Brabant en externe bronnen te toetsen en te verifiëren. In dit rapport is vertrouwelijke informatie opgenomen, eenieder die inzicht krijgt in dit onderzoeksrapport dient hier vertrouwelijk mee om te gaan.

Het onderzoek is grotendeels uitgevoerd gedurende de 'corona crisis'. Het onderzoek startte op 3 februari en vanaf 15 maart traden er noodmaatregelen in werking die iedereen in Nederland beperkte in hun vrijheid. Het plan van aanpak kon hierdoor niet volledig gevolgd worden. Vooral de bezoeken aan praktijksituaties en geplande gesprekken met deskundigen moesten worden geannuleerd. Gelukkig heeft de betrouwbaarheid van het onderzoek niet geleden onder deze crisis. Wel hebben we de gesprekken en discussies met telers en deskundigen gemist. Deze gesprekken hadden ons kunnen helpen bij het interpreteren van de resultaten en het vormen van aanbevelingen.

Graag willen wij Ellen Weerman en Wim de Bont vanuit de HAS Hogeschool bedanken voor de begeleiding bij deze opdracht en de mogelijkheid om ons afstuderen door te zetten gedurende de corona crisis.

Kars Rommens en Ronald Vreugdenhil

26 juni 2020, 's-Hertogenbosch

Inhoudsopgave

Voorwoord	II
Samenvatting.....	V
Summary	VII
1 Inleiding.....	1
1.1 Aanleiding.....	1
1.2 Opdrachtgever.....	1
1.3 Doelstelling.....	1
1.4 Hoofdvraag.....	1
1.5 Onderzoeksvragen.....	1
1.6 Leeswijzer	2
2. Methode van onderzoek	2
3 Natte landbouw.....	5
3.1 Natte landbouw.....	5
3.2 De relevantie van natte teelten voor Noord-Brabant.....	6
3.2.1 Kroosvaren.....	7
3.2.2 Veenmos.....	9
3.2.3 Lisdodde	11
3.2.4 Riet.....	15
3.2.5 Olifantsgras.....	19
3.2.6 Cranberry.....	21
3.2.7 Wilg.....	22
3.2.8 Populier	24
3.2.9 Zachte berk.....	25
3.2.10 Zwarte Els	26
4. Groeivoorwaarden van de relevante natte teelten voor Noord-Brabant.....	28
4.1 Riet.....	28
4.2 Lisdodde	29
4.3 Wilg.....	32
4.4 Elzenbroekbos	34
5. Gebiedsverkenning.....	37
6. Constructed wetlands.....	41
7. Ecosysteemdiensten van natte landbouw	45
7.1 Waterzuivering	45

7.2 Waterberging.....	47
7.3 CO ₂ -opslag	49
7.4 Biodiversiteit.....	50
8 Algemeen meervoudig verdienmodel	52
8.1 Riet.....	52
8.2 Lisdodde	56
8.3 Wilg.....	59
8.4 Zwarte els	62
8.5 Keuzewijzer.....	68
9. Conclusie	69
10. Aanbeveling.....	70
11. Bibliografie.....	71
Bijlage I: Bedrijfsresultaat particuliere bosbedrijven.....	78
Bijlage II: Beheerkosten op basis van normkostenberekeningen uit 1998.....	79
Bijlage III: Standaardkostprijs riet.	80
Bijlage IV: Standaardkostprijs wilgengriend.....	82
Bijlage V: Standaardkostprijs vochtig bos met productie.	84
Bijlage VI: Oppervlakte oppervlaktewater Noord-Brabant.....	87
Bijlage VII: Potentie kaart voor ecologische verbindingen tussen natuur gebieden	88
Bijlage VIII: Interview Gert-Jan van Duinen.....	89
Bijlage IX: Interview Wessel de Gouw.....	91
Bijlage X: Interviews experts ter controle.	92

Samenvatting

In de toekomst zullen extreme natte en droge periodes steeds vaker voorkomen. Natte landbouw biedt kansen om de hier uitvoorkomende uitdagingen op het gebied van waterretentie te reguleren. Ook kan natte landbouw een uitkomst bieden aan het steeds erger vervuilde oppervlaktewater. Met het steeds vaker optreden van het beregeningsverbod wordt waterschaarste in droge periodes een steeds bekender fenomeen en groeit het draagvlak voor alternatieve vormen van landbouw en ingrijpende klimaatadaptatie strategieën.

Om in dit nieuwe klimaat water beter te kunnen beheren is er behoefte aan herinrichting van het landschap. In dit nieuwe landschap zullen bufferzones water opvangen in natte periodes en geleidelijk vrijgeven in droge periodes. De beste locaties voor deze bufferzones zijn vaak de beekdalen waar nu nog gewoon gangbare akkerbouw plaats vindt. Om te voorkomen dat alle percelen in een beekdal opgekocht moeten worden of dat agrarische ondernemers belemmerd worden door de hoge grondwaterstand wordt er gezocht naar een tussen oplossing. Een zo'n tussen oplossing is natte landbouw. Natte landbouw is landgebruik waarbij de teelt is ingericht op natte omstandigheden, hierbij staat het waterpeil boven of rond het maaiveld. Op deze manier kan de provincie water bufferen in beekdalen en kan de agrarische ondernemer door met de exploitatie van land.

Er is echter nog weinig bekend over verdienmodellen voor deze nieuwe teeltwijzen en gewassen wat het moeilijk maakt beleid te vormen. Om deze reden wil de provincie Noord-Brabant graag weten hoe een verdienmodel van geschikte natte teelten eruitziet. Om hier antwoord op te kunnen geven is de volgende probleemstelling geformuleerd: "Wat zijn mogelijke verdienmodellen van natte landbouw in de beekdalen en veengebieden van Noord-Brabant?" In dit onderzoek is deze probleemstelling beantwoord met behulp van desk- en fieldresearch.

In Noord-Brabant moeten de natte teelten, vanwege de omstandigheden, aan een aantal eisen voldoen. De teelt moet de mogelijkheid bieden veel water te kunnen bufferen, het water te kunnen zuiveren van nutriënten die uitspoelen vanuit de landbouw en een periode kunnen overleven waarin het waterpeil onder het maaiveld zakt. Op basis van deze voorwaarden is er gekozen om lisdodde, riet, wilg en zwarte els mee te nemen in het onderzoek naar verdienmodellen.

Om een selectie te maken van percelen/gebieden waar op de natte teelten overgestapt kan worden is er ook gekeken naar de specifieke groeivoorwaarden van lisdodde, riet, wilg en zwarte els. De belangrijkste groeivoorwaarden die uit dit onderzoek naar voren zijn gekomen zijn: waterpeil, waterkwaliteit, bodemstructuur en de beschikbaarheid van nutriënten. Bij zwarte els in het bijzonder beïnvloedt het waterpeil de bodem en beschikbaarheid van nutriënten sterk en is het erg belangrijk dat deze met goed beleid beheerd wordt. De wilg kan alleen in de winter water bufferen en voor lisdodde en riet geldt dat in de zomer het meeste water vastgehouden kan worden.

In theorie kan met behulp van een constructed wetland op elke plek een natte teelt gerealiseerd worden. Een constructed wetland zorgt ervoor dat het waterpeil boven het maaiveld kan staan en dat het waterpeil beheersbaar is. Dit soort waterparken zijn erg duur om te realiseren (€200.000/ha). Logischer zou zijn om een beekdal in zijn geheel geschikt te maken voor natte landbouw door een stuw aan het einde van de beek te plaatsen. Hiermee zijn de investeringskosten veel lager en hebben naast liggende percelen geen overlast van een hoge grondwaterstand.

Daarnaast zijn beekdalen ook interessant omdat deze in veel gevallen nog een veenlaag bezitten. De veenlaag verdwijnt langzaam wanneer de grondwaterstand laag wordt gehouden. Bij het oxidatie proces waardoor veen afbreekt komt CO₂ vrij. Deze CO₂-emissie wordt gestopt door het verhogen van het waterpeil, waardoor een natte teelt dus een CO₂-emissie reducerende werking heeft.

Om tot een verdienmodel te komen van de geselecteerde natte teelten is er niet alleen gekeken naar de opbrengst van een gewas, maar ook naar opbrengsten uit verschillende ecosysteemdiensten. Bij natte landbouw is er altijd een vorm van waterberging en hierdoor ook van waterzuivering doordat de gewassen nutriënten uit het water opnemen. Deze nutriënten worden dan weer afgevoerd doormiddel van het oogsten van de gewassen. Voor deze ecosysteemdiensten staat een financiële vergoeding vanuit het waterschap, omdat zij hierdoor worden ontlast. Natte teelten zorgen ook voor een verbeterde leefomgeving voor dier- en plantensoorten en ondersteunen daarmee de biodiversiteit. Biodiversiteit wordt gestimuleerd vanuit de overheid door middel van subsidies.

Uit dit onderzoek is gebleken dat lisdodde de meest kansrijke natte teelt is van dit moment. Met een opbrengst van €948,- per hectare steeg dit gewas boven riet uit welke een jaaropbrengst van €591,- heeft. De overige twee gewassen, wilg en zwarte els, hadden een negatief jaarsaldo, waardoor deze gewassen niet aantrekkelijk zijn voor landeigenaren. Ondanks de winstgevende opbrengsten van lisdodde en riet zijn deze natte teelten nog niet aantrekkelijk, omdat de investeringskosten hiervoor hoog zijn. Om natte landbouw in de toekomst nog rendabeler te maken is het van belang te zorgen voor opschaling. Door grotere eenheden kan de kostprijs worden verlaagd, omdat hierdoor de overschakeling eenvoudiger is en er geen rekening met naastliggende percelen hoeft worden te houden. Ook is het dan mogelijk om teeltwerkzaamheden te mechaniseren. Om grondeigenaren te kunnen overtuigen van het belang van natte landbouw is het belangrijk dat het waterschap en de provincie elkaar kunnen aanvullen.

Het is niet eenvoudig om zomaar over te stappen op natte landbouw. Daarom is het aan te bevelen voor een vervolgonderzoek om kansrijke beekdalen nader te onderzoeken. In dit vervolgonderzoek is het van belang dat het waterschap en de provincie samenwerken om samen een sterk beleid te vormen en om landeigenaren te overtuigen van natte landbouw. Een andere aanbeveling is om meer bekendheid te generen voor natte landbouw, hierdoor kunnen er steeds meer agrarische ondernemers interesse in natte landbouw krijgen en kan er eenvoudiger worden opgeschaald.

Een mogelijkheid zou kunnen zijn dat de investeringskosten voor de opstart van natte landbouw bijvoorbeeld vergoed worden door het waterschap wanneer de agrarisch ondernemer het land zelf exploiteert en de opbrengsten mag houden. In deze samenwerking hebben agrarische ondernemers een alternatief, wordt klimaatadaptatie gerealiseerd en wordt het waterschap ontlast in het onderhoud van waterretentie gebieden. Omdat uit het verdienmodel blijkt dat de geselecteerde natte teelten niet rendabel zijn op basis van de verkoop van biomassa moet er geïnvesteerd worden in een sterk beleid rondom vergoedingen voor ecosysteemdiensten en subsidies, zodat de agrarisch ondernemer hierop kan voorstaan. Een voorstel is om in dit beleid agrarische ondernemers, die met een of meerdere percelen meedoen met natte landbouw, gedurende een beregeningsverbod te ontzien. Dit kan een ondernemer motiveren om mee te doen. Hiermee kan er een tussenweg worden gevonden waar ondernemers en het waterschap voordelen uit kunnen halen.

Summary

Extreme wet and dry periods are becoming more common. Wet agriculture offers opportunities to regulate water, by buffering water in wet periods and releasing water in dry periods. Wet agriculture is also able to filter contaminated surface water. Due to the yearly irrigation ban, water scarcity is becoming a well-known phenomenon and support for alternative forms of agriculture and radical climate adaptation strategies is growing.

Climate change demands a different water management strategy, which creates a need to redesign the landscape of Brabant. The best locations for buffer zones are often valleys, where nowadays conventional arable farming still takes place. The best solution would be a collaboration between the waterboard and agricultural entrepreneurs. When agricultural entrepreneurs would make a transition to wet agriculture the land can stay their property and the waterboard is not forced to buy the land in order to store water.

However, little is yet known about revenue models for these new cultivation methods and crops, which makes it difficult to formulate policy. For this reason, the province of Brabant would like to know what a revenue model of suitable wet crops looks like. In order to answer this question, the following problem statement has been formulated: "What are possible revenue models of wet agriculture in the valleys and peat areas of Brabant?" In this research the question is answered with the help of desk and field research.

Due to the local circumstances, wet crops in Brabant must meet a number of requirements. The cultivation must offer the possibility to buffer a peak flow and to buffer water for a several weeks. The crop should also be able to purify the water from nutrients which leach from agricultural fields and the crop should be able to survive periods in which the water level drops below ground level. Based on these conditions, four crops have been selected, which are: Cattail, common reed, willow and black alder.

In order to make a selection of areas where the transition to wet agriculture can be made, the specific growing conditions of cattail, common reed, willow and black alder were also examined. The most important growing conditions that emerged from this research are water level, water quality, soil structure and the availability of nutrients. With black alder in particular, the water level strongly influences the soil and the availability of nutrients. The willow can only buffer water in winter and for cattail and common reed the maximum buffer capacity is during summer, but also in wintertime cattail and common reed allow water storage.

In theory, wet agriculture can be realized at any location using a constructed wetland. A constructed wetland ensures that the water level can be above ground level and that the water level is manageable. These types of water parks are very expensive to realize (€ 200,000 / ha). It would make more sense to make a valley entirely suitable for wet farming by placing a dam at the end of the stream. As a result, the investment costs would be much lower and there would be no need for discussion about the groundwater level with surrounding farmers.

In many cases, valleys in Brabant still have a peat layer. This peat layer slowly disappears when the groundwater level is kept low. CO₂ is released during the oxidation process through which peat breaks down. This CO₂ emission is stopped by increasing the groundwater level. In this way wet agriculture reduces current CO₂ emission from peatland.

In order to arrive at a revenue model for the selected crops, not only the yield of a crop was examined, but also the income by various ecosystem services. The ecosystem services are water storage, water filtration, support of biodiversity and reduction of CO₂ emission. The first two ecosystem services could receive financial compensation from the water board. Biodiversity is stimulated by the government by means of subsidies. Reduction of CO₂ emission is supported through the sale of carbon credits.

This research has shown that cattail is the most promising wet cultivation at the moment. With a profit of € 948 per hectare per year, cattail exceeded common reed, which has an annual profit of € 591 per hectare. The other two crops, willow and black alder, have a negative annual balance, making these crops unattractive to landowners. Despite the profitable yields of cattail and reed, these wet crops are not yet attractive, because the investment costs for a transition are high. In order to make wet agriculture even more profitable in the future, it is important to ensure upscaling. Larger units allow the cost price to be reduced, as this simplifies the transition but also eliminates the risks of too high groundwater levels at surrounding fields. It is then also possible to mechanize cultivation work. In order to convince landowners of the importance of wet agriculture, it is important that the water board and the province will complement each other.

Before asking agricultural entrepreneurs to make a transition to wet agriculture it is recommended to do a follow-up study first. In this study, promising valleys should be investigated more in detail to get clear what investments are needed and how much water can be stored in total during different seasons. In this follow-up study, it is important that the water board and the province work together in order to form a strong policy and convince landowners of wet agriculture. Another recommendation is to generate more awareness for wet agriculture, which can make agricultural entrepreneurs interested.

To make the transition attractive for agricultural entrepreneur's investment costs for the start-up of wet agriculture could be paid by the water board or province. In that situation the agricultural entrepreneur exploits the land himself and is allowed to keep the yields. In this collaboration, agricultural entrepreneurs can continue farming their land, climate adaptation is realized, and the water board is relieved from maintaining water retention areas.

Because the revenue model shows that the selected wet crops are not profitable by only of the sales of biomass, a strong policy needs to be formed regarding fees for ecosystem services and subsidies. An additional possibility is to spare agricultural entrepreneurs who participate in wet agriculture during an irrigation ban. This can motivate an entrepreneur to participate. Finally, challenges of this size, request collaboration and the share of costs and benefits.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de toekomst zullen natte en droge periodes steeds vaker voorkomen (KNMI, 2020). Om in dit nieuwe klimaat water beter te kunnen beheren is er behoefte aan herinrichting van het landschap. In dit nieuwe landschap zullen bufferzones water opvangen in natte periodes en geleidelijk vrijgeven in droge periodes. Deze bufferzones zullen ervoor zorgen dat agrarische percelen te maken krijgen met zeer variërende grondwaterstand. Dit noodzaakt deze agrarische ondernemers over te stappen naar een andere teelt. Natte landbouw zou hier van toepassing kunnen zijn. Er is echter nog weinig bekend over verdienmodellen voor deze nieuwe teeltwijzen en gewassen wat het moeilijk maakt beleid te vormen. Om deze reden wil de provincie Noord-Brabant graag weten hoe een verdienmodel van geschikte natte teelten eruitziet. Daarnaast mist er ook nog een overzicht van ondernemers welke eventueel geïnteresseerd zijn over te stappen. Om hier een overzicht van te krijgen moet eerst in kaart worden gebracht waar natte landbouw het best gerealiseerd kan worden.

1.2 Opdrachtgever

De opdrachtgever is de Provincie Noord-Brabant. De Provincie bekijkt de mogelijkheden om het landschap klimaatrobust in te richten. Hierbij wordt water langer vast gehouden om zo beschikbaar te zijn in droge periodes. Eén van de projecten waarin de Provincie participeert is Carbon Connects. Binnen dit project zal de HAS Hogeschool in opdracht van provincie Noord-Brabant nieuwe agrarische verdienmodellen onderzoeken en deze kennis proberen te verspreiden.

1.3 Doelstelling

Om tot het juiste resultaat te komen is in overeenstemming met de opdrachtgever de volgende doelstelling geformuleerd:

“Doel van het onderzoek is om binnen 20 weken te onderzoeken wat mogelijke verdienmodellen zijn van natte landbouw in Noord-Brabant.”

1.4 Hoofdvraag

De hoofdvraag van het onderzoek luidt als volgt:

“Wat zijn mogelijke verdienmodellen van natte landbouw in de beekdalen en veengebieden van Noord-Brabant?”

1.5 Onderzoeksvragen

Aan de hand van de bovenstaande probleemstelling zijn er verschillende onderzoeksvragen geformuleerd. De onderzoeksvragen worden gebruikt om de centrale vraagstelling te kunnen beantwoorden.

De onderzoeksvragen:

1. Wat is natte landbouw?
2. Wat zijn de groeivoorwaarden van de relevante natte teelten voor Noord-Brabant?
3. In welke beekdalen en veengebieden in Noord-Brabant is natte landbouw mogelijk met het oog op waterretentie en productie?
4. Wat bieden deze teelten voor ecosysteemdiensten zoals waterzuivering, promotie van biodiversiteit en CO₂ opslag of reductie van CO₂-emissie en kunnen deze diensten een rol spelen in een verdienmodel?
5. Hoe zou een algemeen verdienmodel van natte teelten in de beekdalen er kunnen uitzien?

1.6 Leeswijzer

Dit rapport begint in hoofdstuk 2 met de methode van onderzoek. Hierin wordt beschreven hoe het onderzoek is uitgevoerd en hoe de gegevens die voortkwamen uit het onderzoek verwerkt zijn. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 uitgelegd wat natte landbouw is en welke teelten relevant zijn in de context van klimaat adaptatie in Noord-Brabant. Daarna is in hoofdstuk 4 beschreven welke eisen de geselecteerde natte teelten stellen aan hun omgeving en beheer. In hoofdstuk 5 worden de beschikbare gebieden voor natte landbouw in Noord-Brabant beschreven. Vervolgens wordt in hoofdstuk 6 een constructed wetland beschreven en wordt ingegaan op de aanlegkosten. In hoofdstuk 7 wordt per teelt beschreven wat zij voor ecosysteemdiensten kunnen bieden en wat deze financieel kunnen opleveren. Daarna zijn in hoofdstuk 8 de verdienmodellen van geselecteerde natte teelten opgesteld. Tot slot wordt in hoofdstuk 9 de conclusie van dit onderzoek beschreven en worden in hoofdstuk 10 aanbevelingen gedaan voor provincie Noord-Brabant om een goed vervolg te geven aan dit onderzoek.

2. Methode van onderzoek

Voor de beantwoording van de hoofdvraag: “Wat zijn mogelijke verdienmodellen van natte landbouw in de beekdalen en veengebieden van Noord-Brabant?” is een literatuur- en kwalitatief onderzoek verricht. Veel informatie over natte landbouw, groeivoorwaarden, ecosysteemdiensten en

kosten/baten zijn al eerder onderzocht in de literatuur. Er is gekozen voor kwalitatief onderzoek omdat diepgaande informatie van professionals op dit vakgebied noodzakelijk is.

Het is een kwalitatief onderzoek dit betekent dat het meer een beschrijvend onderzoek is wat zich naast een aantal onderzoekresultaten ook richt op interpretaties, ervaringen en overtuigingen van mensen. Het onderzoek is gedaan om bestaande en nieuwe theorieën te onderbouwen, uit te werken, toe te passen en aan te vullen. De resultaten zijn vooral weergegeven in woorden en het verdienmodel is ook cijfermatig onderbouwd.

Het onderzoek bestaat uit drie fases. De eerste fase is het maken van het plan van aanpak. De tweede fase is het onderzoek. De derde fase bestaat uit de verslaglegging, waarbij alle informatie die verkregen is door desk- en fieldresearch uitgewerkt wordt in een rapport.

Bestaande informatie inwinnen

Om data te verzamelen voor dit kwalitatieve onderzoek is gebruik gemaakt van desk- en fieldresearch. Bij deskresearch is vooral gezocht naar specifieke literatuur met betrekking tot de deelvragen. Vervolgens is er informatie verzameld door interviews te houden met experts en ervaringsdeskundigen. Bij fieldresearch is er informatie verzameld door interviews te houden met experts en ervaringsdeskundigen. De situatie gedurende het interview was voor iedere respondent vergelijkbaar. Iedereen kreeg een inleiding waarin het onderzoek werd uitgelegd. Niet alle respondenten kregen dezelfde vragen maar wel dezelfde hoofdthema's. Het doel van de interviews was het vergaren van aanvullende informatie over natte teelten en of er de ondernemers open staan voor een eventuele overstap. Er is gekozen om interview te doen met Gert-Jan van Duinen, Wessel de Gauw en David Goldsborough. Daarnaast zijn er excursies gedaan naar actuele onderzoeken over natte landbouw zoals de pilot Aarle-Rixtel.

Literatuur beoordelen en selecteren

Om de betrouwbaarheid en validiteit van het literatuuronderzoek te waarborgen is er zo veel mogelijk gebruik gemaakt van recente bronnen. Om dezelfde reden zijn hoofdzakelijk wetenschappelijke artikelen en onderzoeken verwerkt in de resultaten van de literatuurstudie. Natte landbouw, Paludicultuur en waterkwaliteit zijn voorbeelden van zoektermen die worden ingezet. Ook is er voor het verzamelen van de literatuur de sneeuwbalmethode ingezet, waarbij de bronnenlijsten van de bronnen worden geraadpleegd. Er zijn ook specifieke voorbeelden van verdienmodellen bestudeerd om deze te kunnen vertalen naar een nieuw verdienmodel voor dit onderzoek. De inclusiecriteria van dit onderzoek zijn dus als volgt:

- Nederlandse artikelen;
- Internationale artikelen;
- Artikelen zijn vrij beschikbaar.

Data-analyse

Nadat er veel relevante literatuur bij elkaar gebracht is, zijn er verbanden tussen de verschillende artikelen gezocht. Dit is verwerkt in het rapport om een goed beeld te geven wat Natte landbouw is en wat de verschillende teelten zijn.

Opstellen verdienmodel

Bij het opstellen van de verdienmodellen is er gekeken naar de meest betrouwbare cijfers. Hierbij is gelet op de meest recente en meest betrouwbare bronnen. Er zijn dus veel getallen met elkaar vergeleken. Doordat er soms toch veel verschillen tussen opbrengsten en kosten zaten is er daarnaast nog gekozen om een gevoeligheidsanalyse per teelt uit te werken, waarbij er wordt gekeken naar verschillende scenario's.

Betrouwbaarheid verifiëren

Om de betrouwbaarheid van het rapport te verifiëren is ervoor gekozen om drie interviews te houden met experts. Er is gekozen om een interview te houden met Toine Smits. Toine Smits is betrokken bij Carbon Connects. Daarnaast is er een interview gehouden met Jeroen Geurts. Jeroen heeft veel onderzoek gedaan op het gebied van natte landbouw. Daan de Groot heeft veel kennis over verdienmodellen. Daan zit in het lectoraat van innovatief ondernemen met natuur met als doel kennis over verdienmogelijkheden voor natuur en landschap en toepassingen hiervan samen te brengen in de praktijk.

3 Natte landbouw

Omdat het onderzoek draait om natte landbouw is in dit hoofdstuk beschreven wat natte landbouw is en wat er allemaal bij komt kijken. Er is beschreven welke teelten mogelijk zijn en wat belangrijke facetten zijn bij natte landbouw. Ook is er nog gekeken naar verschillende toepassingen van natte landbouw, dit kan namelijk meer informatie geven voor het verdienmodel.

3.1 Natte landbouw

Landgebruik waarbij de teelt is ingericht op natte omstandigheden wordt ook wel natte landbouw genoemd. Hierbij staat de grondwaterstand boven of rond maaiveld. Wanneer men natte teelten inzet om veenoxidatie te voorkomen kan er ook gesproken worden over Paludicultuur (het Latijnse palus betekent moeras). De twee benamingen worden vaak door elkaar gebruikt. Bij natte teelten ligt de nadruk op landbouwkundige productie en bij Paludicultuur meer op ecosysteemdiensten.

Natte teelten hebben in dit onderzoek een landbouw toepassing. De teelten dienen ter productie van biomassa en het maken van economisch rendement. De hiervoor bekendste gewassen voor natte teelten zijn: lisdodde, riet, kroosvaren, veenmos en cranberry. De meeste aandacht gaat hiernaar uit omdat deze gewassen worden gezien als alternatief landbouwgewas voor gras. Natte teelten zijn in de literatuur voornamelijk geselecteerd op hun capaciteit om veenoxidatie te stoppen. Omdat voor dit onderzoek de beekdalen in Noord-Brabant het uitgangspunt is, en naast het stoppen van veenoxidatie ook waterberging en waterzuivering erg belangrijk zijn, is opnieuw gekeken naar de relevantie van 10 verschillende natte teelten. De resultaten hiervan zijn te vinden in hoofdstuk 3.2.

Naast het tegengaan van bodemdaling en de vermindering van CO₂ uitstoot, zorgt natte landbouw met alternatieve gewassen ook voor een verhoging van de biodiversiteit. Het concept van natte landbouw is toepasbaar op verschillende natte bodemtypes, maar omdat er op veenbodems de grootste meerwaarde valt te halen is hier tot nu toe het meeste onderzoek naar gedaan. Een hectare ontwaterde veengrond stoot namelijk gemiddeld 20 tot 25 ton koolstofdioxide per jaar uit (Christian Fritz, 2014).

3.2 De relevantie van natte teelten voor Noord-Brabant

In dit hoofdstuk wordt beschreven waarom de ene natte teelt wel geschikt is voor Noord-Brabant en de andere niet. Een belangrijk uitgangspunt hierbij is dat de teelt het waterschap in staat moet stellen water op te vangen en vast te houden (waterretentie). Alle natte teelten waarbij geen waterretentie mogelijk is zijn niet geschikt. Verder tellen de volgende functies ook mee: waterzuivering, productie en marktkansen, terugdringen van de CO₂ uitstoot en biodiversiteit.

De eerste teelten die in dit hoofdstuk beschrijven zijn, zijn de meest besproken natte teelten zoals kroosvaren, veenmos, lisdodde, riet, olifantsgras en cranberry. Daarna volgen de bomen die met hoge waterstanden om kunnen gaan, dit zijn: populier, wilg, berk en zwarte els.

In tabel 1 is een overzicht te zien van al deze natte teelten en een beoordeling per functie. De beoordeling is op een schaal van 1 tot 5. Eén plusje betekent niet relevant en 5 plusjes betekent zeer relevant. In de laatste kolom is de algehele relevantie van de natte teelt bepaald. Deze algehele relevantie is het totaal aantal sterren gedeeld door 6 (het aantal kolommen). De groen gekleurde cellen geven aan welke natte teelten als relevant voor Noord-Brabant worden beschouwd en zijn verder in het rapport uitgewerkt. Belangrijk om hierbij te vermelden is dat de beoordeling een moment opname is geweest. Zeker met betrekking tot de marktkansen kan de vraag naar een product stijgen of dalen.

Tabel 1. Overzicht van alle besproken natte teelten in dit hoofdstuk en een beoordeling per functie.

	Waterberging	Waterzuivering	Productie	Marktkansen	Carbon Credits	Biodiversiteit	Relevantie
Kroosvaren	++	++++	++++	++++	+++	+	+++
Veenmos	++	+	++	+++++	+++	+++++	+++
Lisdodde	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
Riet	+++++	+++++	++++	++++	+++	+++	++++
Olifantsgras	+	+	++	+++++	+++	+	++
Cranberry	+	+	++++	++++	+	+	++
Populier	+	+	+++++	+++++	+++	+++	+++
Wilg	+++++	++++	+++++	+++	+++	++++	++++
Zachte berk	+	++	++	++	+++	++	+++
Zwarte els	++++	++++	+++++	+++	+++	+++++	++++

3.2.1 Kroosvaren

Kroosvaren, ook wel *Azolla* genoemd, is een drijvende varen. Er zijn meerdere soorten, maar de grote kroosvaren (*Azolla filiculoides*), voorkomend in Nederland, is een inheemse soort in Europa. De relevantie van kroosvaren voor Noord-Brabant is beperkt, doordat kroosvaren een waterplant is en daarbij op en in het water groeit en niet in de bodem. Voor de teelt van kroosvaren moet veel water beschikbaar zijn in de zomer (Interreg Vlaanderen-Nederland, z.j.), wat niet altijd het geval is in Noord-Brabant. In figuur 1 is een afbeelding te zien van Kroosvaren.



Figuur 1. Kroosvaren (Flora van Nederland, 2019).

Doordat kroosvaren een symbiose heeft met de cyanobacterie kan de plant stikstof binden uit de atmosfeer en hoeft deze niet op stikstof bemest te worden. Met deze eigenschap is fosfor vaak het element wat de productie limiteert. De grote fosfor consumptie en de eindeloze stikstof beschikbaarheid maakt kroosvaren een zeer geschikt gewas om fosfor te verwijderen uit voormalig landbouwgrond, dit wordt ook wel uitmijnen genoemd (Smolders F. , 2015). Hierbij wordt het land onderwater gezet waardoor de nutriënten uit de bodem in het water terecht komen. Kroosvaren neemt deze nutriënten op uit het water. Wanneer de kroosvaren uit het water verwijderd wordt, zijn daarmee ook alle opgenomen nutriënten uit het water verwijderd.

In Nederland is de verwachting dat kroosvaren 20 ton droge stof per hectare per jaar kan opbrengen, ter vergelijking: gras heeft een opbrengst van 10-12 ton per hectare per jaar (Holland Biodiversity B.V. & Quivertree , 2016). Kroosvaren kan gebruikt worden als groen meststof, diervoeder, eiwitbron, biodiesel en een aantal chemische toepassingen zoals bio-plastics en (duurzame) lijmen (Smolders F. , 2015).

Het inzetten van kroosvaren als natte teelt is vooral interessant voor veenbodems, doordat de permanente vernatting het veenoxidatie proces stopt en de vrijkomende fosfor afgevoerd kan worden zonder de toplaag te verwijderen. CO₂-emissie uit veengebieden kan dus worden teruggedrongen. CO₂ opslag in het eindproduct is gering doordat opgenomen CO₂ meestal weer in de voedselkringloop terecht komt.

Wat betreft biodiversiteit scoort kroosvaren niet goed. Kroosvaren staat bekend als invasieve waterplant en vormt een plaag voor het waterschap in Nederland (Wetterskipfryslan, z.j.). Doordat de plant de gehele wateroppervlakte bedekt, wordt de opname van zuurstof uit de lucht onmogelijk wat leidt tot zuurstofgebrek in het water. Zuurstofgebrek laat andere flora en fauna in het water sterven. Doordat kroosvaren stikstof uit de lucht kan binden zorgt deze plant voor verrijking van stikstof in het water wanneer deze in het najaar afsterft en niet wordt geoogst. Stikstof verrijking in het water zorgt weer voor eutrofiering (wilde algengroei) wat ook de biodiversiteit onderdrukt. In gesloten bassins, zie figuur 2, waar kroosvaren gekweekt wordt, worden deze nadelige kanten onderschept, maar wanneer de teelt onderdeel is van het openwaterennetwerk, is dat niet het geval.



Figuur 2. Azolla teeltvakken/bassins (Kennisprogrammabodemdeling, 2019)..

Conclusie

Wanneer men een bassin heeft om kroosvaren in te telen en de randen hiervan hoog genoeg zijn zou het bassin als tijdelijke waterberging kunnen dienen. Helaas brengt dit hoge investeringskosten met zich mee. Daarnaast gaat de voorkeur uit naar teelten die in de zomer tijdelijk droog mogen vallen. Vanwege de hoge investeringskosten en het niet mogen droogvallen in de zomer is kroosvaren niet geschikt als natte teelt voor Noord-Brabant. De relevantie van deze teelt voor Noord-Brabant wordt beoordeeld met 3 van de 5 sterren, zie tabel 2. Ook is in tabel 2 de algehele beoordeling van het gewas als natte teelt in Noord-Brabant uitgewerkt.

Tabel 2. Beoordeling verschillende functies van Kroosvaren.

	Waterberging	Waterzuivering	Productie	Marktkansen	Carbon Credits	Biodiversiteit	Relevantie
Kroosvaren	++	++++	++++	++++	+++	+	+++

3.2.2 Veenmos

Veenmos (*Sphagnum cuspidatum*) is een sporenplant, zie figuur 3. Doordat de onderkant van de plant steeds afsterft en de bovenkant blijft groeien ontstaat er veen (Geologie van Nederland, z.j.).

Veenmos groeit bij voorkeur in natte gebieden, maar veenmos kan ook boven de grondwaterspiegel groeien doordat het veen als een spons water absorbeert en vasthoudt. Door de sponsachtige werking van veenmos kan deze wel 20 keer zijn eigen volume aan



Figuur 3. Veenmos (Abbink).

regenwater opnemen en daardoor droge periodes overbruggen. Doordat veenmos water kan vasthouden is het in staat het grondwater van de omgeving te verhogen. Dit maakt veenmos niet strikt gebonden aan gebieden met een hoge grondwaterstand, waardoor deze ook in drogere gebieden zou kunnen groeien. Veenmos boven de grondwaterspiegel wordt hoogveen genoemd (Geologie van Nederland, z.j.).

Ondanks het aanpassingsvermogen van veenmos aan drogere omstandigheden blijkt bij de introductie van veenmos voor landbouw dat het waterbeheer toch veel invloed heeft op het succes. Zelfs wanneer er sprake is van peilbeheer kwam bij het onderzoeksproject 'Omhoog met het Veen' vaak voor dat plekken nog te droog waren en het veenmos de zomer niet overleefden, waardoor het niet op alle locaties lukte veenmossen te laten groeien.

Dat veenmos op droge plekken niet groeit komt doordat in de beginfase het veenmos zijn water opnemende functie nog niet heeft. Om toch tot veenvorming te komen zou de aangebrachte veenmosvegetatie daarom de eerste jaren oppervlakkig bevoeit moeten worden en mag deze niet geogst worden. Om deze reden lijkt de mate van watervoorziening de bepalende factor voor het succes van veenvorming/groei.

Voor het oppervlakkig bevoeien van de veenmosvegetatie kan helaas geen oppervlaktewater gebruikt worden, omdat de waterkwaliteit vaak ongeschikt is vanwege de hoge bicarbonaatconcentraties (Bas van de Riet E. v., 2017). Hoge bicarbonaatconcentraties zorgen voor een grote buffercapaciteit van het water, terwijl veenmos juist goed gedijt in zure omstandigheden. De meststoffen die vrijkomen na vernatting van de bodem zijn een minder groot probleem. Echter een risico van hoge fosforbeschikbaarheid is dat andere planten zoals pitrus kunnen gaan concurreren met het veenmos. Uit praktijkervaring blijkt dat waar veenmossen goed ontwikkeld zijn, deze de concurrentie met pitrus geen probleem is wanneer er adequaat gemaaid wordt (Bas van de Riet E. v., 2017).

Het geogste veenmos kan gebruikt worden als substraat in de groenten- en bloementeelt. Als landbouwgewas groeit veenmos optimaal wanneer het waterpeil constant plas-dras (2-5 cm onder maaiveld) wordt gehouden en geeft in zo'n situatie een productie van 100 m³ substraat per hectare per jaar (Christian Fritz, 2014). Voor de productie van veenmos behoort het waterpeil constant te zijn en bij voorkeur te kunnen worden geregeld. Hiermee komt eventuele waterberging in het gering.

Doordat bij bodems met veen de afbraak van oud veen afgeremd wordt en er tevens nieuw veen wordt opgebouwd kan er veel CO₂-uitstoot voorkomen worden en zelf CO₂ opgeslagen worden.

Veenmos vormt een bijzondere habitat met vele zeldzame bewoners zoals de witte snavelbies, ronde zonnedaauw en eenjarig wollegras (Christian Fritz, 2014). Tijdens het project 'omhoog met het veen' werden er bijzondere plantensoorten gespot zoals moerasviooltjes, moeraswalstro, melkeppe, zompzegge en rietorchis. Ook zijn er zelfs drie paddenstoelen soorten van de rode lijst aangetroffen: vlokkige veenmosklokje, kaal veenmosklokje en veenmosgrauwkop (Bas van de Riet E. v., 2017)

Conclusie

Veenmos is een interessante teelt voor gebieden waar de grondwaterstand constant is en waar men verlangt dat de grondwaterstand hoog staat. Veenmos is om twee redenen niet geschikt als natte teelt in Noord-Brabant. Ten eerste zal het erg moeilijk zijn hoge producties te behalen, doordat de grondwaterstand niet constant is. In de winter zullen percelen wel plasdras gekregen worden, maar in de zomer kan dit moeilijkheden geven. Ten tweede is waterberging niet mogelijk omdat de buffercapaciteit van oppervlaktewater de balans in het veenmos zal verstoren en omdat het niet de bedoeling is dat veenmos onderwater komt te staan. Hiermee is veenmos geen relevante teelt voor Noord-Brabant. Zie tabel 3 voor de algehele beoordeling van het gewas als natte teelt in Noord-Brabant.

Tabel 3. Beoordeling verschillende functies van Veenmos.

	Waterberging	Waterzuivering	Productie	Marktkansen	Carbon Credits	Biodiversiteit	Relevantie
Veenmos	++	+	++	+++++	+++	+++++	+++

3.2.3 Lisdodde

Lisdodde (*Typha latifolia*) is een van de bekendste gewassen voor natte landbouw in Nederland. Er bestaan twee soorten lisdodde namelijk de grote en de kleine Lisdodde. Grote en kleine lisdodde zijn het beste van elkaar te onderscheiden tijdens de bloeiperiode, waarbij grote lisdodde een bruinere bloeiwijze heeft dan kleine lisdodde (Oss, 2008). Zie figuur 4 voor de verschillen in bloeiwijze. Verder heeft grote lisdodde bredere bladeren dan kleine lisdodde en geeft grote lisdodde de voorkeur voor ondiepe standplaatsen (20 cm water) en kleine lisdodde voor een diepere standplaats (40 cm water). Kleine lisdodde wordt hoger dan grote lisdodde.



Figuur 4. Links kleine lisdodde en rechts grote lisdodde (FloravanNederland).

Het is goed mogelijk om water te bergen op een perceel waar lisdodde groeit. Eventueel kan lisdodde ook overleven als het waterpeil zakt onder het maaiveld, het nadeel hiervan is dat lisdodde in die situatie te maken krijgt met concurrentie van gras, riet en andere onkruiden (Better Wetter, 2018).

Ook kan lisdodde het oppervlaktewater zuiveren van stikstof en fosfor en fungeert daarmee als een helofytenfilter. Naast het eigen gebruik van voedingsstoffen transporteert de plant ook zuurstof naar de wortels. Rondom de wortels ontstaat daardoor een habitat waar aerobe bacteriën zich kunnen vestigen. Aerobe bacteriën zijn verantwoordelijk voor de afbraak van nitraten, nitrieten en fosfaten (Oss, 2008).

Lisdodde heeft veel verschillende toepassingen. Wanneer men de lisdodde in het groeiseizoen en voor de bloei oogst kan het groene gewas gebruikt worden als voer voor koeien, zowel vers als ingekuuld, zie tabel 4 voor de eigenschappen van lisdodde bij gebruik als ruwvoer (Pijlman, 2019). Ook kan deze oogst gebruikt worden voor de productie van biogas. Als er gewacht wordt tot de bloei, dit is net voor de zomer, kan het stuifmeel geogst worden. Het stuifmeel van lisdodde is zeer geschikt voor de kweek van roofmijten, die op hun beurt weer worden ingezet als natuurlijke vijand van bladluizen. Met de verkoop van stuifmeel kan per jaar zo'n €3750 per hectare binnen gehaald worden (Veenweiden Innovatiecentrum, z.j.). Wacht men tot de herfst dan kan de stengel en de poreuze sigaar geogst worden. De stengels kunnen worden samengeperst tot vezelplaten en van de sigaren wordt isolerend pluis gemaakt of substraat. Bovendien is de plant van nature slecht brandbaar, wat het zeer geschikt maakt als isolatie- en bouw materiaal (Cazander, 2018).

Tabel 4. Voederwaarde van geteste potentiële natte teelten en gangbaar gras (Pijlman, 2019).

	VCos (%)	Ruw Eiwit (g per kg ds)	Mineralen	Bron
Grote lisdodde				
voor bloei	70	120	Hoog Se, Laag P	Pijlman e.a., 2019
na bloei	55	80	Hoog Se, Laag P	Pijlman e.a., 2019
Riet		58-115		Bestman e.a., 2019
Miscanthus	Zeer laag	34-43		Norman & Murphy, 2005, Baldini e.a., 2017
Wilg	62	190	Hoog Se en Zn	Luske & van Eekeren, 2018
Vers gras	79	183		Eurofins, 2016

Naast lisdodde zijn ook riet en wilg geschikt als isolatiemateriaal. De geschiktheid van een materiaal wordt uitgedrukt in de warmtegeleidingscoëfficiënt λ (Lambda) en in de isolatiewaard R (Resistance) zie tabel 5. Hoe lager de warmtegeleidingscoëfficiënt hoe beter het materiaal isoleert. Resistance wordt bepaald door de dikte van het materiaal en de warmtegeleidingscoëfficiënt. Lisdodde komt in de buurt van steenwol en is daarmee een duurzaam alternatief.

Tabel 5. Warmtegeleidingscoëfficiënt (Lambda) en de warmteweerstand (R) bij een isolerende laag van 10 cm dik van producten uit natte teelten (Bestman, 2019).

	Materiaal type	Lambda (W/mK)*	R bij dikte 10 cm (m ² K/W)**	Bron
Lisdodde	Biocomposiet	0.044 - 0.061 (kleine lisdodde)	2.3 - 1.7	Luamkanchanaphan e.a., 2012
Riet	Onbekend	0.06	1.7	Dam & van den Oever, 2019
Miscanthus	Geperste korrels	0.150 - 0.157	0.7-0.6	Mason e.a., 2016
Wilg	Geperste korrels	0.04 - 0.052	2.5 - 1.9	Mason e.a., 2016
	Houtvezel	0.159 - 0.184	0.6 - 0.5	Köbbing e.a. 2013
Tarwestro	Onbekend	0.12	0.8	Dam & van den Oever, 2019
Hennep	Onbekend	0.040 - 0.055	2.5 - 1.8	Dam & van den Oever, 2019
Steenwol	Onbekend	0.04	2.5	Dam & van den Oever, 2019

Als strooisel is lisdodde ook geschikt. Voor de toepassing van strooisel wordt lisdodde in de winter geogst, op het moment dat het bovengrondse gewas afgestorven en op zijn droogst is. In tabel 6 staat de waterabsorptie van lisdodde en andere potentiële natte teelten en twee referentie strooisels. De natte teelten scoren lager dan zaagsel en stro, maar grote lisdodde scoort relatief goed (Bestman et. al., 2019). Naast waterabsorptie bepaald de prijs en de beschikbaarheid van strooisel de strooiselkeuze van de afnemer.

Tabel 6. Waterabsorptie van geteste potentiële natte teelten (Bestman, 2019)

Strooiselsoort als droog materiaal	Waterabsorptie (ml water per g strooisel)
Grote lisdodde*	3,24
Riet*	2,14
Wilg*	1,65
Miscanthus*	2,40
Zaagsel	4,65
Tarwestro	4,04

* Lisdodde, riet, miscanthus en wilg zijn geogst in januari.

Verder kunnen uit lisdodde ook bio-plastics vervaardigd worden en kan het worden gebruikt voor bio-energie, zie tabel 6. Als ruwvoer is de opbrengst 10 tot 25 ton droge stof/ha en voor vezels 15 tot 20 ton droge stof/ha (Wur, 2010) (Wur, 2008) (Vic, 2016).

Uit onderzoek blijkt dat grote lisdodde het beste aangeplant kan worden. Grote lisdodde investeert namelijk veel energie in vegetatieve vermeerdering via de wortelstokken. Een jonge plant kan in een jaar uitgroeien tot een omtrek van 3 meter (Flora van Nederland, z.j.).

Lisdodde staat op het gebied van CO₂-reductie goed bekend omdat het kansen biedt om veen oxidatie te stoppen. Ook liggen er kansen voor CO₂ opslag in bouwmaterialen die verworven worden uit lisdodde. Wanneer lisdodde gebruikt wordt als bouw materiaal blijft alle opgenomen CO₂ opgeslagen. Doordat er voor bouw materiaal vervaardigd uit lisdodde nog geen afzetkanalen bestaan liggen hier kansen. Wanneer het opzetten van een afzetkanaal goed doordacht en gecoördineerd wordt zou de vastgelegde CO₂ omgezet kunnen worden naar Carbon Credits.

Als laatste vormt lisdodde een belangrijke habitat voor moerasnatuur en zou aanvullend beheer de biodiversiteit kunnen stimuleren. Het stuifmeel van lisdodde is bijvoorbeeld een belangrijke voedselbron voor vele insecten. Lisdodde heeft een belangrijke functie voor de ecologie van waterlichamen. De plant biedt beschutting en foerageer- en voortplantingshabitat voor allerlei aquatische macrofauna. Deze aquatische macrofauna zijn zeer belangrijk voor de waterkwaliteit en worden in de wetenschap daarom ook gebruikt als indicator van de waterkwaliteit in Nederland. Uit een onderzoek van Better Wetter blijkt dat lisdodde in extensieve omstandigheden een positieve waarde kan hebben voor aquatische macrofauna, maar dat natuurlijke omstandigheden van onschatbare waarde zijn voor specialistische en zeldzame soorten. Dit betekent dat lisdodde vele

soorten waterdiertjes kan herbergen, maar dat net zoals bij elk ander monocultuur de biodiversiteit onder druk staat doordat variatie, of te wel natuurlijke omstandigheden missen. Het is daarom van belang lisdodde productieonderdeel te laten zijn van een gevarieerd gebied wil men de biodiversiteit laten floreren (Martens, 2016).

Conclusie

Lisdodde is zeer geschikt als natte teelt voor Noord-Brabant. Het gewas maakt het mogelijk water te bergen en te zuiveren. Verder heeft de plant meerdere afzetmogelijkheden en houdt het een rijkere biodiversiteit dan de gebruikelijke akkers en grasland. Zie tabel 7 voor de algehele beoordeling van het gewas als natte teelt in Noord-Brabant.

Tabel 7. Beoordeling verschillende functies van lisdodde.

	Waterberging	Waterzuivering	Productie	Marktkansen	Carbon Credits	Biodiversiteit	Relevantie
Lisdodde	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++

3.3.4 Riet

Riet (*Phragmites australis*) groeit op natte plaatsen zoals bijvoorbeeld laaggelegen drassige percelen, moerassen en watergangen, zie figuur 5. Riet kan zich op drie verschillende manieren vermeerderen: door zaad, wortelstokken of bovengrondse uitlopers. De plant kan 1 tot 3 meter hoog worden.



Figuur 5. Rietteelt langs een watergang (Vreugdenhil, 2020)

Voor de beoordeling van de ecosystemediensten van riet, wordt de rietteelt onderverdeeld in verschillende teeltsystemen. Voor dit onderzoek voor Noord-Brabant zijn vooral van toepassing de rietteelt op natte percelen, constructed wetlands en bufferzone. Constructed wetlands zijn speciaal aangelegde percelen met een eigen waterbeheersysteem, met als doel water maximaal te kunnen zuiveren. Daarnaast kan hier ook water opgevangen worden bij hevige regenval. Riet en grote lisdodde zijn de meest gebruikte planten in constructed wetlands. Een bufferzone is het gebied tussen een nat natuurgebied en het landbouwgebied. De bufferzone zorgt ervoor dat waterpeil stapsgewijs kan oplopen, daarnaast fungeert de bufferzone ook als wateropslag voor het natuurgebied en een algemene geleidelijke overgang voor plant en dier.

Door de hoge opname van N en P heeft riet een groot water zuiverend vermogen (Bastiaan G. Meerburg, 2010). In constructed wetlands kunnen zuivering efficiënties gevonden worden tussen de 30 en 80 procent, afhankelijk van het helofystensysteem en de lading van nutriënten per week (Vymazal, 2005). Constructed wetlands geven de mogelijkheid water langer vast te houden waardoor het riet de kans krijgt aanzienlijke hoeveelheden N en P op te nemen. Deze laag liggende percelen kunnen tevens gebruikt worden voor waterberging. Afhankelijk van het rietteeltsysteem kan water geborgen en/of opgevangen worden, zie tabel 8. De rietteelt ondervindt hier geen schade van zolang het waterpeil gedurende het jaar voldoende fluctueert. Op deze manier kan het waterpeil zonder problemen tot een meter worden verhoogd. Het advies is om het water wel weer zo snel mogelijk terug te voeren naar de beek of rivier wanneer de focus op waterzuivering ligt, aangezien de water zuiverende werking op zo'n grote hoeveelheid nihil is. In het vroege voorjaar, wanneer de jonge spruiten onderwater komen te staan is het advies om dit te beperken tot enkele dagen, omdat bij gemaaid riet de zuurstof aanvoer vanuit de spruit naar de wortels geblokkeerd wordt. In het vroege voorjaar, wanneer de jonge scheuten bij volledige inundatie onderwater komen te staan is het advies om dit te beperken tot enkele dagen, omdat bij gemaaid riet de zuurstof aanvoer vanuit de spruit naar de wortels geblokkeerd wordt.

Tabel 8: Inschatting van de potentie van verschillende rietsystemen voor de functie waterberging (+ tot +++ geeft mate van een positief effect; 0 betekent geen effect verwacht).

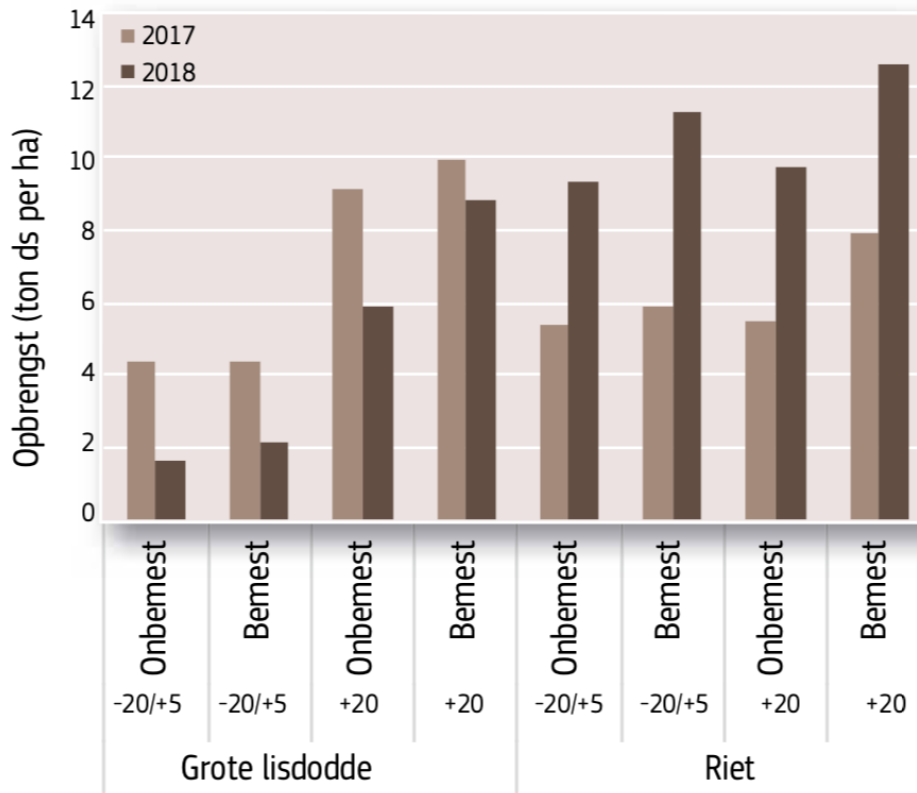
Functie	Open water riet	Oeverriet	Rietmoerassen	Rietteelt op natte percelen	Constructed wetlands	Bufferzone
Waterberging	+++ ¹⁾	0	+++ ¹⁾	++	+	+++

¹⁾ Potentie is sterk afhankelijk van bergingscapaciteit van meer en moeras.

Ondanks de voordelen van het water zuiverende- en bergende vermogen van rietvelden is het waterverbruik per kg droge stof wel hoger dan gras. Bij een productie van 15 ton droge stof per hectare per jaar voor zowel riet als gras, verdampt een rietveld ca. 11.500 per m³ per hectare en hoogproductieve grassen 6.700 m³ per hectare (Mueller, 2005). Dit betekent dat bij de omzetting van grasland in rietland er meer water verloren gaat aan dezelfde droge stof productie.

Riet kan worden gebruikt voor de opwekking van energie, maar heeft ook andere potentiële toepassingen waarbij vooral de vezels uit riet kunnen worden gebruikt voor bouwmaterialen of dienen als grondstof voor papier- en chemische industrie. Riet is matig tot redelijk geschikt als veevoer zie tabel 4 en als isolatiemateriaal zie tabel 5 (Monique Bestman, 2019). De huidige toepassing van de enkele duizenden hectares gesneden riet is dakbedekking, maar deze afname is niet toereikend voor opschaling.

Afhankelijk van de beschikbaarheid van nutriënten, leeftijd, bodemgesteldheid en het oogstmoment kan riet 6 tot 24 ton droge stof per hectaren opleveren (Wichtmann, 2016). In de winter valt de oogst lager uit dan in de zomer, omdat de plant dan opdroogt en veel afgestorven delen verliest. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen rietmoerassen met een maximale opbrengst van 7 – 10 ton droge stof per hectare en rietteelt op natte percelen met een maximale opbrengst van 20 ton droge stof per hectare (Werf, 2014). In een ander onderzoek naar het verdienmodel van riet wordt een opbrengst van 25 ton droge stof per hectare per jaar aangehouden, welke gebaseerd is op een bereik van 15 tot 30 ton droge stof per hectare per jaar (InnovatieNetwerk, 2007). Riet kan ook bij 'droge' omstandigheden nog een goede opbrengst leveren en is daarmee breder inzetbaar dan lisdodde. In figuur 6 is te zien dat riet bij een waterpeil tussen 20 cm onder het maaiveld tot 5 cm boven het maaiveld een opbrengst heeft van 9,4 ton en bij een waterpeil van minimaal 20 cm boven het maaiveld een opbrengst van 9,7 ton droge stof per hectare (Monique Bestman, 2019). Dit voorbeeld laat zien dat riet beter groeit bij een hoger waterpeil. De opbrengsten zijn in vergelijking met andere bronnen lager, dit komt doordat dit de eerste twee jaar van een pilot betreft. In de eerste jaren is de productie van aangeplant riet en lisdodde lager.



Figuur 6. Opbrengst (ton ds per ha) van lisdodde en riet op een geplagde zode bij een waterpeil van -20/+5 cm en +20 cm in het eerste (2017) en tweede (2018) volledige oogstjaar na aanplant, 300 met en zonder bemesting van 150 kg N per ha in 2017 en 300 kg 200 N per ha in 2018 (Bestman, 2019).

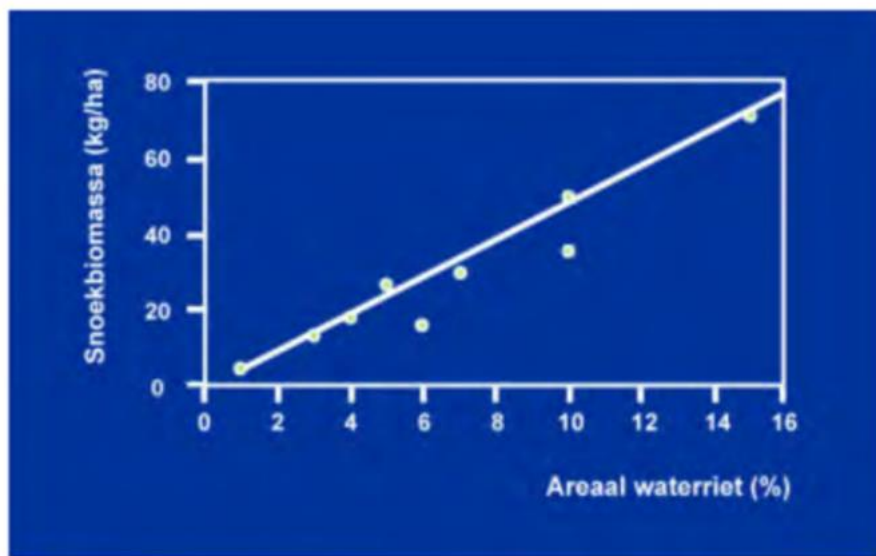
Door de combinatie van diensten kan men met de rietteelt heel goed een aantal functies combineren zoals waterzuivering, waterberging, bufferstrook langs natuurgebieden, biomassateelt. De biomassa van riet kan dienen als grondstof voor duurzame energie. Riet als grondstof voor energie is duurzaam omdat de CO₂ die vrijkomt bij verbranding eerder uit de atmosfeer is onttrokken bij de groei van het riet. Hiermee is de CO₂-emissie neutraal.

Tabel 9. Inschatting van de biodiversiteitswaarde van verschillende rietsystemen (+ tot +++ geeft mate van een positief effect) (Werf, 2014).

Functie	Open water riet	Oeverriet	Rietmoerassen	Rietteelt op natte percelen	Constructed wetlands	Bufferzone
Buffering van natuurgebieden	++	++	+++	+	+	++

Verder bevatten rietvelden belangrijke natuur- en landschapswaarden voor Nederland. In tabel 9 zijn deze natuurwaarden per rietsysteem weergegeven. Riet vormt namelijk met o.a. grote lisdodde, gele lis, kalmoes en eendenkroos een zogenoemde helofytenvegetatie. Er zijn vele internationale en nationale zeldzame moerasvogels zoals de blauwborst, purperreiger, roerdomp, rietzanger, woudaapje, porseleinhoen, snor, grote karekiet en bruine kiekendief die afhankelijk zijn van moerasgebieden met helofytenvegetatie (Natuurkennis, 2011). Daarnaast vormen helofyten ook een belangrijke paaiplaats. In figuur 7 wordt het verband weergegeven tussen de aanwezigheid van snoek tot de aanwezigheid van riet. Deze zijn sterk met elkaar verbonden.

Roofvissen zoals de snoek spelen weer een belangrijke rol bij het terugdringen van algengroei (Natuurkennis, 2011).



Figuur 7 Relatie tussen de procentuele areaalbedekking van een water met helofyten (uitgedrukt als waterriet) en de hoeveelheid snoek in kg/ha. (Natuurkennis, 2011).

Conclusie

Riet is zeer geschikt als natte teelt in Noord-Brabant. Met riet kunnen namelijk meerdere functies gecombineerd worden. Riet kan namelijk ingezet worden als CO₂ neutrale brandstof voor het opwekken van elektriciteit. Ook zijn rietvelden zeer geschikt voor waterretentie- en zuivering en dragen bij aan een hogere biodiversiteit van Nederland. Zie tabel 10 voor de algehele beoordeling van het gewas als natte teelt in Noord-Brabant.

Tabel 10. Beoordeling verschillende functies van riet.

	Waterberging	Waterzuivering	Productie	Marktkansen	Carbon Credits	Biodiversiteit	Relevantie
Riet	+++++	+++++	++++	++++	+++	+++	++++

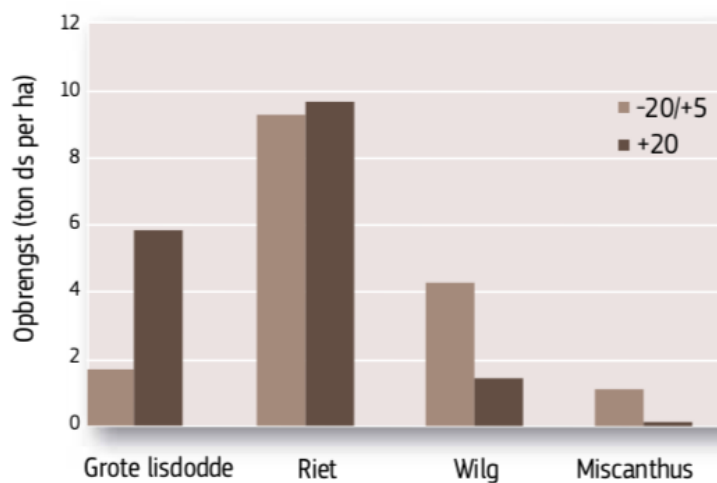
3.2.5 Olifantsgras

Olifantsgras (*Miscanthus giganteus*), zie figuur 8, is een meerjarig gras dat vier meter hoog kan worden. De plant heeft een voorkeur voor droge omstandigheden, maar kan overstromingen doorstaan (Muyllé, 2010). Olifantsgras is eigenlijk een exoot, maar omdat de plant geen zaden vormt, zal deze zich niet ongecontroleerd verspreiden. De afzetmogelijkheden zijn strooisel, energiegewas en bouw materiaal. Olifantsgras is niet geschikt als veevoer (Norman, 2005).



Figuur 8. Olifantsgras (WUR, 2019).

Onder de juiste omstandigheden kan olifantsgras tot 20 ton droge stof per hectare opleveren (Hulle, 2012). Bij een onderzoek in Denemarken was de opbrengst 10 ton droge stof per hectare op zowel matige als goede percelen (Larsen, 2016). Ook in Nederland zijn onderzoeken gedaan met olifantsgras (Monique Bestman, 2019). Bij deze onderzoeken lag de focus op de grondwaterstand. Bij een waterpeil van 20 cm boven het maaiveld was de opbrengst 0,1 ton per hectare, er waren maar enkele planten die dit waterpeil overleefde. Bij een waterpeil van 50 cm onder het maaiveld is de opbrengst 8 ton en bij waterpeil van 30 cm onder het maaiveld 7 ton. Vanaf een waterpeil van 20 cm onder het maaiveld heeft olifantsgras het moeilijk, zie figuur 9 voor de opbrengst bij verschillende waterstanden. Qua afzet zou olifantsgras als CO₂ neutraal brandstof kunnen dienen voor de opwekking van elektriciteit.



Figuur 9. Opbrengst (ton ds per ha) van de geteste potentiële natte teelten op een geplagde zode zonder bemesting bij een waterpeil van -20/+5 cm en +20 cm in het tweede (2018) volledige oogstjaar na aanplant (Bestman, 2019).

Conclusie

Olifantsgras is niet geschikt als natte teelt. De opbrengsten zijn namelijk te laag bij een hogere grondwaterstanden. Verder is olifantsgras een exoot en kan dus geen bijdrage leveren aan de Nederlandse natuur. Zie tabel 11 voor de algehele beoordeling van het gewas als natte teelt in Noord-Brabant.

Tabel 11. Beoordeling verschillende functies van olifantsgras.

	Waterberging	Waterzuivering	Productie	Marktkansen	Carbon Credits	Biodiversiteit	Relevantie
Olifantsgras	+	+	++	+++++	+++	+	++

3.2.6 Cranberry

De cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) is een klein meerjarig struikgewas en een kruipende overhangende plant zie figuur 10. De plant groeit goed in vochtige zure grond zoals heide of veen.



Figuur:10 Cranberry is een meerjarige, blad houdende plant. Cranberry is geschikt om te verkopen als versproduct of als ingrediënt voor confituur en sappen (Purmer M.j, 2019).

Qua waterhuishouding is de cranberry plant een lastige. De plant wortelt ondiep, maar heeft wel een hoog waterverbruik (25mm per week). Vanwege de ondiepe wortelzone wordt de cranberry besproken als geschikte natte teelt in het veenweidegebied waar een hoge grondwaterstand ervoor zorgt dat veenoxidatie gestopt wordt. De plant is niet in staat te wortelen in een waterverzadigde bodem of in de grondwater zone (Dronten, 2008).

Conclusie

Voor de teelt van cranberries moet men beschikken over een perceel waarbij de grondwaterstand nauwkeurig gestuurd kan worden. Hierbij is het niet mogelijk om water tijdelijk te bergen omdat de plant dan verdrinkt. Omdat in bij deze studie gaat over natte percelen waar in eerste instantie de grondwaterstand niet gestuurd kan worden en waar indien nodig water geborgen moet kunnen worden is de teelt van cranberries niet geschikt als natte teelt in Noord-Brabant. Zie tabel 12 voor de algehele beoordeling van het gewas als natte teelt in Noord-Brabant.

Tabel 12. Beoordeling verschillende functies van cranberry.

	Waterberging	Waterzuivering	Productie	Marktkansen	Carbon Credits	Biodiversiteit	Relevantie
Cranberry	+	+	++++	++++	+	+	++

3.2.7 Wilg

De katwilg (*Salix viminalis*) wordt van oudsher op vochtige percelen verbouwd, de zogenoemde grienden. Vroeger werden de twijgen van de wilg gebruikt om bijvoorbeeld manden van te vlechten, tegenwoordig worden wilgenplantages gezien als efficiënte en duurzame biomassa-producent. In 2011 werd circa dertig procent van alle in Nederland opgewekte hernieuwbare energie opgewekt uit hout (CBS, 2012).



Figuur 11. Buitendijkse wilgenakker aan de Oude Maas (Carnisse Grienden) (Ceinturion, 2007).

Wilgen zijn zeer geschikt voor gemechaniseerde aanplant en oogst. Per hectare worden er circa 15.000 wilgenstoven geplant. Hiervan worden om de 2 à 3 jaar de scheuten geoogst, waarna de stoven weer opnieuw uitlopen. Deze cyclus kan zich op zijn minst 20 jaar herhalen (InnovatieNetwerk, 2013). Grootschalige wilgenteelt is in Nederland voornamelijk niet mogelijk, omdat de wilgenenergieplantages economisch niet kunnen concurreren met landbouwgewassen. Wel liggen er kansen voor de niet productieve percelen en voor locaties waar plantages meerdere functies hebben zoals uiterwaarden.

Bij een droge wilgenplantage zijn opbrengsten te behalen van 6 tot 13 ton per hectare per jaar (Boosten M. J., 2010); (Maier, 2004); (Werner, 2004)). De opbrengst van wilgen bij verschillende waterpeilen is getest door Kennis Transfer Centrum (KTC) in Zegveld. Jonge wilgenstekken leverde bij een waterpeil tussen de 20 cm onder- en 5 cm boven maaiveld gemiddeld 4,3 ton droge stof per hectare. Bij deze waterstand was er geen uitval. Bij een waterpeil van 20 cm boven het maaiveld viel 4% van de planten uit en was er een opbrengst van gemiddeld 1,4 ton droge stof per hectare. Dit laat zien dat wilgen een hoger waterpeil grotendeels kunnen overleven, maar dat een lager waterpeil nodig is voor een goede opbrengst (Bestman et. al., 2019).

Wanneer uit gegaan wordt van tijdelijke waterberging zijn ook wilgen geschikt om te groeien in waterbergingsgebieden. De beste periode voor waterberging is dan de winter, omdat in het groeiseizoen de wilg gevoelig is voor langere periodes met waterverzadigde of overstroomde bodems. Daarnaast duurt het enkele jaren voordat een aangeplante wilgen plantage bestand is tegen waterberging in de zomer en moet er na de overstroming een periode volgen waarin de wilgen kunnen herstellen (Vreugdenhil, 2006). Wilgenplantages kunnen daarmee zogenoemde uiterwaarden vormen van een beek of rivier, zie figuur 11. Ook andere wetenschappelijke onderzoeken zien een wilgenbos als geschikt voor waterberging (Guo, 2002); (Runhaar, 2004); (Hommel, 2005); (Stuijzand, 2008).

Daarnaast staan wilgenplantages bekend om de mogelijkheden omtrent het zuiveren van afvalwater (Boosten A. O., 2014). Dit is anders dan het zuiveren van oppervlaktewater door lisdodde en riet. Omdat wilgen in principe niet onderwater staan kan vervuild water afkomstig uit bijvoorbeeld de voedselindustrie of de glastuinbouw met behulp van een irrigatiesysteem verspreid worden over een wilgenplantage. Doordat wilgen het water verdampen en de nutriënten gebruiken voor de groei wordt het afvalwater gezuiverd. Ook kunnen wilgen verontreinigingen opnemen zoals zware metalen. Organische verontreinigingen worden grotendeels afgebroken door bacteriologische

activiteit in de bodem. Deze vorm van waterzuivering wijkt af van de waterzuivering besproken bij de andere teelten. Door de verontreinigingen van het afvalwater kan deze vorm van waterzuivering niet gecombineerd worden met waterretentie.

De jonge wilgentwijgen met groenblad zijn geschikt als veevoer. Bladeren en twijgen samen bevatten hoge gehalten van selenium en zink en hebben een ruw eiwitgehalte van oplopend tot 190 gram per kilogram droge stof, zie tabel 4 (Luske, 2018). Ook zouden wilgentakken gebruikt kunnen worden voor de opwekking van energie. De verbrandingswaarde van grote lisdodde, riet, olifantsgras en wilg liggen dichtbij elkaar, maar grote lisdodde en wilg hebben de hoogste verbrandingswaarde, zie tabel 13.

Tabel 13. Verbrandingswaarde van geteste potentiële natte teelten (Bestman, 2019).

Strooiselsoort als droog materiaal	Verbrandingswaarde (MJ/kg)	Bron
Grote lisdodde	18,2	Wichtmann e.a., 2016
Riet	17	Wichtmann e.a., 2016
Miscanthus	17,6	Muyllé, 2010
Wilg	18,0	Kuiper e.a., 2008

Verder is wilg ook geschikt voor de productie van isolatiemateriaal in de vorm van geperste korrels, zie tabel 5 (Bestman et. al., 2019).

Door wilgenchips te gebruiken voor het opwekken van duurzame energie wordt de uitstoot van CO₂ uit fossiele brandstoffen vermeden. Deze emissiebesparing aan CO₂ kan verkocht worden in de vorm van renewable energy carbon credits. Met energieopwekking uit 1 ton luchtdroge wilgenchips kan de uitstoot van 0,675 ton fossiele CO₂ worden vermeden (Boosten, 2011). Wanneer de biomassa wordt gebruikt voor biobased producten zoals isolatiemateriaal kan de CO₂ langdurig worden opgeslagen.

Volgens verschillende onderzoeken is de soortensamenstelling van wilgenplantages voor de meeste soortengroepen duidelijk rijker dan graslanden en akkers (Rossenaar, 2009). Wilgenplantages worden bijvoorbeeld rijk bewoond door broedvogels, waaronder vogelsoorten van de rode lijst zoals de koekoek nachtegaal, spotvogel matkop en kneu (Boosten e.a., 2016)

Conclusie

Ook de wilg biedt kansen voor de natte landbouw in Noord-Brabant. De mogelijkheden zijn wel anders dan die van lisdodde en riet. De wilg kan in de winter meer water opvangen dan riet en lisdodde, doordat de stam hoger is dan de stoppel van riet en lisdodde. In de zomer loopt de productie van de wilg flink terug wanneer het waterpeil te hoog komt te staan, maar is tijdelijke waterberging zeker mogelijk. Wilgentakken kunnen gebruikt worden als CO₂ neutrale energiebron voor het opwekken van elektriciteit en heeft daarmee goede marktkansen. Daarnaast kunnen wilgenpercelen ook afvalwater zuiveren en hebben een hoge biodiversiteitswaarde. Zie tabel 14 voor de algehele beoordeling van het gewas als natte teelt in Noord-Brabant.

Tabel 14. Beoordeling verschillende functies van wilg.

	Waterberging	Waterzuivering	Productie	Marktkansen	Carbon Credits	Biodiversiteit	Relevantie
Wilg	+++++	++++	+++++	+++	+++	++++	++++

3.2.8 Populier

De populier (*Populus*), zie figuur 12, behoort net zoals de wilg tot de wilgachtigen, de Salicaceae. Er zijn ruim 40 soorten snelgroeïende grote bomen in de noordelijke gematigde zone, waarvan 2 inheems in Nederland: de zwarte populier en de ratelpopulier (Goudzwaard, 2013).



Figuur 12. Populieren groeien snel en kunnen erg hoog worden (Duiverman E, 2020).

De populier groeit bij voorkeur op een vochtige grond en is bestand tegen korte en langere overstromingen (Wetenschap, 2008). Ondanks de resistentie tegen overstromingen groeit de populier niet goed op natte gronden omdat deze gevoeliger zijn voor wind val en roest. Ook het

rooien van de bomen is op natte gronden een lastige klus met veel structuur schade van de bodem als gevolg (natuurpunt-noordlimburg, z.j.).

Populierenhout is grijs wit van kleur en licht van gewicht en wordt daarmee toegepast voor verpakkingsmaterialen zoals kratten, kistjes, pallets en vaten. Andere materialen die van populierenhout worden gemaakt zijn keukengereedschap, speelgoed, meubels, papier, karton, fineer, triplex, lucifers, klompen en surfplanken (Goudzwaard, 2013). Ook kan populierenhout met behulp van een hydro-thermische modificatieproces (platoniseren) omgezet worden tot duurzaam hout. Geplatoniseerd populierenhout kan daarmee ook voor de betimmering van buitengevels gebruikt worden en gaat minimaal 50 jaar mee (Platowood, z.j.). Het mooie van populieren is dat deze volledig gebruikt kunnen worden, er is geen resthout. Het stamhout gaat naar de zaagsector, het kophout wordt verwerkt in de papier en de vezelplaatindustrie en de schors wordt gebruikt als mulch in de tuinbouwsector (natuurpunt-noordlimburg, z.j.).

Populieren voor de productie van hout worden aan gepland voor een periode van 15 tot 20 jaar. Wanneer de boomstam op één meterhoogte een omtrek heeft van 160cm is deze kaprijp. De gemiddelde aanwas per hectare is 10,7m³ per jaar, maar 15 m³ is geen uitzondering (natuurpunt-noordlimburg, z.j.).

Zolang hout wordt gebruikt voor het bouwen van een huis, andere constructies of materialen die het doel hebben lang te bestaan wordt er CO₂ opgeslagen. Wellicht dat het mogelijk is om de afzet van het hout in eigen handen te nemen of goed in kaart te brengen om zo de opslag van CO₂ te waarborgen en in aanmerking te komen voor carbon credits.

Populierenbossen zijn rijker aan biodiversiteit dan grasland en akkers. Er zijn bijvoorbeeld 88 insectensoorten die afhankelijk zijn van de populier. De populier voedt zoveel insecten omdat de boom het gehele groeiseizoen nieuw blad aanmaakt waardoor insecten die blad eten altijd voedsel ter beschikking hebben.

Conclusie

De populieren is een zeer geschikte boom om te planten voor houtproductie. Het hout heeft vele toepassingen en de boom kan in zijn geheel gebruikt worden. Helaas hebben een zeer hoge grondwaterstand en overstromingen een negatieve invloed op de houtproductie waardoor de populier niet geschikt is als natte teelt in de context van Noord-Brabant. Zie tabel 15 voor de algehele beoordeling van het gewas als natte teelt in Noord-Brabant.

Tabel 15. Beoordeling verschillende functies van populier.

	Waterberging	Waterzuivering	Productie	Marktkansen	Carbon Credits	Biodiversiteit	Relevantie
Populier	+	+	+++++	+++++	+++	+++	+++

3.2.9 Zachte berk

Van de berk (*Betula pendula*) zijn zo'n 60 soorten bekend, de meest bekende soorten in Nederland zijn de ruwe-, zachte- en de zilverberk (groen-natuurlijk, z.j.). De zachte berk (*Betula pubescens*) houdt van matig vochtige en luchtige gronden en groeit bijvoorbeeld in berkenbroekbossen (zie figuur 13, langs vennen en op moerassige, arme grond (groen-natuurlijk, z.j.) en is bestand tegen korte overstromingen (Van Den Berk, z.j.), maar kunnen niet permanent onder water te staan. De berk groeit ook op voedselrijkere gronden, maar wordt daar makkelijk verdrongen door boomsoorten die hogere eisen stellen aan de bodem.



Figuur 13. Berkenbroekbos (Orcaborealis, 2008).

Het hout is een gewild houtsoort voor fineer, parket, meubels, triplex en sport- en huishoudelijke artikelen. Het is ook goed brandhout. Etherische oliën uit de bast van twijgen toppen worden gebruikt voor huidverzorgingsproducten. Op een goede grond is de maximale volume bijgroei net onder de 10 m³/ha/jr (Oosterbaan, 2007).

De zachte berk staat niet in het bijzonder bekend om de bijdrage die geleverd wordt aan de biodiversiteit. De berk is een echte pionier soort en kan op allerlei gronden en omstandigheden groeien. Doordat het blad zacht, en daarmee makkelijk verteerbaar is, kunnen de bladeren de bodemstructuur verbeteren en daarmee ook het bodem leven. Wel is de berk een thuishaven voor vele insecten (Stichting landschapsbeheer Zeeland, z.j.) en draagt daarmee bij aan het in standhouden van de insecten populatie in Nederland.

Zolang hout wordt gebruikt voor het bouwen van een huis of andere constructies of materialen die het doel hebben lang te bestaan wordt er CO₂ opgeslagen. Wellicht dat het mogelijk is om de afzet van het hout in eigen handen te nemen of goed in kaart te brengen om zo de opslag van CO₂ te waarborgen en in aanmerking te komen voor carbon credits.

Conclusie

Al hoewel de zachte berk ook in broekbossen voorkomt blijft het een boomsoort die geen hoge productie geeft bij een te hoge grondwaterstand. Hij komt voor op moerassige gronden omdat het een echte pionier soort is en daarom omstandigheden kan overleven waar andere plantensoorten afhaken. Als natte teelt in Noord-Brabant is de berk niet geschikt, omdat waterberging alleen zeer gelimiteerd kan plaats vinden. Zie tabel 16 voor de algehele beoordeling van de zachte berk als natte teelt in Noord-Brabant.

Tabel 16. Beoordeling verschillende functies van de zachte berk.

	Waterberging	Waterzuivering	Productie	Marktkansen	Carbon Credits	Biodiversiteit	Relevantie
Zachte berk	+	++	++	++	+++	++	++

3.2.10 Zwarte Els

De zwarte els (*Alnus glutinosa*) komt van nature voor op plekken waar voldoende vocht aanwezig is, zie figuur 14, zoals beekoevers, broekbossen en moerassen en is bestand tegen korte en langdurige overstromingen. Broekbossen zijn de van oorsprong natuurlijke vegetatie van beekdalen en beek overstromingsvlaktes (Visserij, 1989). De zwarte els kan overstromingen doorstaan doordat de boom in staat is zuurstof vanaf de basis van de stam naar de wortels te leiden (Siebel, 2015). De wortels kunnen hierdoor ook in natte, zuurstofarme bodems doordringen, tot wel vier meter diep.



Figuur 14. Elzenbroekbos in de Pastoorswei, Limburg. (Voogd M., 2019).

Van nature fungeert een elzenbroekbos voor de beek als buffer doordat het de piekafvoer kan afvlakken en overschot aan nutriënten kan opnemen. Verder zorgt het elzenbroekbos voor beschaduwden, waardoor de temperatuur en lichttoevoer van het beekwater laag wordt gehouden wat de algengroei in voedselrijkwater beperkt. De beperkte algengroei leidt er weer toe dat zuurstofgehalten van het water weinig fluctueren wat weer goed is voor waterorganisme.

De zwarte els is in staat stikstof uit de atmosfeer te winnen en daardoor kan deze op arme gronden groeien. Op drassige gronden kan men een gemiddelde bijgroei van 6 tot 12 kuub per hectare per jaar verwachten (Savill, 2010). Wanneer bij de houtkap de els tot op de grond toe wordt afgezet, groeit deze vanzelf weer opnieuw uit.

Het hout van de els is zacht en daardoor niet bedoeld voor constructies buiten. Wanneer het hout natgehouden of geheel afgesloten van zuurstof wordt, zal het lang goed blijven, dit maakt het hout geschikt als heipaal. Verder wordt het hout gebruikt voor het maken van bezemstelen, speelgoed, meubelen, sauna's, plaatmateriaal en muziekinstrumenten. De els is ook zeer geschikt als brandhout.

Doordat een elzenbroekbos een zeer hoge waterstand heeft is de afbraak van organisch materiaal traag. Ook zal er op de permanent natte delen veenvorming plaatsvinden. Naast de CO₂ opslag in de bodem blijft ook alle CO₂ opgeslagen in het hout dat niet verbrand of verteerd wordt. Wellicht dat het mogelijk is om de afzet van het hout in eigen handen te nemen of goed in kaart te brengen om zo de opslag van CO₂ te waarborgen en in aanmerking te komen voor carbon credits. Ook heeft de CO₂ opslag in de bodem potentie tot het verwerven van carbon credits.

Voor plantensoorten van natte standplaatsen en voor diverse zoogdieren zoals vogels, amfibieën en insecten zijn de elzenbroekbossen van grote ecologische waarden (Visserij, 1989). Eén van de redenen dat de zwarte els belangrijk is voor vogels is omdat de kegels gedurende de winter geleidelijk opengaan waardoor de zaden zich deze gehele periode kunnen verspreiden en vormen daarmee een belangrijke voedselbron voor vogels zoals sijsjes en putters (Hortus, z.j.). Ook vormen natte elzenbossen een habitat voor bijvoorbeeld de kraanvogel, otter, waterral, witgat, noordse woelmuis, heikikker en de kamsalamander (Christian Fritz, 2014). Karakteristieke plantensoorten uit de kruidlaag van een goedontwikkeld elzenbroekbos zijn: elzenzegge, pluimzegge, melkeppe, valeriaan, moerasspirea, kamvaren, hennepgras, wolfspoot en gele lis. In de struiklaag zijn zwarte bes en grauwe wilg kenmerkend. In natte periode staat het water boven maaiveld. Omdat niet alle kruiden en mossen soorten bestand zijn om onder water te staan concentreren deze zich vaak rondom elzestobben, de hoger gelegen delen. In de lage en permanenten natte delen groeien alleen planten die daar tegen bestand zijn zoals de gele lis, ijle zegge, wolfspoot en veenmos. Het elzenbroekbos wordt gezien als een van de rijkste bostypen van Nederland. Ook vormt het elzenbroekbos een thuisbasis voor unieke paddenstoelen- en mosflora. Daarnaast komen in natte milieus veel insecten voor. Insecten zijn weer een belangrijke voedselbron voor vissen die in de beek leven zoals de bekprik, rivierdonderpad en het berrmpje (Visserij, 1989). Door al het water zijn deze bostypen ook slecht toegankelijk voor de mens, waardoor deze een rustig milieu vormen voor dieren.

Conclusie

De zwarte els is geschikt als natte teelt in Noord-Brabant, het elzenbroekbos behoort zelfs tot de oorspronkelijke vegetatie van de beekdalen. Het bos typen geeft ruimte voor waterberging en zuivert van nature het water van nutriënten. De marktkansen voor de biomassa zijn nog beperkt en liggen vooral bij brandhout voor particulieren of energiecentrales. Qua biodiversiteit is een elzenbroekbos een echte aanwinst voor de Nederlandse natuur. Zie tabel 17 voor de algehele beoordeling van het gewas als natte teelt in Noord-Brabant.

Tabel 17. Beoordeling verschillende functies van de zwarte els.

	Waterberging	Waterzuivering	Productie	Marktkansen	Carbon Credits	Biodiversiteit	Relevantie
Zwarte els	++++	++++	+++++	+++	+++	+++++	++++

4. Groeivoorwaarden van de relevante natte teelten voor Noord-Brabant

De volgende vier natte teelten zijn in het vorige hoofdstuk naar voren gekomen, omdat deze teelten mogelijkheden bieden met het oog op waterberging, waterzuivering, biodiversiteit en reductie van CO₂-emissie. De volgende teelten worden hieronder per paragraaf uitgewerkt: riet, lisdodde, wilg en zwarte els. In eerdere onderzoeken naar natte landbouw worden teelten vooral geselecteerd op veenoxidatie, In dit onderzoek is bij de selectie vooral gekeken naar de mogelijkheden rondom waterretentie en een marktafzet.

4.1 Riet

Waterpeil

Riet is minder afhankelijk van het waterpeil dan lisdodde. Door Korevaar & van der Werf (2014) wordt de rietteelt opgesplitst in twee categorieën, namelijk rietmoerassen, met een productie van 7 tot 10 droge stof per hectare per jaar en rietteelt op natte percelen met een productie van 20 ton droge stof per hectare per jaar. In een onderzoek bij KTC was de opbrengst op een geplagde zode 9,7 ton droge stof per hectare bij een waterpeil van 20 cm boven het maaiveld en 9,4 ton droge stof per hectare per jaar bij een waterpeil van 20 cm onder het maaiveld tot 5 cm boven het maaiveld, zie figuur 6 voor een overzicht van deze onderzoeksresultaten. Volgens (Leithead, 1971) groeit riet het beste bij een waterpeil dat fluctueert tussen de 15 cm onder en 15 cm boven het maaiveld.

Na de oogst van riet mogen de stengels net zoals bij lisdodde niet onderwater komen te staan, omdat deze anders gaan rotten. In begin mei, wanneer riet een lengte speurt maakt moet het waterpeil nog onder de 30 cm boven het maaiveld blijven, vanaf ongeveer juni tot en met september kan riet een piekberging hebben van 1 meter boven het maaiveld zonder schade aan het gewas. De groei neemt dan wel af door dat het water licht wegvangt. Gemiddeld genomen kan in de zomer 2900 tot 4900 m³ water per hectare geborgen worden en in de winter 1360 tot 1900 m³ (Monique Bestman, 2019).

Waterkwaliteit

Riet dat voorkomt in de natuur wordt niet bemest, maar de rietproductie wordt wel beïnvloed door hoge of lage nutriëntenbeschikbaarheid. Vooral stikstof heeft veel invloed op de productie, fosfor in zowel hoge als lage concentraties lijkt de productie weinig te beïnvloeden (Jongschaap et al. 2005). Wanneer riet niet bemest wordt zal de productie lager zijn dan wanneer deze wel bemest wordt. Een onderzoek bij KTC laat duidelijk zien dat er verschil ontstaat tussen de opbrengst van bemest riet en niet bemest riet, zie figuur 6. De genoemde grafiek laat zien dat bij een waterpeil onder het maaiveld de productie onbemest 9,4 ton droge stof was en dat dit opliep naar 12,6 ton droge stof met 300 kg N per hectare en daarmee 3,2 ton/25% hoger is. Bij het waterpeil boven het maaiveld was de productie onbemest 9,7 ton droge stof en bemest 11,3 ton en daarmee 1,6 ton/14% hoger. Bemesting heeft meer effect bij een laag waterpeil omdat hier minder uitspoeling plaats vindt.

Riet doet het goed in nutriëntrijke omstandigheden en kan groeien bij een pH van 4,8 tot en met 8,2 (DUKE, 1979). Het voordeel van riet is dat deze zich ook kan aanpassen om in omstandigheden waar minder of lage concentraties aan nutriënten beschikbaar zijn te overleven. Een voorbeeld van deze aanpassing is het verhogen van ammoniumopname (Romero et al., 1999).

4.2 Lisdodde

Waterpeil

Een goed startpunt om te kijken wat de groeivoorwaarden zijn van lisdodde is de natuurlijke standplaats. Zowel in 2016 als in 2017 hebben studenten van het MBO Life Science Watermanagement en Milieu de natuurlijke groeiplaatscondities van grote- en kleine lisdodde in kaart gebracht. In totaal zijn er 77 natuurlijke standplaatsen waar lisdodde in grote getalen voorkomen onderzocht. Op elke standplaats zijn 6 parameters gemeten, dit waren de waterstand, baggerdikte, EC, pH, plantdichtheid en het zuurstof percentage van het water.

Tabel 18. Waterstanden waterkwaliteit metingen van lisdodde op verschillende locaties in de natuur (Better Wetter, 2018).

Parameter	Totaal	Grote lisdodde	Kleine lisdodde
Waterstand (cm)	32,5	28,9	43,1
Baggerdikte (cm)	15,1	13,4	19,1
EGV ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	535,7	541,8	492,3
pH	7,4	7,3	7,4
Dichtheid (n m^{-2})	10,4	10,1	10,9
O ₂ (%)	68,3	67,3	56,7

De resultaten zijn in tabel 18 uitgezet en vormen een goed beginpunt voor de opzet van lisdodde als natte teelt. Uit het hier besproken onderzoek is vooral het verschil in waterstand tussen de grote- en de kleine lisdodde opvallend. Met ruim 10 cm verschil geeft kleine lisdodde de voorkeur aan een hogere waterstand. De waterstand die leidt tot de optimale groei van lisdodde ligt boven het maaiveld, waarbij de lage delen van de plant onderwater staan, maar de bladeren die voor fotosynthese zorgen grotendeels bovenwater. De optimale waterstand heeft een breed bereik. Bij waterstanden hoger dan het optimum kunnen de planten blijven groeien, maar komt het gewas minder uitbundig tot bloei en zijn er minder wortel uitlopers (Grace, 1981).

Er is een duidelijk verschil in het optimum waterpeil tussen grote- en kleine lisdodde. Kleine lisdodde heeft smalle en lichte bladeren die makkelijk de hoogte in kunnen groeien. Bladeren van grote lisdodde waaien laag uit waardoor bij grote lisdodde dus relatief meer bladgewicht laag bij de bodem aanwezig is. In minder diep water zal grote lisdodde de kleine lisdodde weg concurreren en in diepere wateren kleine lisdodde de grote lisdodde (Grace, 1981)

Voor grote lisdodde worden door verschillende bronnen een waterpeil genoemd tussen de 0 en 80 cm boven het maaiveld met als optimum een waterstand van rond de 20 centimeter, zie tabel 18. Kleine lisdodde wordt in de literatuur een groter waterstand bereik gegeven, zie tabel 19, van 50 tot 100 cm boven het maaiveld, met een optimale waterstand rond de 70 cm en zelfs standplaatsen met een waterpeil van 150 cm.

Lisdodde groeit ook bij een waterstand tot 10 cm onder het maaiveld, maar heeft dan veel last van concurrentie van andere planten. Ondanks dat er een grote variatie mogelijk is in de waterstand, kan gesteld worden dat de minimale waterstand 5 cm boven het maaiveld moet staan en dat deze in de winter niet hoger komt dan de stoppels van de lisdodde om te voorkomen dat de plant stikt en gaat rotten.

Tabel 12. Optimale waterstand lisdodde op basis van verschillende onderzoeken (Better Wetter, 2018).

	Grote lisdodde	Kleine lisdodde
Waterdiepte		
Grace & Wetzel (1981;1982)	range van 15 tot 50 cm, optimum op ca. 20 cm	range van 50-100 cm, optimum op ca.70 cm
Grace (1989)	range van 5 tot 83 cm, optimum op ca. 22 cm	
Weeda <i>et al.</i> (1994)		maximaal 150 cm
Sharp (2002)	range van 0 tot 40 cm	
Aulio (2014)	gemiddeld 19 cm	gemiddeld 42 cm
Better Wetter (2016-2017)	range van 15 tot 40 cm, gemiddeld 28,9 cm	range van 20 tot 65 cm, gemiddeld 43,1 cm
VIC (2016)	range -10 tot 20 cm	

Bij KTC is de opbrengst van grote lisdodde bij verschillende waterstanden in twee opvolgende jaren onderzocht. Bij een waterstand van minimaal 20 cm boven het maaiveld was de opbrengst in 2017, 5 ton hoger en het jaar daarna 4 tot 7 ton hoger dan bij een waterstand van 20 cm onder het maaiveld tot 5 cm boven het maaiveld, zie figuur 6 voor een overzicht van de resultaten van dit onderzoek.

Na de oogst van lisdodde mogen de stengels net zoals bij riet niet onderwater komen te staan, omdat deze anders gaan rotten. In mei wanneer lisdodde een lengte speurt maakt moet het waterpeil onder de 30 cm boven het maaiveld blijven, vanaf juni tot en met september kan lisdodde makkelijk een piekberging hebben van 1 meter boven het maaiveld zonder schade aan het gewas. De groei neemt dan wel af doordat het water licht wegvangt. Gemiddeld genomen kan in de zomer 2900 tot 4900 m³ water per hectare geborgen worden en in de winter 1340 tot 1900 m³ (Bestman, 2019).

Waterkwaliteit

Er zijn relatief weinig studies gedaan betreft bemesting van lisdodde. Dit komt omdat lisdodde vaak groeit in gebieden waar veel nutriënten in het oppervlaktewater zitten en omdat productie percelen vaak door de drainage van omliggende akkerbouw percelen gevoed worden. Tevens moet er goed opgelet worden dat de nutriënten niet de grens overschrijden die door het waterschap zijn opgesteld (art. 10.4. Meststoffenwet; art. 11.1. Meststoffenwet, 2016). Natuurlijk heeft de beschikbaarheid van nutriënten zeker invloed op de groei van lisdodde.

In het aangehaalde onderzoek op de vorige pagina wordt ook de invloed van bemesting op de productie duidelijk weergegeven, zie figuur 6. Op een geplagde zode zonder bemesting met een waterpeil van 20 cm boven het maaiveld had lisdodde een opbrengst van 9 ton droge stof per hectare en het perceel met bemesting een opbrengst van 10 ton droge stof per hectare, dit is een verschil van 10%. De bemesting bedroeg in het eerste jaar 150 kg stikstof en in het tweede jaar 300 kg stikstof. De bemesting was in het eerste jaar lager omdat de lisdodde toen net aangeplant was en dus een lagere nutriënten behoefte had.

Een ander onderzoek over het effect van stikstof (N) en fosfor (P) op plantgemeenschappen bevestigd ook dat bemesting bijdraagt aan een betere plant ontwikkeling (Connie Chiang, 2000). In dit onderzoek werd de bodem 22.4 g/m²/jaar N en 4.8 g/m²/jaar P verrijkt en oogstte daarnaast verschillende planten om de biomassa en de Leaf Area Index (LAI, bladoppervlakte per grondoppervlakte) te bepalen. Een stijging in de totale biomassa werd gevonden wanneer alleen fosfor werd toegebracht, maar deze stijging was niet waarneembaar bij stikstof, zie tabel 20. Ook was er geen toename in biomassa waarneembaar voor zowel stikstof als fosfor wanneer alleen gekeken werd naar de bovengrondse delen van de plant. Er werd ook een toename gevonden in LAI bij toegevoegde fosfor en toegevoegde stikstof en fosfor wat neerkomt op een hogere biomassa per vierkante meter. De verhoogde LAI zorgde ook voor een verhoogde fotosynthese per grond oppervlakte. De bemesting had geen effect op fotosynthese zelf van de plant.

Tabel 20: Leaf Area Index en fotosynthese van lisdodde bij verschillende bemestingsbehandelingen (Connie Chiang, 2000).

Treatment	Leaf Area Index	Photosynthesis (leaf area)	Photosynthesis (ground area)
Control	0.19	16	3
High N	0.18	17.5	3.2
High P	1.56	17	26.5
High N and P	1.65	18.1	29.9

Het lijkt erop dat bij deze studie in de natuur (Everglades National Park) fosfor het element was de groei van lisdodde beperkte, zeker omdat bij het onderzoek van KTC stikstof zeker een effect had op de opbrengst. Dit geeft de conclusie dat bemesting een invloed heeft op de opbrengst van lisdodde. Verder was de conclusie van het onderzoek dat de reactie van waterplanten op de toegevoegde fosfor wordt beïnvloed door de bodemvoorraad van fosfor (Connie Chiang, 2000). Dit betekent dat wanneer men wil bemesten er per situatie gekeken moet worden welke bemesting de meest productie geeft.

Deelconclusie

Omdat lisdodde in Noord-Brabant in gezet kan worden om het oppervlaktewater te zuiveren is het niet gewenst het water of de bodem te de verrijken met nutriënten. Zoals studies duidelijk aantonen heeft de beschikbaarheid van nutriënten een sterke invloed op de opbrengst. Het oppervlaktewater in Nederland is rijk genoeg aan nutriënten om de planten te laten groeien en dit heeft geeft geen beperking in de gebieden die in aanmerking kunnen komen voor de teelt van lisdodde. Wel is het aan te raden om lisdodde teelten op te nemen in landbouw gebieden waar zij direct de uitgespoelde nutriënten van akkerbouwpercelen uit het oppervlaktewater kunnen zuiveren. Daarnaast is het raadzaam om per gebied de opbrengst van lisdodde zonder bemesting in kaart te brengen zodat het waterschap met een compensatie kan komen voor het opbrengstverlies ten behoeve van de waterzuivering.

4.3 Wilg

Waterpeil

Wilgen zijn ook geschikt voor waterberging, maar zijn in het groeiseizoen gevoelig voor hoog water. Dat maakt dat waterberging het beste kan plaats vinden in de winter. In de zomer kan waterberging wel tijdelijk plaats vinden, maar onderzoek heeft aangetoond dat overstromingen en water tot aan het maaiveld voor een duur van 10 weken en langer de groei afremmen. Daarnaast zijn wilgen pas bestand tegen hoog water in de zomer als deze een aantal jaar oud zijn en als de waterberging gevolgd wordt door een tijd waarin de wilgen ook weer kunnen herstellen (Vreugdenhil, 2006).

Wilgen kunnen in het groeiseizoen ook prima omgaan met een lage grondwaterstand van bijvoorbeeld 50 of 100 cm onder het maaiveld. Voor de meeste bodemtypen is een grondwaterstand van ruim 1 meter onder het maaiveld de optimale diepte voor boomgroei (Vroon, 2000). Een ondiepe grondwaterstand verkleint het doorwortelbare volume van de bodem. Bij vernatting van bestaande drogebossen of wilgenplantages zal het wortelstelsel dan ook tijd nodig hebben om zich aan de beperkte doorwortelbare bodem volume aan te passen (Olsthoorn, 2002). Bij het onderzoek 'effect van vernatting in bos' heeft men onderzocht hoever men het water kan laten stijgen zonder wortel sterfte, zie tabel 21 (Olsthoorn, 2002) . Ondanks dat er geen wortelsterfte optreedt bij een geringe grondwaterpeil verhoging wordt de opbrengst alsnog grotendeels bepaald door het grondwaterpeil op lange termijn zoals eerder besproken, per grondwatertrap verschilt dus de jaarlijkse bijgroei.



Figuur 15. Wilgen op een geplagde zode met vast waterpeil van 20 cm boven het maaiveld. De wilgen blijven wel in leven, maar geven een lage productie (Bestman, 2019).

Tabel 21. Globale indicaties ten aanzien van de maximaal toelaatbare stijging van de GLG (=gemiddeld laagste grondwaterstand) per grondwatertrap en per boomsoortengroep (Olsthoorn, 2002).

Grondwatertrap	Boomsoortengroep (tolerantieklasse):			
	wilg, populier en els	es	linde, iep, paardekastanje en berk	beuk, eik, lariks en douglas
I	2 dm	1-2 dm	1 dm	0-1 dm
II	2-3 dm	2 dm	1-2 dm	1 dm ⁺
III	3 dm	3 dm	2-3 dm	2-3 dm ⁺
IV	4 dm	3-4 dm	3 dm	2-3 dm ⁺
V	4 dm *	3-4 dm *	3 dm *	3 dm **
VI	5 dm *	4-5 dm *	4 dm *	4 dm **
VII	5 dm *	4-5 dm *	4-5 dm *	4 dm **

⁺ = Gecontroleerd met veldwaarnemingen

^{*} = Minimumindicaties waarbij er voorzichtigheidshalve van uit is gegaan dat de GLG zich direct onder het niveau van 120 cm minus maaiveld bevindt. In de praktijk zal dat bij de drogere Gt's echter lager zijn en dan zijn grotere stijgingen aanvaardbaar al naar gelang de GLG dieper ligt.

Wanneer er wordt uitgegaan van een optimale grondwaterstand van -100 cm (Grondwatertrap IV) kan deze met 4 decimeter verhoogd worden wat een maximale grondwaterstand geeft van -60 cm onder het maaiveld.

(Boosten M. J., 2010) Geeft aan dat een droge wilgenplantage een opbrengst van 6 tot 13 ton droge stof per hectare per jaar kunnen geven. Onderzoek van het KTC liet zien dat naarmate het waterpeil stijgt de productie afneemt, maar dat de wilgen de waterstand wel grotendeels overleven. Zo gaven jonge wilgenstekken van de kloon Klara op een geplagde zode een productie van 4,3 ton droge stof bij een waterpeil van 20 cm onder tot 5 cm boven het maaiveld en 1,4 ton bij een waterpeil van 20 cm boven het maaiveld, zie figuur 15. Bij de waterstand van 20 cm boven het maaiveld viel 4% van de planten uit.

Waterkwaliteit

Omdat een wilgenplantage alleen in de winter water kan bergen vindt er geen waterzuivering plaats. Daarom wordt hier verder niet ingegaan op het effect van bemesting.

4.4 Elzenbroekbos

Waterpeil

Broekbossen zijn bossen met een hoge grondwaterstand. Broekbossen komen voor met verschillende soorten samenstellingen. De samenstelling bepaalt om wat voor broekbos het gaat, voorbeelden zijn: elzenbroekbos, elzen-essenbos en berkenbroekbos. De soortensamenstelling van planten wordt weer bepaald door het grondwaterpeil en de zuurgraad.

Het verschil tussen een elzen-essenbos en een elzenbroekbos wordt bepaald door de grondwaterstand (Ouden, 2010). De hoogte van de grondwaterstad leidt namelijk tot een verschil in de afbraak van organisch materiaal zoals bladeren en daardoor in een verschil in humusvormen in de bodem (Ouden, 2010). Elzenbroekbossen hebben oorspronkelijk het gehele jaar een stabiele grondwaterstand rond het maaiveld en bij elzen-essenbossen varieert deze grondwaterstand meer. In beekdalen met een hoge zuurgraad komt van nature juist een berkenbroekbos voor, het omslagpunt ligt ongeveer bij een C/N-ratio in de bovengrond van 15 (wanneer lager: elzenbroek, wanneer hoger: berkenbroek; (Stortelder, 1998). Berken zijn echte pioniers en daardoor beter bestand tegen zure gronden.

De chemische eigenschappen van het grondwater, de hoogte van de waterstand en de bodemtextuur zijn bepalend voor de vegetatie van bossen in beekdalen (Ouden, 2010). De gemiddelde laagste grondwaterstand voor het voorkomen van goed ontwikkeld elzenbroekbos in beekdalen is 60 cm onder het maaiveld (Stortelder, 1998).

Elzen-essenbossen komen van nature voor bij een gemiddeld hoge grondwaterstand, maar wel onder maaiveld, die tijdelijk boven of gelijk met het maaiveld staat zoals het geval kan zijn in de winter of in het vroege voorjaar. Belangrijk bij elzen-essenbossen is dat de grondwaterstand dieper weg zakt tijdens het groeiseizoen waardoor de grondwaterstand niet het gehele jaar tot aan het maaiveld reikt (Ouden, 2010).

Waterpeil en sturende biogeochemische processen

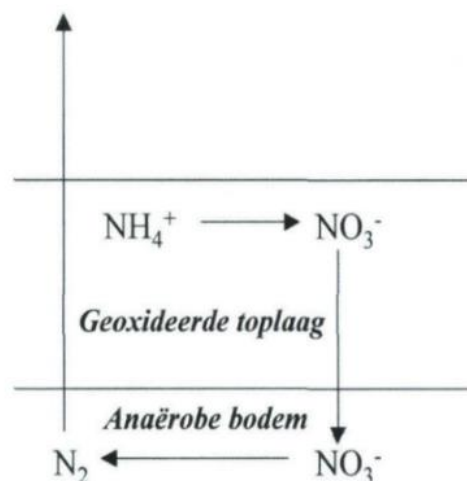
Vanwege de huidige nutriëntenverrijking van het oppervlaktewater vormen overstromingen een bedreiging van waardevolle vegetaties. Daarnaast wordt oppervlaktewater als vervanger voor kwel ingezet en verstoort dit de biogeochemische processen. Zoals al eerdergenoemd zijn elzenbroekbossen het natuurlijk habitat van beekdalen. De bossen worden van oorsprong gevoed door kwel en/of nutriënten arm regenwater. In elzenbroekbossen kan de totale fosfor- en stikstof concentratie wel behoorlijk hoog zijn, mede doordat de zwarte els stikstof zelf uit de atmosfeer kan binden, maar de beschikbaarheid hiervan voor planten neemt af bij hoge concentraties ijzer en calcium die in hoge concentraties voorkomen in kwelwater (Smolders A. L., 2003). IJzer en calcium worden normaliter door kwel aangevoerd en voorkomen ophoping van stikstof in de bodem doordat het bodem absorptiecomplex bezet is met calcium en ijzer waardoor ammonium (dat vrijkomt bij anaerobe afbraakprocessen zich niet kan binden en dus accumuleert. De zwarte els heeft in deze situatie een sterke concurrentiepositie omdat de boom in symbiose leeft met micro-organismen die atmosferisch stikstof kunnen binden. Doordat veel grondwater wordt onttrokken is de kwel in beekdalen afgenomen. Wanneer er geen kwel plaats vindt in een elzenbroekbos, kiest men er vaak voor het bos te voeden met oppervlaktewater om verdroging te voorkomen (Smolders A. L., 2003). Oppervlaktewater zorgt er echter voor dat de beschikbaarheid van stikstof en fosfaat toeneemt.

Als gevolg van deze sterke nutriëntenverrijking van de bodem en de waterlaag gaan kroossoorten domineren. Kroossoorten verdichten de waterlaag waardoor het water anaeroob wordt en de nalevering van fosfaat uit de bodem ook nog eens toeneemt.

Wanneer daarnaast het grondwater veel sulfaat bevat kan dit voor extra problemen zorgen, omdat bij een afname van ijzerinvloed sulfaat in anaerobe organische broekbosbodems wordt gereduceerd tot sulfide. Sulfide is giftig voor dieren en vele planten soorten en herkent men aan de geur van rottende eieren. Sulfide zal weer met ijzer reageren en vormt daarbij onoplosbare ijzersulfiden, waardoor de beschikbaarheid van ijzer afneemt om fosfaat te binden. Hiermee neemt ook de beschikbaarheid van fosfaat toe (Smolders A. L., 2003).

Voor het verkrijgen van een goede waterkwaliteit is kwelinvloed (de aanvoer van ijzer en calcium) en voldoende doorstroming, om vrijkomende nutriënten af te voeren, heel belangrijk. Om kwel te behouden in het elzenbroekbos is het van belang dat het waterpeilbeheer van het elzenbroekbos wordt afgestemd op de regionale kweldruk. Uiteraard wordt het regionale grondwaterpeil ook door de landbouw en steden bepaald en ligt hier een grote uitdaging om dit voor elkaar te krijgen.

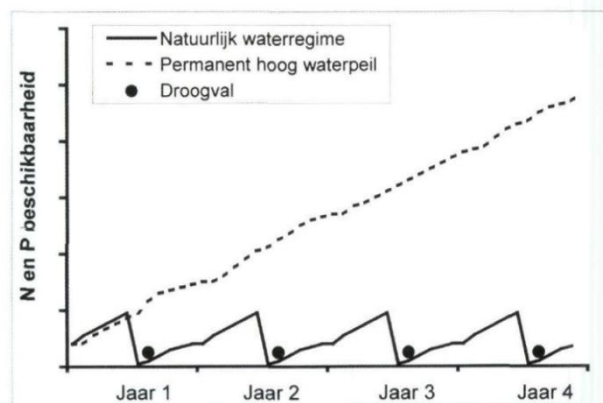
Natuurlijk spelen ook seizoensinvloeden een rol in de waterstanden en het is goed voor de bodem als deze fluctuaties plaatsvinden en de toplaag in de zomer droogvalt, met name wanneer het elzenbroekbos door omstandigheden toch gevoed moet worden met oppervlaktewater (Smolders A. L., 2003). De winter is vaak een periode met een hoge waterstand en de zomer met een lage. In de winter kan het waterpeil gerust wat omhoog, omdat door de lage temperatuur bodemprocessen dan veel trager zijn. Wanneer in de zomer delen van het broekbos droogvallen zullen er oxidatiereacties optreden, waardoor het nutriëntengehalte van de bodem zal afnemen, wat gunstig is voor het in standhouden van het elzenbroekbos. Ammonium wordt onder invloed van zuurstof geoxideerd tot nitraat. Nitraat wordt dieper in de bodem gedenitrificeerd waardoor er een nettoverlies van stikstof optreedt. Men noemt dit proces ook wel gekoppelde nitrificatie-denitrificatie zie figuur 16.



Figuur 16. Bij het tijdelijk droogvallen van de toplaag in een elzenbroekbos treedt er gekoppelde nitrificatie-denitrificatie op waarbij stikstof uit de toplaag verloren gaat. (Smolders A. L., 2003).

Ook voor het reduceren van het fosfaatgehalte van de bodem is het tijdelijk droogvallen van het elzenbroekbos een belangrijke jaarlijkse gebeurtenis. Bij droogval worden de eerder besproken ijzersulfiden geoxideerd, waardoor opnieuw de ijzer(hydr)oxiden ontstaan en sulfaat vrijkomt. Sulfaat is mobiel en zal bij waterpeilverhoging grotendeels uitspoelen, terwijl ijzer(hydr)oxiden immobiel is en in de bodem zal achterblijven. Met deze toename aan beschikbaar ijzer kan fosfaat weer geïmmobiliseerd worden en daalt de bodembeschikbaarheid, zie figuur 17 voor het verloop van beschikbaar stikstof en fosfaat bij twee soorten waterpeilbeheer.

Het tijdelijk droogvallen van organische bodems zal de afbraak van organisch materiaal niet versnellen, maar leidt vaak tot een netto afname van de gemiddelde afbraaksnelheid (Smolders A. L., 2003). Wanneer broekbossen voldoende toevoer van ijzer en calcium hebben door kwel moeten deze wel permanent nat blijven. Als deze pyrietrijke kwelzones namelijk droogvallen kan door pyrietoxidatie ernstige verzuring van de bodem optreden. Dit geldt niet voor de zones die hier omheen liggen en die indirect door het kwelwater beïnvloed worden.



Figuur 17. Tijdelijk droogval kan ervoor zorgen dat de beschikbare stikstof en fosfaat in de bodems van een elzenbroekbos op peil blijven. Dit is vooral belangrijk in elzenbroekbossen waar de toevoer van ijzer en calcium is teruggelopen door de afname van kwel. Hoge concentraties aan beschikbaar stikstof en fosfaat zullen de zwarte els en andere plantsoorten die thuishoren in het elzenbroekbos verdringen (Smolders A. L., 2003).

Deelconclusie

Een elzenbroekbos is een bijzonder habitat dat in staat is om in natte omstandigheden te groeien en bij een lage beschikbaarheid van stikstof en fosfaat. Het gemiddeld laagste grondwaterpeil mag niet lager komen dan 60 cm onder het maaiveld en het waterpeil staat van oorsprong het gehele jaar rond het maaiveld. Doordat huidige elzenbroekbossen tegenwoordig ook door oppervlaktewater gevoed worden is het van belang dat de toplaag in de zomer droogvalt. Het waterpeil en de beschikbaarheid van nutriënten beïnvloeden elkaar namelijk sterk en daarom is het belangrijk het waterpeil verantwoord te beheren.

5. Gebiedsverkenning

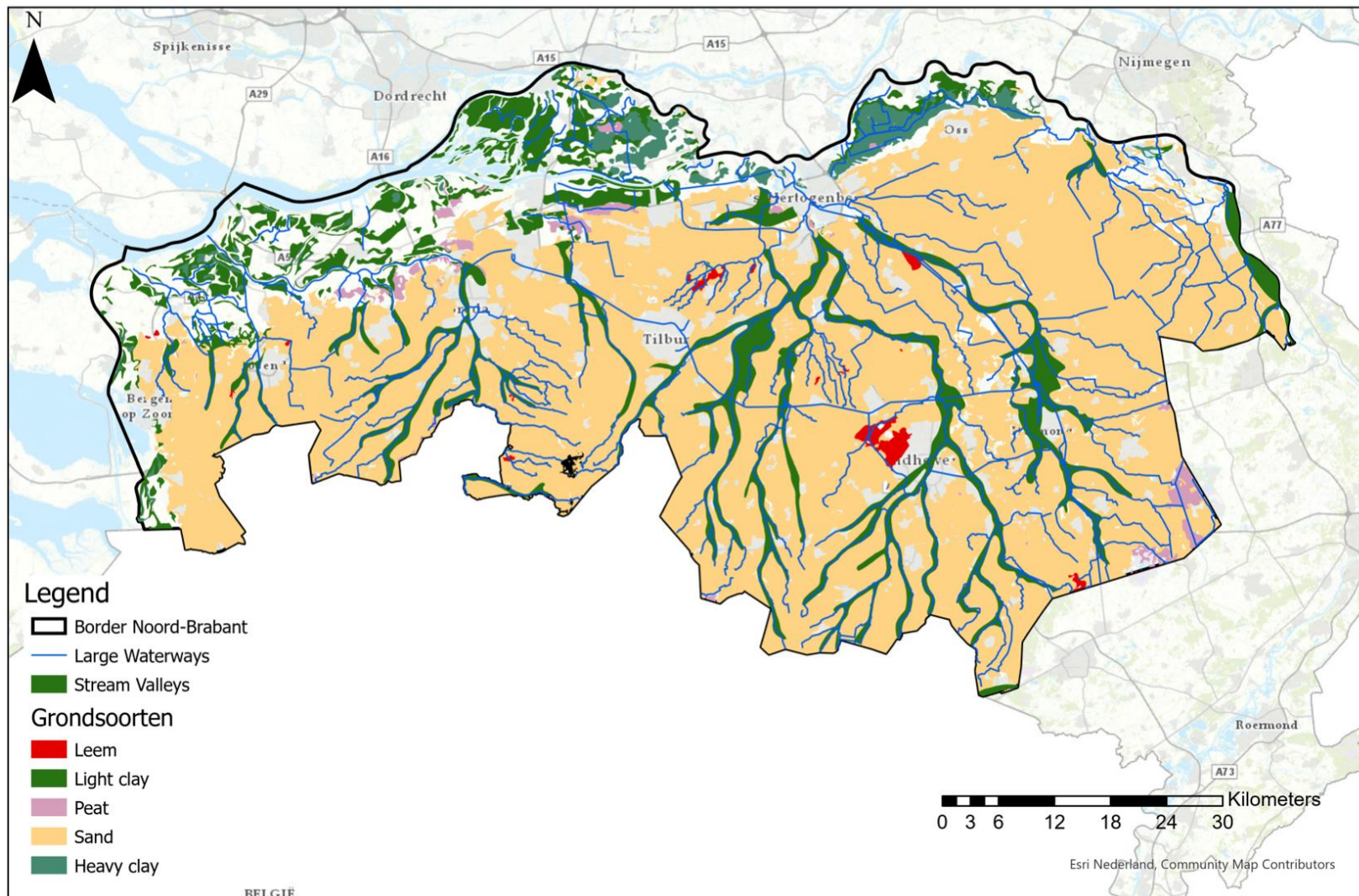
Uit het onderzoek naar de groeivoorwaarde van de betreffende natte teelten is duidelijk naar voren gekomen dat elke natte teelt zijn eigen voorkeur heeft wat betreft waterpeil. In tabel 22 zijn de waterpeilen per natte teelt overzichtelijk samengevoegd. In deze tabel is onderscheid gemaakt tussen grote- en kleine lisdodde. Grote lisdodde heeft meer spelingsruimte tussen het minimale en maximale waterpeil en daarmee ook meer wateropslag capaciteit. Verder is het optimale waterpeil van 20cm ook makkelijker te realiseren op landbouwland dan een optimaal waterpeil van 50cm. Om deze redenen wordt in de rest van dit onderzoek uitgegaan van grote lisdodde. Omdat het waterpeil bepaald welke planten er kunnen groeien betekent dit dat of de locatie van een perceel bepaald welke natte teelt het beste geteeld kan worden of dat er gebruik gemaakt moet worden van een constructed wetland. De locatie van het perceel bepaald namelijk welk laagste-, gemiddelde- en hoogste grondwaterpeil voorkomt en wat de mogelijkheden zijn het waterpeil te beheren.

Tabel 22. Waterpeil beheer voor de relevante natte teelten.

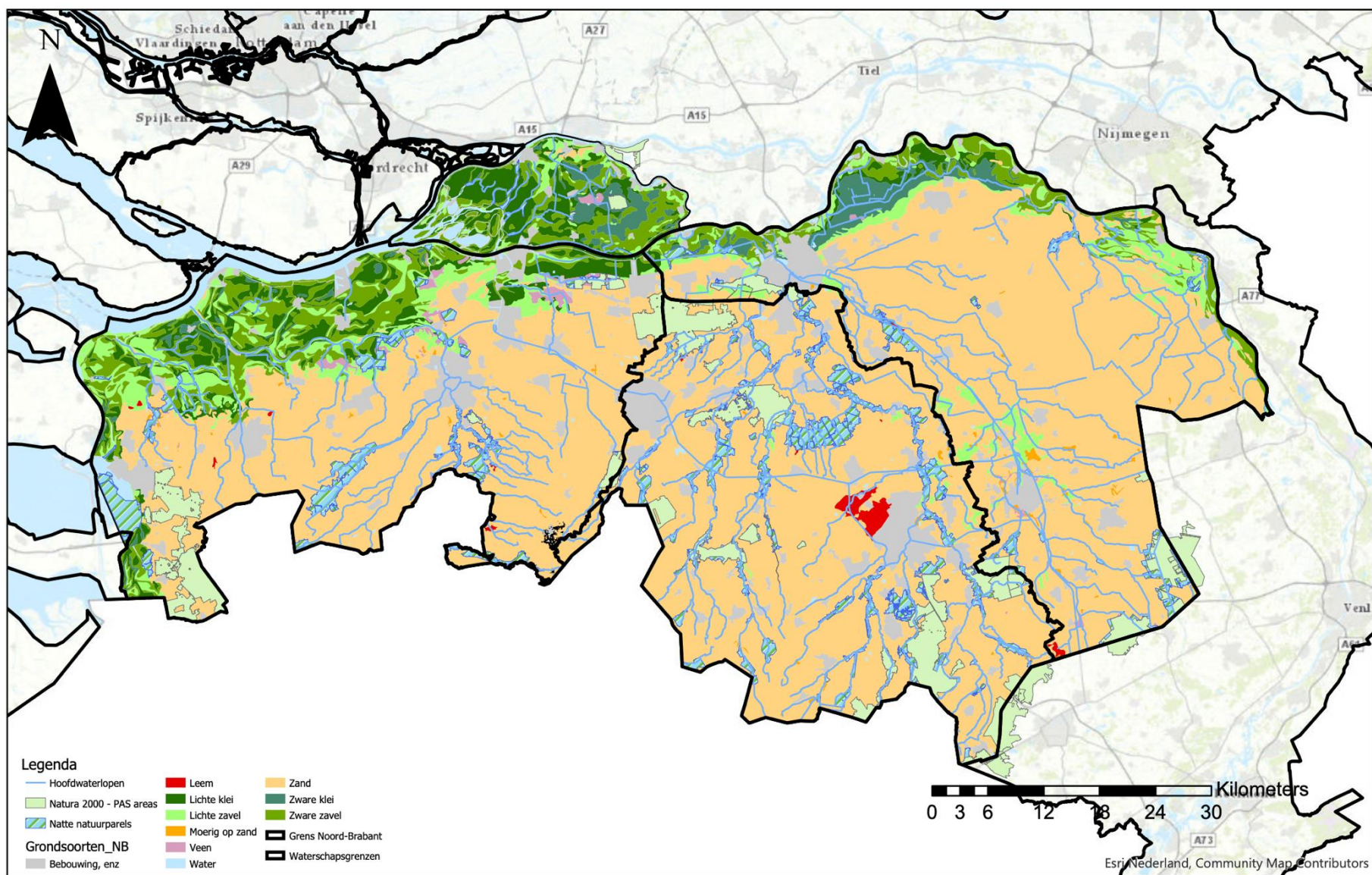
Natte teelt	Waterpeil in cm t.o.v. het maaiveld			Bijzonderheden				
	Minimaal	Maximaal	Optimaal	Fluctuaties	Droogvallen	Overstroming	Water kwaliteit	Opmerking
Zwarte els	-60	0	0	nee	ja	ja	Verbeterend	Moet droogvallen in de zomer
Grote lisdodde	5	80	20	ja	neen	n.v.t.	Verbeterend	Water niet boven stoppels
Kleine lisdodde	50	100	70	ja	neen	n.v.t.	Verbeterend	Water niet boven stoppels
Riet	-15	150	20	ja	ja	n.v.t.	Verbeterend	Water niet boven stoppels
Wilg	-120	-60	-100	ja	ja	ja	n.v.t.	Moet droogvallen in het groeiseizoen

Verder is het ook belangrijk dat er een waterstroom in de buurt is van het perceel. De meest ideale situatie zou zijn dat een watergang of beek door of langs het perceel zou lopen. Deze watergang geeft namelijk de mogelijkheid water te bufferen, vrij te geven en te zuiveren.

Om te kijken welke gebieden in Brabant geschikt zijn voor natte landbouw kan er in de genoemde volgorde gekeken worden waar geschikte gebieden liggen: Ligging beekdalen, verdeling grondwaterlichamen, gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand en bodemtype. Figuur 19 geeft een overzicht van de bodemtypes en de ligging van waterwegen en natuurgebieden. Een ander uitgangspunt is de ligging van natuurgebieden waaromheen natte landbouw als bufferzone kan fungeren en natuurgebieden met elkaar kan verbinden. In bijlage VII is op de kaart van Brabant aangegeven waar natuurgebieden met elkaar verbonden kunnen worden. Daarnaast kan de ligging van wateren waarvan uit Brussel bepaald is dat deze aan de eisen van Kaderrichtlijn Water moeten voldoen ook helpen de meest geschikte locatie te selecteren, zie bijlage VI voor een kaart met deze wateren. Figuur 18 is een kaart van Brabant waar de beekalen worden weergegeven met donkergroen, niet te verwarren met de klei in het Noordelijkste deel van Brabant. De beekdalen spreiden zich als boomwortels over de kaart uit. Verder is op deze kaart ook te zien waar de veengebieden liggen. De beekdalen bevatten ook vaak een veenlaag, dit is helaas niet op deze kaart te zien. Per locatie in het beekdal zal moeten bekeken worden tot welk grondwaterlichaam deze behoort om bijvoorbeeld te controleren of er sprake is van kwel of wegzwijging. Hoe hoger de grondwaterstand en hoe minder fluctuatie tussen de gemiddeld laagste en gemiddeld hoogste hoe makkelijker het is om het waterpeil te beheren.



Figuur 18: Beekdalen in Noord-Brabant.



Figuur 19. Combinatie van hoofdwaterwegen, natuurgebieden, bodemtype en de grens van de 3 betreffende waterschappen.

Voor de realisatie van elzenbroekbos is al eerder onderzoek gedaan naar geschikte locaties in Nederland. Op basis van SGR2- studie van (Gaast, 2002) is in kaart gebracht waar in Nederland kansen liggen voor de ontwikkeling van elzenbroekbossen (Hommel, 2005). Bij dit onderzoek is ook de natuurwaarde van een elzenbroekbos op verschillende locaties berekent. Deze natuurwaarden wordt bepaald door de geografie van de locatie. Ondanks dat de grootste oppervlakte aan gebieden waar elzenbroekbos tot ontwikkeling kan komen in laag Nederland liggen hebben deze een vrij lage natuurwaarde. Elzenbroekbossen met een hoge natuurwaarden zijn goed te ontwikkelen in de beekdalen van pleistoceen Nederland (Hommel, 2005). Verder is er in dit onderzoek gekeken naar de mogelijkheden betreft waterretentie. Voor meer informatie over deze gebiedsverkenning verwijzen wij u graag door naar het onderzoek 'Bos in water, water in bos, (Hommel, 2005).

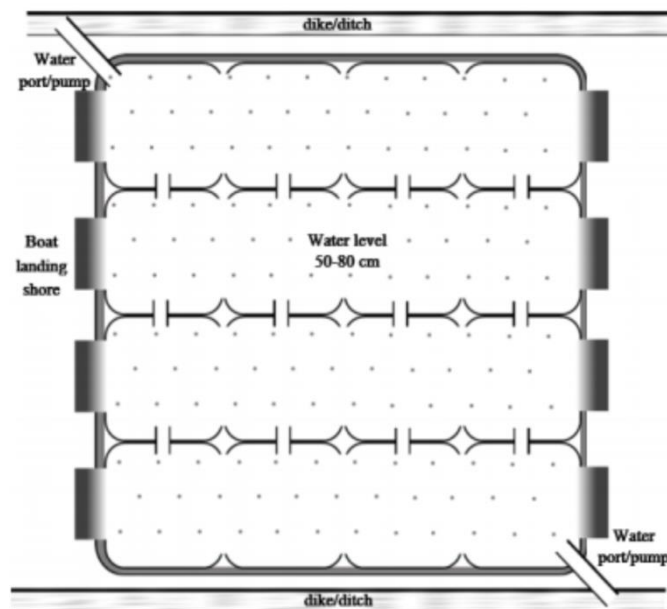
6. Constructed wetlands

Natte landbouw met riet, lisdodde, wilg en zwarte els geeft een aantal uitdagingen voor de agrarische ondernemer waaronder het aanplanten, onderhouden en oogsten van het gewas. Bij het aanplanten van lisdodde en riet speelt het waterpeil bijvoorbeeld een cruciale rol in het succes, het waterpeil bepaald namelijk de temperatuur van de bodem, de lichtbeschikbaarheid en de kans op stroming, het is dus erg belangrijk dat het water bij de aanplant niet te hoog staat en niet fluctueert.

Tijdens de teelt zorgt een te laag waterpeil er voor dat lisdodde last krijgt van concurrentie met onkruiden. Voor het oogsten is het belangrijk dat het water hoog staat zodat er met een boot geoogst kan worden, of juist heel laag zodat er nog redelijk over de bodem heen gereden kan worden met een machine. De laatste optie zorgt wel voor structuur schade van de bodem. Er is dus baat bij de mogelijkheid om het waterpeil te kunnen sturen. Daarnaast zorgt de natuurlijke stroming in wateroppervlaktes ervoor dat nutriënten zich verzamelen in zuidwestelijke hoek van het water. Door het veld op te delen in blokken wordt dit probleem opgelost. De verdeling van een perceel in blokken creëert ook de mogelijkheid om water via de langste weg over het perceel te laten stromen. Wanneer hier geen aandacht aan besteed wordt zoekt water altijd de kortste weg en krijgen de planten niet de kans de nutriënten uit het water te onttrekken en daarmee het water te zuiveren. Verder is het van belang dat de bodem een ondoorlatende laag heeft en is omringt met een dijk zodat water tijdelijk vastgehouden kan worden. Met het vasthouden van water kan water geborgen worden en gecontroleerd gezuiverd, zodat men ervoor kan zorgen dat het water aan de juiste kwaliteitseisen voldoet.

In de literatuur wordt de hierboven omschreven situatie een constructed wetland genoemd. Andere benamingen die ook voorkomen zijn waterpark, helofytenfilter, zuiveringsmoersas en een artificial wetland. In dit report zullen we naar de bovenstaande situatie verwijzen met constructed wetland.

Een voorbeeld van een constructed wetland wordt gegeven in figuur 20. Voor de hoogste opbrengsten en de efficiëntste werkwijze wordt daarom een constructed wetland aangeraden.

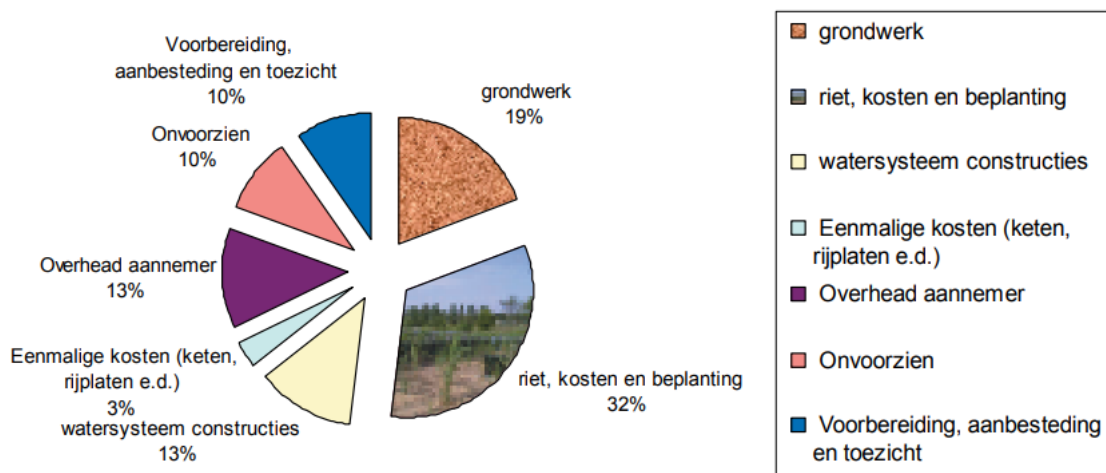


Figuur 20. Een plattegrond van een constructed wetland voor lisdodde. Het waterpeil kan kunstmatig dalen of stijgen. Daarnaast wordt het perceel door 3 lijnen in 4en gedeeld, maar staan de aparte vakken wel met elkaar in verbinden (Wymenga, 2015).

Investerings- en onderhoudskosten constructed wetland

Afhankelijk van de eisen van het rietveld lopen de investerings- en beheerkosten uiteen en zijn zeer afhankelijk van de situatie. Wil men water kunnen bergen en filteren dan is het noodzakelijk dat de bodem geen water doorlaat, het waterverloop in banen wordt geleid, het perceel omringd is met een dijk en het veld beschikt over een waterinlaat en uitlaat. De aanlegkosten voor z'n constructed wetland variëren volgens (Rombout, 2007) tussen de €12 en €20 per m² ofwel €120.000 tot 200.000 per hectare. De beheerkosten voor een dergelijk systeem zijn €0,20 per m² ofwel €2000 per hectare per jaar. Bij deze berekening van de aanlegkosten is de volgende kostenverdeling gemaakt, zie figuur 21.

Kostenverdeling vloeiveld



Figuur 21. Voorbeeld van kostenverdeling (Leidsche Rijn) vloeivelds grootste kostenposten: Grondwerk, vegetatie. Kosten €13/m² (Rombout, 2007).

Wanneer men de aanlegwerkzaamheden beperkt tot het aanleggen van een wal en het aanplanten van riet vallen de investeringskosten lager uit. Bij de aanleg van Waterpark Het Lankheet is het gelukt om voor €14.000 per hectare een helofytenfilter/constructed wetland aan te leggen. Hierbij bestonden de kosten uit het bouwrijk maken en aanplanten (*door riet te planten in plaats van te zaaien kan er sneller worden geoogst*), de kosten hiervoor zijn €12.000 per hectare. Voor lisdodde en riet geldt een aanplant bedrag van €1 tot €2/m² (Pers. Comm. Gert-Jan van Duinen). Hieruit kan opgemaakt worden dat €10.000 besteed werd aan het aanplanten en €2.000 aan de grondbewerking. Andere kosten zijn het afvoeren van de toplaag en het egaliseren. Het afvoeren kost €1500 en het egaliseren €500 per hectare. Maar omdat het rietveld niet rechtstreeks naast de beek ligt was het ook nodig om een aanvoerkanaal aan te leggen, kosten €75.000. De totale investeringskosten voor Waterpark Het Lankheet komen daarmee op €89.000. Hierna hoeft volgens (Arianne de Baeij, 2008) pas weer na 15 jaar te worden geïnvesteerd en zijn er voor riet geen onderhoudskosten. Na 15 jaar kan er riet worden bij gezaaid. De kosten hiervan zijn €200 per hectare.

In een ander project werd er €2.000 gerekend voor het aanleggen en aarden van een wal en €20.000 per hectare voor de rietaanplant (Arianne de Baeij, 2008). Wanneer deze cijfers worden vergeleken met de evaluatie van de Kaderrichtlijn Water, vallen deze alsnog laag uit. Hier rekent men op een eenmalige investering van €80.000 per hectare, met daarnaast een herinvestering van €9.800 iedere

6 jaar. Onderhoudskosten die hierbij in rekening worden gebracht zijn €500 in jaar 1 en 2 en €1.700 in jaar 3, 4 en 5, dit is gemiddeld €1.220.

Een ander voorbeeld zijn de horizontale helofytenfilters in Bergeijk, Sint-Oedenrode, Scheiendsven en een moerasbos bij de rwzi Hapert die door Waterschap De Dommel gerealiseerd zijn. Ook Waterschap de Dommel stelt dat een helofytenfilter aanleggen grote ingrepen vragen met een nodige investering. Op basis van hun ervaring wordt geschreven dat de aanleg- en inrichtingskosten €50.000 tot €200.000 per hectare zijn, dit is zonder de grondaankoop (Waterschap De Dommel, z.j.). De kosten voor beheer en onderhoud worden gemiddeld op €7.700/ha geraamd met een range van €770 tot €18.000/ha/jaar (Schomaker, 2005). Deze kosten bestaan onder anderen uit het maaien en afvoeren van riet, verwijderen van kroos, vuilverwijdering, baggeren (*ongeveer één keer in de 10 à 20 jaar*), onderhoud leidingen, monitoren (*bemonstering, analyse en verwerking resultaten*), energiekosten (pompen) en kapitaallasten.

Aanlegkosten wilgenplantage

In tabel 23 zijn de aanlegkosten van één hectare wilgen uitgewerkt. De aanleg van één hectare wilgen kost €3595,-. Om één hectare wilgen aan te planten zijn er 15.000 stekken nodig per hectare. De kosten per stek zijn €0,12. De kosten van de aankoop van stekken is dus €1800,- (InnovatieNetwerk, 2013). De aanlegkosten van één hectare wilgen is ook te bepalen door de intensiteit van de teelt. De andere kosten voor de aanlegkosten bestaan uit het voorbereiden van de akker of het gebied waar de wilgen moeten komen (Oldenburger M. B., 2011).

Tabel 23: De aanlegkosten van één hectare wilgen. (Oldenburger M. B., 2011)

Aanlegkosten	kosten per hectare
Ploegen	€ 222,00
Roteren	€ 80,00
Stekken planten	€ 1.000,00
Aankoop stekken	€ 1.800,00
Inboeten	€ 336,00
Wiedeggen	€ 31,00
Culteren	€ 126,00
Totale kosten	€ 3.595,00

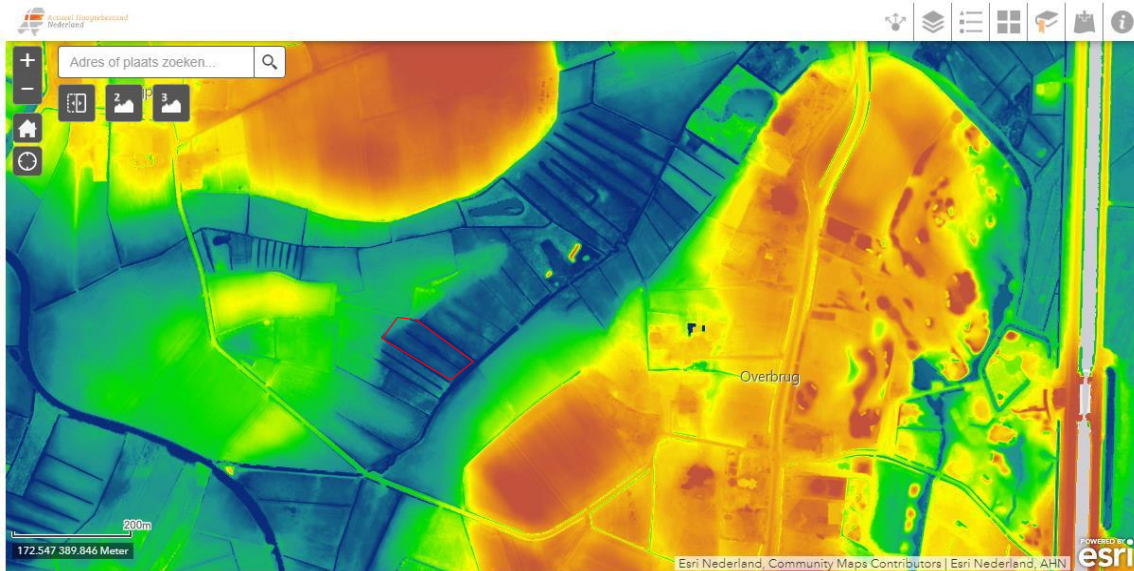
Deelconclusie voor verdere berekeningen

De investeringskosten voor een waterpark zijn sterk afhankelijk van de situatie en de eisen. Wanneer een individueel perceel omgebouwd moet worden naar een constructed wetland zijn de kosten het hoogst. Een perceel dat pal naast een beek ligt en over een ondoorlatende laag beschikt of wanneer waterberging en zuivering geen doel is, zal dat voor €20.000 gerealiseerd kunnen worden. In het geval dat waterberging en zuivering wel een doel is en de bodem moet worden voorzien van een ondoorlatende laag en het perceel niet direct naast de beek ligt lopen de investeringskosten makkelijk op tot €200.000.

Een andere en tevens de beste optie is om het beekdal als een geheel te behandelen. Dit kan door aan het einde van het beekdal een stuw te zetten, zodat het water in de beek omhoogkomt en het beekdal onderwater zet. Hierbij zullen de kosten bestaan uit het dempen van greppels, het aanleggen van een aantal dijkjes om het beekdal op te delen, verwijderen van gebouwen en het aanplanten van het gewas. De kosten per vierkante meter zijn hierbij veel lager. Voor het aanplanten van riet of lisdodde is de kostprijs €1 - €2/m² (pers comm. Gert-Jan van Duinen). De grondbewerking en het plaatsen van een stuw zal ook rond de €1 - €2/m² liggen. Een beekdal beslaat al snel 30 hectare, hierbij is het totale budget €600.000 - €1.200.000, met een kostprijs per hectare van €20.000 - €40.000 per hectare.

Voor onderhoudskosten geldt ook dat de kosten hoger zullen zijn wanneer waterparken op zichzelf staan en lager wanneer een beekdal als een geheel wordt beheerd.

Voor verdere berekeningen van het verdienmodel worden in dit onderzoek de investeringskosten en onderhoudskosten niet meegenomen. Juist omdat het hier om zulke hoge investeringen gaat zal de investering apart behandeld moeten worden, ervan uit gaande dat er een beleid moet komen om dit te kunnen financieren. Onderhoudskosten worden grotendeels gedekt door de agrarische ondernemer die de natte teelt zal exploiteren.



Figuur 22: Hoogte kaart Aarle-Rixtel. Rood hooggelegen grond en blauw laag gelegen grond. De blauwen percelen vormen samen een beekdal. (Pers. Comm. Gert-Jan van Duinen).

Figuur 22 geeft een kaart weer van een beekdal in de buurt van Aarle-Rixtel. Op deze kaart is met kleur de hoogte van het maaiveld aangegeven. Rood is hoog en blauw laag. Dit beekdal is een goed voorbeeld van een situatie waar natte landbouw gecombineerd kan worden met waterberging- en zuivering en waarin een beekdal als geheel omgezet kan worden tot waterretentie gebied in combinatie met natte landbouw. Met een rode lijn is op de kaart een perceel van 700 m² weergegeven. Juni 2020 is hier begonnen met een pilot. Deze pilot test de teelt lisdodde. De pilot is een samenwerking tussen het waterschap Aa en Maas en familie Swinkels van de Bavaria brouwerij (Pers. Comm. Gert-Jan van Duinen). In figuur 23 is deze pilot weergegeven.



Figuur 23: Aanlegwerkzaamheden pilot Aarle-Rixtel.

7. Ecosysteemdiensten van natte landbouw

In dit hoofdstuk wordt per teelt beschreven wat zij voor ecosysteemdiensten kunnen bieden. Een ecosysteemdienst is een dienst die door een ecosysteem aan mensen wordt geleverd (SCEP, 1971), zoals planten die voor zuurstof zorgen of bijen die bloemen bestuiven. Natte teelten kunnen ook ecosysteemdiensten leveren zoals waterberging, waterzuivering, behoud van biodiversiteit en de reductie van CO₂-emissie. Waterberging zorgt ervoor dat de samenleving droge periodes beter kan overbruggen, waterzuivering zorgt voor gezonder drinkwater, biodiversiteit behoudt voor het in standhouden van het ecosysteem en reductie van CO₂-emissie voor het tegen gaan van klimaatverandering.

In dit onderzoek wordt de kans voor een functiecombinatie van productie en ecosysteemdiensten van natte landbouw bekeken. In deze functiecombinatie is het de bedoeling dat al deze diensten een financiële opbrengst genereren. In dit hoofdstuk worden de ecosysteemdiensten verder toegelicht en de mogelijke financiële opbrengsten onderbouwd. In hoofdstuk 8 worden de opbrengsten uit ecosysteemdiensten opgeteld bij de opbrengsten uit de productie van biomassa en vergeleken met de kosten om tot een gewas saldo te komen.

7.1 Waterzuivering

Natte teelten kunnen goed worden ingezet om water te zuiveren. Elk gewas is in zekere zin een waterfilter. Het neemt nutriënten op uit het oppervlaktewater en laat daardoor schoner water achter. Vooral wanneer dit in Noord-Brabant in de beekdalen gebeurt waar ook waterbuffering mogelijkheden biedt kan natte teelt voor waterzuivering zorgen. Natte teelten kunnen dan worden ingezet om erfafspoeling, nutriëntenrijk slotwater of water uit een bufferzone tussen landbouw en natuur te zuiveren van nutriënten (Monique Bestman, 2019). Vooral Lisdodde en Riet kunnen forse hoeveelheden stikstof, fosfor en kalium opnemen en bij de oogst afvoeren. Wanneer er 25-30 ton droge stof van een hectare wordt geoogst, kan Lisdodde 500 kg stikstof afvoeren en riet tot wel 600 kg stikstof. Niet al deze nutriënten zijn uit het oppervlaktewater, het grootste deel komt namelijk uit de bodem. Tijdens het groeiseizoen onttrekt riet ongeveer 1kg fosfaat en 1 kg nitraat per ton droge stof uit

Financieel kan waterzuivering ook zorgen voor een opbrengst. Waterzuivering kan €300,- tot €500,- opleveren per hectare. Deze waarde is gebaseerd op de verwijderingskosten van fosfaat en nitraat uit water. Dit kan 10 euro per kg fosfaat of nitraat opleveren. Dit staat dus ongeveer gelijk aan €20,- per ton. Wanneer men uit gaat van een oogst van 25 ton/ha bedraagt de waterzuiveringswaarde dus €500,- per hectare per jaar. Hierbij geldt dat de waterbeheerder deze vergoeding alleen zal willen betalen op locaties waar dit qua waterkwaliteit noodzakelijk is (InnovatieNetwerk, 2007).

Het is belangrijk om duidelijk voor ogen te houden waar het om gaat, namelijk de totale nutriënten afvoer of alleen de nutriënten afvoer uit water. Andere bronnen vermelden namelijk een hogere afvoer van nutriënten dan hierboven genoemd (Monique Bestman, 2019). Hierbij worden naast riet ook de afvoer van nutriënten van lisdodde genoemd. Bij een oogst van 25–30 ton droge stof per hectare voert riet in totaal 50-60 kg P af en 600 kg N en lisdodde 80 kg P en 500 kg N (Geurts e.a., 2017a). In de winterbiomassa worden ook nutriënten opgeslagen, gemiddeld 60 kg N en 5 kg P bij lisdodde en riet, waarbij uitgegaan wordt van 6,5 ton droge stof per ha (Monique Bestman, 2019).

Dit komt grofweg neer op nog eens 1 kg N en 1 kg P per ton droge stof. In tabel 24 is een overzicht gemaakt van de genoemde waardes waarbij deze terug zijn gerekend naar afvoer per ton droge stof.

Dit overzicht laat duidelijk zien dat het grootste deel van de voedingstoffen uit de bodem worden opgenomen, maar alleen voor de opname van nutriënten uit water staat een vergoeding. Als de totale nutriënten opname van riet vergeleken wordt met die van lisdodde kan uitgerekend worden hoeveel nutriënten lisdodde uit water zou opnemen als dit één op één met elkaar te vergelijken is. Voor N is dit $(16,7/20)$ 0,84 kg en voor P is dit $(1,7/2,7)$ 0,63. De zuiverende werking van lisdodde is dus lager dan van riet. Daarnaast is ook de gewas productie van lisdodde lager (6,5-15 ton ds/ha) dan riet en komt de vergoeding voor waterzuivering bij lisdodde op ca 100-220 euro.

Tabel 24. Vergelijking nutriënten opname uit oppervlaktewater en totale nutriënten opname van de plant.

Afvoer van nutrienten per ton/ds		Riet		Lisdodde	
Bron	Toepassing op:	N	P	N	P
InnovatieNetwerk, 2007	Nutriënt opname oppervlakte water	1,0	1,0	onbekend	
Monique Bestman, 2019	Totale nutriënt opname	20,0	2,7	16,7	1,7

Waterzuivering is niet van toepassing op wilgenplantages, omdat deze alleen in de winter onderwater kunnen staan. In de winter is er geen groei en zal de wilg geen nutriënten onttrekken aan het water of de bodem. De aangehaalde mogelijkheid tot afvalwaterzuivering is in de context van waterberging niet te combineren.

Een elzenbroekbos heeft wel een water zuiverende werking, maar dit habitat is niet geschikt om met nutriëntenrijkwater gevoed te worden. Daarnaast is de zwarte els in staat om met behulp van een symbiose met bacteriën stikstof te binden uit de atmosfeer en zal daarom weinig stikstof uit de oppervlaktewater halen. Wel is het bos in staat de watertemperatuur laag te houden en licht aan het water te onttrekken door de schaduw van de bomen. Dit zorgt ervoor dat eventuele algengroei onderdrukt wordt. Het komt voor dat elzenbroekbossen die door kwel gevoed worden veel stikstof en fosfor binden in de bodem, maar dit is niet van toepassing wanneer men oppervlaktewater wil zuiveren omdat dat dan het elzenbroekbos voedt en de opslagcapaciteit van de bodem daarmee niet versterkt wordt. In dit onderzoek wordt verder niet uitgegaan van een waterzuiverendeffect van het elzenbroekbos en de daarbij horende vergoeding.

7.2 Waterberging

Perioden met hevige regenval komen steeds vaker voor in Nederland. Ook zijn er steeds meer lange periodes van droogte. Natte teelten bieden kansen om wateroverschot bij veel neerslag tijdelijk te bergen. Hierdoor kan het water op andere plekken zoals op akkers of bij bebouwing sneller worden afgevoerd. Dit kan zorgen voor besparing van kosten voor het waterschap die nu vaak schadevergoedingen moeten betalen bij agrarische ondernemers waar het water te lang op het land staat. Hierdoor kunnen er ook vergoedingen worden gegeven aan agrarische ondernemers/landeigenaren die door natte landbouw zorgen voor waterberging.

Doordat waterberging en waterretentie een belangrijk neven doel is in Noord-Brabant, is de gewaskeuze belangrijk. Hierbij zijn gewassen zoals: lisdodde, riet en wilg de juiste gewassen, doordat deze gewassen ook groeien in situaties waar in natte periodes een overstroming kan plaats vinden en in droge periodes de waterstand daalt en droogval plaatsvindt. Het waterbergend vermogen van lisdodde en riet is in de zomer 2900 tot 4900m³ per hectare. In de winter kan een volume van 1360 tot 1900m³ water per hectare worden vastgehouden (Monique Bestman, 2019). In de periode van juni tot en met september kan bij lisdodde en riet zelfs een piekberging van tot één meter worden gerealiseerd, hierbij kan er 6500 tot 8500m³ per hectare worden geborgen zonder dat het gewas hier schade aan ondervindt. Hierdoor kan wateroverlast op andere plekken worden voorkomen. Daarom kunnen waterschappen of provincies een vergoeding uitkeren voor waterberging. De bedragen hiervan zijn ongeveer € 0,10- 0,53 per m³ (Gert-Jan van Duinen, 2018).

De vergoeding voor waterberging is afhankelijk van de afspraken met het desbetreffende waterschap en uiteraard alleen van toepassing wanneer hier behoefte aan is. Waterschap Vallei en Eem geeft €550,- per jaar per hectare als vergoeding voor waterberging (InnovatieNetwerk, 2007). Een recenter voorbeeld is het beheerpakket voor waterberging op momenten van hevige regenval die sommige agrarische natuurverenigingen aanbieden waarvoor een jaarvergoeding staat van €1.470,- per hectare (Monique Bestman, 2019).

Afhankelijk van het gewas en de bergingscapaciteit wordt er een vergoeding berekend in het verdienmodel. Voor het bergen en het beschikbaar stellen van water wordt er in de Peel in Noord-Brabant gerekend met pomp- en transportkosten van € 0,20-0,35 per m³ (Stowa, 2015).

De opbrengst van waterberging wordt berekend door de hoogste opbrengst en kosten met elkaar te verrekenen. Daardoor wordt er gerekend met een opbrengst voor waterberging van €0,53-€0,35=€0,16 per m³.

Tabel 253. Berekening van vergoeding voor waterberging per teelt.

Teelt	Bergingscapaciteit in kubieke meters					Opbrengst
	maart-mei	juni-augustus	september-februari	Totaal	factor 0,7	Vergoeding
Lisdodde	3900	7500	1630	13030	9121	€ 1.459
Riet	3900	7500	1630	13030	9121	€ 1.459
Wilg	0	0	11000	11000	7700	€ 1.232
Zwarte Els	0	0	3000	3000	2100	€ 336

In tabel 25 is de berekening te zien van de vergoeding voor waterberging per teelt. De bergingscapaciteit wordt medebepaald door het seizoen en de planthoogte. Voor lisdodde en riet geldt dat het water niet hoger mag staan de plant zelf. Om die rede is de bergingscapaciteit bij riet en lisdodde in de winter het laagst en neemt deze toe met de groei van de plant, totdat deze weer gemaaid wordt. Van de bergingscapaciteit van riet en lisdodde zijn voor elke seizoen de gemiddelde genomen (Monique Bestman, 2019). Deze gemiddeldes zijn bij elkaar opgeteld, ervan uitgaande dat 3 keer per jaar gebruik wordt gemaakt van de mogelijkheid om water te bergen. Dit totaal is vermenigvuldigd met factor 0,7 omdat niet altijd gebruikt gemaakt zal worden van de maximale bergingscapaciteit. De uitkomst hiervan is weer vermenigvuldigd met de opbrengst van €0,16/m³.

Voor de wilg geldt dat alleen in de winter het water geborgen kan worden. Hierbij is uitgegaan van waterberging in de bodem en boven het maaiveld. Als de grondwaterstand 120cm onder het maaiveld staat in de zomer kan deze 120cm stijgen tot aan het maaiveld. Van de bodem is ongeveer 50% beschikbaar voor water of lucht, van deze 120cm blijft dus 60cm over voor de berging van water. Daarnaast kan er ook nog water op het land gezet worden, hierbij wordt 50cm water aangehouden. In totaal komt dit neer op een eenmalige waterberging van 110cm ofwel 11.000 m³.

De zwarte els moet in de zomer droogvallen bij gebruik van oppervlaktewater, maar het waterpeil mag niet lager dan 60cm onder het maaiveld. Ook bij deze berekening geldt de vuistregel dat 50% van de bodem beschikbaar is voor water. Dit betekent dat na de zomer ruimte is voor 30cm waterberging, wat neerkomt op een eenmalige berging van 3000 m³.

7.3 CO₂-opslag

Natte teelten bieden de kans om bodemdaling en de hier uit voorkomende uitstoot van broeikasgassen tegen te gaan in veengebieden of van veengronden. Door het hoge grondwaterpeil kan er geen veenoxidatie meer plaatsvinden, wat leidt tot een reductie van de daaruit voortkomende CO₂-emissie.

Wanneer daarnaast de biomassa wordt gebruikt voor de productie van bouwmaterialen zoals isolatiemateriaal of bio-plastic kan koolstofdioxide voor een langere periode vastgelegd worden. Daarnaast kunnen natte teelten met een groot veenvormend vermogen (Riet, Veenmos, Els) en bij gemiddelde waterstanden rondom maaiveld, CO₂ uit de atmosfeer vastleggen in de bodem door de bijgroei van ondergrondse biomassa.

Het is dus duidelijk dat natte teelten een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan het reduceren van CO₂-uitstoot en hier staat een economische opbrengst tegenover in de vorm van carbon credits. Hierbij is waterpeil beheer zeer belangrijk om de productie van grote hoeveelheden methaan te voorkomen.

Natte landbouw kan ook CO₂ neutrale energie leveren in de vorm van biomassa. Door biomassa van één hectare bij gebruik als biobrandstof kan 13 ton CO₂-emissie uit fossiele brandstof worden voorkomen, waarbij de emissie van twee ton CO₂ ten behoeve van de oogst, transport en opslag is meegerekend (Gert-Jan van Duinen, 2018). Bio-energie is 'groene' energie omdat de bron hernieuwbaar is. Biomassa raakt in tegenstelling tot fossiele brandstoffen niet op. Riet, lisdodde, zwarte els en wilg kunnen alle vier worden afgezet als biomassa voor CO₂ neutrale energie. De vraag naar biomassa is afhankelijk van de warmtevraag en het aanbod fossiele brandstof.

Voor dit onderzoek gaan we alleen uit van inkomsten uit de verkoop van carbon credits voortkomend uit de reductie van CO₂-emissie uit veengronden. Deze keuze komt voort uit het feit dat Carbon credits nog niet eerder zijn vrijgegeven op basis van opslag in bouwmaterialen en omdat carbon credits voor CO₂-neutrale energie in handen vallen van de energieproducent. In tabel 26 is deze financiële opbrengst weergegeven. De grote verschillen van de prijzen tussen de wereldmarkt en regionale markten komen door de motivatie die bedrijven hebben als het hen de mogelijkheid geeft om CO₂ te reduceren in regionale vernattingsprojecten, waarbij de investering uitstraalt naar de directe omgeving van een bedrijf (Bas van de Riet R. v., 2014). Voor verdere berekeningen in dit onderzoek wordt uitgegaan van een vergoeding van €35, omdat deze door meerdere bronnen op het gebied van natte landbouw wordt aangehaald.

Tabel 26: Prijzen van een ton CO₂ op verschillende vrijwillige markten. (Bas van de Riet R. v., 2014)

CO ₂ -markt	Prijs(euro/ton CO ₂)
Vrijwillige globale CO ₂ -markt(gemiddelde prijs in 2011)	€ 4,40
Vrijwillige regionale CO ₂ -markt(MoorFutures-MV)	€ 35,00
Vrijwillige globale CO ₂ -markt(MoorFutures-BB)	€ 67,00

Tabel 27: Opbrengsten voor CO₂-emissiereductie per teelt.

Teelt	Vernatting(cm boven maaiveld)	CO ₂ -equivalent per ha/jr	Credits(Euro's per ton CO ₂ -	Opbrengst (Euro's)
Lisdodde	20	10	€ 35	€ 350
Riet	20	10	€ 35	€ 350
Wilg	0	0	€ 35	€ -
Zwarte Els	10	5	€ 35	€ 175

In tabel 27 zijn de mogelijke opbrengsten voor de emissiereductie van CO₂ per teelt uitgewerkt. Uit een onderzoek van (Schepers, 2018) blijkt uit een interview met Gert-Jan van Duinen dat een vernatting van 10 centimeter leidt tot een emissiereductie van 5 ton per hectare per jaar. Voor de berekeningen van hierboven zijn de optimale waterstanden gebruikt die bij hoofdstuk 2 tot stand zijn gekomen. Omdat bij riet en lisdodde uitgegaan wordt van een vernatting van 20 centimeter kan er 10 ton CO₂-equivalent per hectare per jaar worden voorkomen. De gemiddelde netto-opbrengst van één carbon credit bedraagt €35,- (Bas van de Riet R. v., 2014). Dit kan dus zorgen voor een financiële opbrengst van €350,- per jaar. Voor wilg is wordt niet uitgegaan van een reductie van de CO₂-emissie, omdat deze in de zomer droogstaat. Bij de zwarte els wordt een waterstand van +5cm gebruikt omdat deze rond het maaiveld zal fluctueren. Deze opbrengst geldt alleen voor natte teelten in veengebieden of op bodems met een veenlaag (Schepers, 2018). Deze berekening is dan ook uitgevoerd voor lisdodde, riet en de zwarte els.

7.4 Biodiversiteit

Natte teelten zorgen ook voor een verbeterde leefomgeving voor dier- en plantensoorten ten opzichte van gangbare landbouw en ondersteunt daarmee biodiversiteit. Biodiversiteit wordt gestimuleerd vanuit de overheid door middel van subsidies.

Net als gangbare landbouw of natuurbeheer kan natte landbouw in aanmerking komen voor landgebruik subsidies (*Subsidiestelsel natuur en landschap*). Er worden nog geen officiële subsidies uitgegeven voor landgebruik voor natte landbouw. Onderzoeksprojecten en pilotprojecten worden echter al wel gefinancierd door de Europese Unie.

Wanneer een grondeigenaar landbouwgrond wil omzetten naar natuur, kan hier subsidie voor worden verkregen. Dit is om de waardedaling van grond te compenseren. Afhankelijk van het natuurtype, kan een natte teelt de gewenste ontwikkeling realiseren. Overheden mogen vergoedingen betalen die volgens het 'Boeren voor Natuur'-principe werken. Deze vergoedingen kunnen oplopen tot €1400,- per hectare per jaar (Monique Bestman, 2019). Ook deze vorm van subsidie betreft een uitzondering en wordt niet verder meegenomen in dit onderzoek.

Natte landbouw komt in aanmerking voor SNL-subsidies voor bijvoorbeeld moeras of veenmosrietland (Gert-Jan van Duinen, 2018). Nu volgen er subsidies die direct van toepassing zijn op de betreffende teelt.

Subsidie voor gemaaid Rietland

Gemaaid rietland is rietland dat jaarlijks in de winter gemaaid wordt. De jaarvergoeding voor het natuurbeheer type gemaaid rietland is €500,48 per hectare. Het meeste gemaaide rietland komt voor in laagveengebieden, vaak is dit op natte tot vochtige bodems en staat het onder invloed van oppervlaktewater. Daarnaast kan er een extra subsidie worden verkregen door de natuurkwaliteit te monitoren. Deze vergoeding is €12,81 per hectare (BIJ12, z.j.).

Subsidie voor dynamisch Moeras (nieuw per 1-1-2021)

Dynamische moerassen zijn moerassen met een hoge waterstand en een dynamisch waterpeil. Deze moerassen zijn vaak gelegen langs grote wateren en rivieroevers, maar ook op omgevormde voormalige landbouwgronden, waar een dynamisch peilbeheer kan worden gerealiseerd. De jaarvergoeding voor het natuurbeheertype Dynamisch Moeras is €355,18 per hectare (BIJ12, Z.J). Lisdodde en riet kunnen in aanmerking komen voor deze subsidie. Wilg en zwarte els zijn hierin nog discutabel, omdat bij deze teelten de grondwaterstand in het najaar verder kan zakken dan 40 cm onder het maaiveld en omdat het geen moerasplanten betreft. Er is daarom in dit onderzoek gekozen om deze subsidie alleen bij riet en lisdodde mee te nemen in het verdienmodel.

Subsidie voor vochtig bos met productie (per 01-01-2018)

Deze subsidie is bedoeld voor vochtig bos met productie die bestaat uit loofbomen en gedomineerd wordt door populier, es, esdoorn, beuk, haagbeuk, eik, iep of els. Het beheertype vochtig bos met productie omvat bossen op basenrijke bodems en wordt gedomineerd door een van de bovengenoemde loofboomsoorten. De houtoogst is hierbij een doel en vindt periodiek plaats (met een hogere intensiteit dan in de vochtige bossen zonder productie). De beheerder heeft de verplichting het beheertype in stand te houden. Het subsidietarief voor 2020 is €46,45 per hectare (BIJ12, 2018).

Wanneer er gemonitord wordt op natuurkwaliteit staat hier een extra subsidie tegenover van €5,15 per hectare (BIJ12, 2018)

Subsidie Wilgengriend (cultuurhistorische bossen)

Een wilgengriend is een perceel waarop wilgen geplant zijn die kort boven de grond worden afgezet om vervolgens weer te kunnen uitlopen. Wilgengrienden zijn van oudsher een karakteristiek onderdeel van het Nederlands landschap. Om in aanmerking te kunnen komen voor de subsidie moeten de wilgengrienden periodiek laag bij de grond afgezet worden, minimaal 1,5 meter, staan de wilgengrienden op natte bodems en dienen de hakhoutstoven om de 2 tot 5 jaar gehakt te worden. Daarnaast dient de beheerder het beheertype in stand te houden om in aanmerking te blijven komen voor deze subsidie. De jaarvergoeding voor 2020 voor wilgengrienden bedraagt €3.400,22 per hectare. Deze vergoeding dekt 75% van de standaardkostprijs en kan jaarlijks wijzigen (BIJ12, 2017).

8 Algemeen meervoudig verdienmodel

Voor het verdienmodel is het van belang om voor de verschillende gewassen de mogelijke kosten en opbrengsten te vergelijken. Om agrarische ondernemers of grondbeheerders te kunnen interesseren voor natte landbouw, is het belangrijk om duidelijk te vermelden wat de kosten en baten zijn van: lisdodde, riet, wilg en zwarte els. In dit hoofdstuk wordt voor deze teelten een saldoberekening gemaakt. Ook wordt aan het einde van elke teelt geconcludeerd of deze teelten rendabel zijn.

8.1 Riet

Zoals eerder wordt uitgewerkt in dit rapport is riet een oude natte teelt in Nederland. Riet hoort dus tot de grassenfamilie. Doordat riet dus tot 2 meter diep kan wortelen is het goed bestand tegen droogte. Toch kan riet ook tegen een waterpeil van 2 meter boven het maaiveld. Daarom is riet dus erg geschikt voor natte landbouw. In deze paragraaf worden dan ook de kosten en opbrengsten van rietteelt uitgewerkt. De financiële opbrengst van een hectare riet bestaat uit de afzet van het riet zelf en nevenopbrengsten zoals een vergoeding voor waterberging, waterzuivering, subsidie en het vastleggen van CO₂.

Een belangrijk aspect van de rietproductie is dat het op grote schaal moet worden geteeld. Om de opwekking van groene energie/biobrandstof uit biomassa commercieel interessant te maken, is het noodzakelijk dat een hoeveelheid vanaf circa 100.000 ton biomassa van constante kwaliteit wordt geleverd. Bij een gemiddelde opbrengst van 25 ton per hectare is dus 4.000 hectare riet nodig (InnovatieNetwerk, 2007).

Opbrengsten riet

Riet kan net zoals Lisdodde op verschillende manieren worden afgezet. Voor riet bestaan al verschillende afzetmarkten. Riet wordt nu vooral afgezet voor biomassa of als bouw materiaal. In dit onderzoek is ervoor gekozen om de afzet van riet als biomassa voor energie mee te nemen doordat over andere afzetkanalen nog te weinig betrouwbare informatie beschikbaar is. In de literatuur worden veel verschillende opbrengsten van riet genoemd, uiteenlopend van 6 tot 30 ton droge stof per hectare per jaar. Bij dit verdienmodel gaan we niet van de maximale opbrengst uit, omdat het niet bemesten en waterberging de groei zullen remmen. Bij de saldo berekening wordt uitgegaan van een opbrengst van gemiddeld 25 ton droge stof per hectare per jaar zoals ook aangehouden wordt door (InnovatieNetwerk, 2007). De opbrengst hiervan is gemiddeld €30,- per ton droge stof (InnovatieNetwerk, 2007).

Nevenopbrengsten riet

Riet heeft naast zijn financiële opbrengst door de afzet van biomassa verschillende nevenopbrengsten. De berekening van de opbrengsten uit nevendiensten zijn in hoofdstuk 6 uitgewerkt, zie tabel 28 voor de uitkomst.

Kosten riet

Rietteelt brengt ook verschillende kosten met zich mee, waarbij de schatting van deze kosten sterk uiteen kunnen lopen. Het verschil in de begrote teeltkosten uit de literatuur komt doordat bij de ene berekening uitgegaan wordt van handarbeid en bij de ander van mechanisatie. In dit onderzoek zal een verschil gemaakt worden tussen de beginfase en de professionele productiefase. In de beginfase zullen teeltkosten hoger zijn, omdat dan nog veel gebruik gemaakt zal worden van handarbeid. Later, wanneer er schaalvergroting optreedt, zullen deze kosten dalen doordat mechanisatie dan mogelijk is.

De totale kosten van riet in de beginfase worden geschat op €3271,- per hectare. Deze kosten bestaan grofweg uit: de pacht prijs van grond, teeltkosten, oogstkosten en de transportkosten. De kosten zijn overgenomen uit de kostprijsberekening riet Natuur en Landschapsbeheer 2019 subsidie 2020 van de website BIJ12.nl, zie bijlage III. De grootste kostenpost is het oogsten. De oogstkosten bestaan uit, maaien, verzamelen en binden.

Ook de overige kosten zijn gebaseerde op de bovengenoemde kostprijsberekening. Naast het onderhouden van het riet, watergangen en wegen zijn er geen teeltkosten aan riet. Doordat riet nutriënten uit water haalt hoeven er geen extra meststoffen te worden gestrooid. De transportkosten van riet zijn €10 per ton droge stof (Wur, 2012). Doordat de gemiddelde opbrengst van één hectare 25 ton is worden deze kosten per hectare op €250,- geschat. De pachtkosten van de grond zijn €900 per hectare per jaar (InnovatieNetwerk, 2007).

In de toekomst wanneer het mogelijk is deze kosten te verlagen, zullen vooral de oogstkosten veel lager uitvallen (Wur, 2012). Kosten van een gemechaniseerde oogst worden nu geschat op 500 - €1.500 (Roemaat, 2010). De kosten worden sterk bepaald door de grote van het perceel, de ligging en de waterstand. Een loonwerk bedrijf uit Groningen, gespecialiseerd in natte landbouw, noemde een bedrag van rond €750 per hectare voor een gemechaniseerde oogst (pers. comm. Hanze Wetlands). Bij de saldo berekening waarbij oogsten gemechaniseerd plaats vindt wordt in dit onderzoek uit gegaan van €1.000 oogstkosten per hectare plus.

Saldo van riet

In tabel 28 is de saldoberekening van riet weergegeven. Hierin zijn alle kosten en opbrengsten meegenomen. Zonder de inachtneming van de investeringskosten is er een winst te behalen van €591. In hoofdstuk 3.2 worden de investeringskosten uitgewerkt en deze variëren van 20 tot 200 duizend euro.

Toekomstscenario

Doordat de vraag naar energie in de toekomst blijft stijgen en het aanbod uit fossiele brandstof zal afnemen is de verwachting dat de prijs voor biomassa in toekomst hoger ligt. Voor een toekomstscenario in 2030 wordt ervan uitgegaan dat de prijs voor biomassa met 15% zal stijgen (Oldenburger J. , 2011). Ervan uit gaande dat dit een vergelijkbaar effect heeft op de prijs, geeft een opbrengst van €34,50 per ton droge stof. In tabel 29 is de saldoberekening van één hectare riet weergegeven hoe het er in 2030 kan uitzien. Hierbij is te zien dat het saldo gestegen is naar €1.751,-. Dit komt vooral doordat de oogstkosten worden gehalveerd door het machinaal oogsten.

Tabel 28: Saldoberekening van één hectare riet.

Saldoberekening riet per hectare per jaar	
Afzetmogelijkheden	Opbrengst
Afzet als biomassa voor energie	€ 750
Nevenopbrengsten(riet)	
Carbon credits	€ 350
Subsidie	€ 868
Waterberging	€ 1.459
Waterzuivering	€ 500
Totale Nevenopbrengst	€ 3.177
Totale opbrengst riet	€ 3.927
Kosten van één hectare riet	
Kosten	
Pacht grond	€ 900
Oogsten	€ 2.047
Transport	€ 300
Onderhouden rietland	€ 25
Onderhouden watergangen	€ 64
Totale kosten per hectare	€ 3.336
Winst/Verlies	€ 591

Tabel 29: Geschatte saldoberekening van één hectare riet in 2030.

Saldoberekening riet per hectare per jaar	
Afzetmogelijkheden	Opbrengst
Afzet als biomassa voor energie	€ 863
Nevenopbrengsten(riet)	
Carbon credits	€ 350
Subsidie	€ 868
Waterberging	€ 1.459
Waterzuivering	€ 500
Totale Nevenopbrengst	€ 3.177
Totale opbrengst riet	€ 4.040
Kosten van één hectare riet	
Kosten	
Pacht grond	€ 900
Oogsten	€ 1.000
Transport	€ 300
Onderhouden rietland	€ 25
Onderhouden watergangen	€ 64
Totale kosten per hectare	€ 2.289
Winst/Verlies	€ 1.751

De opbrengst afkomstig uit de verkoop van biomassa dekt bij de niet gemechaniseerde scenario maar 19% van de totale opbrengst. Wanneer de opbrengst halveert heeft dit relatief weinig consequenties op de totale opbrengst, al verdwijnt daarmee wel de winst, maar is er geen hoog negatief saldo. Als er gekozen wordt voor waterzuivering mag het gewas niet bemest worden. In het geval van een natte teelt dat wordt bevoeid met oppervlaktewater dat rijk is aan nutriënten zal deze nog steeds goed groeien, maar de productie zal zeker lager zijn dan wanneer er wel bemest mag worden. Voor riet kan men een productieverlies van 14 tot 25 procent verwachten wanneer er niet bemest wordt. Een productieverlies van 25% geeft een daling van 4,8% van de totale opbrengsten. De kosten van een productieverlies ($0,25 * €750$) €188 gaat niet op tegen de extra inkomsten van €500 voor waterzuivering. Daarnaast geeft bemesten van land ook extra teeltkosten. Het is dus rendabeler om voor waterzuivering te kiezen naast het feit dat dit ook een hoofddoel is van natte landbouw.

In ditzelfde scenario beslaat de winst 18% van de totale kosten en geeft daarmee een kleine marge. Een gemiddeld inkomen van €591 per hectare is te laag om een modaal inkomen te verwerven. Wanneer deze natte teelt een klein percentage van het areaal van een bedrijf beslaat en het bedrijf daardoor privileges heeft op het gebied van bijvoorbeeld wateronttrekking kan het alsnog interessant zijn voor een agrarisch ondernemer om zijn of haar land ter beschikking te stellen voor de natte teelt riet. Zoals al eerder is uitgewerkt zijn de oogstkosten het hoogst, deze zouden in de toekomst om laag kunnen met behulp van mechanisering wanneer het rietareaal in Nederland toeneemt (Wur, 2012).

In het scenario van 2030 zijn de oogstkosten 50% lager en wordt het verdienmodel een stuk winstgevender. In dit scenario is de marge op de totale kosten 77% en geeft het een winst van €1.751.

Wat ook opvalt is dat het grootste gedeelte van de opbrengsten wordt gedekt door opbrengsten uit ecosysteemdiensten (80%). Dit betekent dat het verdienmodel hier dus sterk van afhankelijk is om winstgevend te zijn. Daarbij moet gezegd worden dat opbrengsten uit ecosysteemdiensten geen harde cijfers zijn, omdat deze alleen uitbetaald worden wanneer hier beleid voor geschreven is en wanneer er een samenwerking is tussen de verschillende betrokken partijen, zoals het waterschap, provincie en agrarische ondernemers.

8.2 Lisdodde

Lisdodde is een van de bekendste gewassen voor natte teelt in Nederland. Lisdodde heeft verschillende toepassingen. Toepassingen van lisdodde zijn: isolatiemateriaal, constructiemateriaal, veevoer en bio-plastics ook kan het worden gebruikt voor bio-energie.

Opbrengsten lisdodde

Tabel 30 geeft een overzicht van wat de verschillende afzetmogelijkheden kunnen opleveren. Als ruwvoer is de opbrengst van lisdodde €90,- tot €160,- per ton. Eén ton droge stof kan €80,- tot €120,- opleveren voor het verwerken van lisdodde als isolatiemateriaal (Vic, 2016). Voor de afzet van lisdodde als energieproduct wordt in dit onderzoek gerekend met €30,- die ook bij de andere teelten gebruikt wordt.

De toepassing van lisdodde bepaald wanneer deze geoogst moet worden. Ruwvoer wordt in juni of jullie geoogst, omdat dan de plant nog niet gebloeid heeft en de voederwaardes het hoogst zijn (Vic, 2016). Doordat met deze vroege oogst een groot gedeelte van het groeiseizoen gemist wordt valt de oogst lager uit als wanneer lisdodde als energieproduct in september geoogst wordt. Rond 1 september is de opbrengst het hoogst. Wanneer gewacht wordt met de oogst tot in januari krijgt de plant de kans voedingsstoffen te transporteren naar de wortelstokken en verliest een gedeelte van de bladeren. Hiermee neemt het oogstbare product af in gewicht, maar wordt deze wel steeds geschikter voor de toepassing van bouwmaterialen omdat de vezels uitharden (Vic, 2016).

In hoofdstuk 3.2.3 is al eerder de droge stof opbrengst van lisdodde besproken. Bij lisdodde als ruwvoer wordt een opbrengst van 20 ton per hectare aangehouden en bij de toepassing van bouw materiaal of energiegewas 15 ton per hectare (Vic, 2016). Financieel gezien is het dus het beste om Lisdodde af te zetten als ruwvoer en daarom wordt dit ook als uitgangspunt genomen in dit onderzoek.

Nevenopbrengsten lisdodde

Voor de teelt van Lisdodde als natte landbouw wordt er ook gekeken hoe ecosysteem diensten zoals waterretentie, waterzuivering, verrijking van de biodiversiteit en reductie van CO₂-emissie voor opbrengsten kunnen zorgen in een verdienmodel. De berekening van de opbrengsten uit nevendiensten zijn in hoofdstuk 6 uitgewerkt.

Kosten lisdodde

De kostprijs van één hectare lisdodde bij een niet gemechaniseerde teelt is €3236,-. De kosten zijn natuurlijk ook afhankelijk van de intensiteit van de teelt (Vic, 2016). De kostprijs van lisdodde is gebaseerd op de kostprijs van riet. Hierbij zijn de kosten dus overgenomen uit de kostprijsberekening riet Natuur en Landschapsbeheer 2019 subsidie 2020 van de website BIJ12, zie bijlage III. Hierbij is een selectie gemaakt van de kosten die van toepassing zijn bij de teelt van lisdodde. De transportkosten zijn €10,- per ton droge stof (Wur, 2012). Bij de toepassing van lisdodde als ruwvoer wordt 20 ton droge stof getransporteerd per hectare, de kosten hiervan zijn €200,-.

Toekomstscenario

Wanneer lisdodde verbouwd wordt in grotere arealen dan 50 hectare en met meer dan 500 hectare in Nederland kunnen de werkzaamheden goed gemechaniseerd worden. Dit heeft vooral veel effect op de oogstkosten. Bij een gemechaniseerde oogst is de verwachting dat de kosten tussen de €800 en €1100 liggen (Holland Biodiversity B.V. & Quivertree , 2016). Hierbij is uitgegaan van een

loonwerker en zijn er geen investeringen aan oogstmachines meegenomen. Voor dit verdienmodel wordt uitgegaan van een gemiddelde van €1000 per hectare bij een mechanische oogst.

Saldo van lisdodde

In tabel 30 is de saldoberekening van lisdodde weergegeven. Hierin zijn alle kosten en opbrengsten meegenomen. Zonder de inachtneming van de investeringskosten is er een winst te behalen van €948,-. Bij een gemechaniseerde oogst is dit €1995,-. In tabel 31 is de geschatte saldoberekening weergegeven van één hectare lisdodde in 2030.

Tabel 30: Saldoberekening lisdodde per hectare per jaar.

Saldoberekening lisdodde per hectare per jaar	
Afzetmogelijkheden	Opbrengst
Afzet als ruwvoer	€ 1.800
Afzet als isolatiemateriaal	€ 1.500
Afzet als biomassa voor energie	€ 450
Nevenopbrengsten(lisdodde)	
Carbon credits	€ 350
Subsidie	€ 355
Waterberging	€ 1.459
Waterzuivering	€ 220
Totale Nevenopbrengst	€ 2.384
Totale opbrengst lisdodde	€ 4.184
Kosten van één hectare lisdodde	
Kosten	
Pacht grond	€ 900
Oogsten	€ 2.047
Transport	€ 200
Onderhouden lisdodde	€ 25
Onderhouden watergangen	€ 64
Totale kosten per hectare	€ 3.236
Winst/Verlies	€ 948

Tabel 31: Geschatte saldoberekening van één hectare lisdodde in 2030.

Saldoberekening lisdodde per hectare per jaar	
Afzetmogelijkheden	Opbrengst
Afzet als ruwvoer	€ 1.800
Afzet als isolatiemateriaal	€ 1.500
Afzet als biomassa voor energie	€ 518
Nevenopbrengsten(lisdodde)	
Carbon credits	€ 350
Subsidie	€ 355
Waterberging	€ 1.459
Waterzuivering	€ 220
Totale Nevenopbrengst	€ 2.384
Totale opbrengst lisdodde	€ 4.184
Kosten van één hectare lisdodde	
Kosten	
Pacht grond	€ 900
Oogsten	€ 1.000
Transport	€ 200
Onderhouden lisdodde	€ 25
Onderhouden watergangen	€ 64
Totale kosten per hectare	€ 2.189
Winst/Verlies	€ 1.995

De twee saldoberekeningen geven een beeld van de mogelijke financiële winst bij lisdodde, zeker wanneer werkzaamheden gemechaniseerd worden, is er een goede winst te behalen. Wanneer een agrarisch ondernemer de lisdodde niet kan gebruiken/verkopen als ruwvoer zal er een andere toepassing voor gevonden moeten worden. Bij verkoop als grondstof voor isolatiemateriaal dalen de inkomsten €300 ten opzichte van ruwvoer en behoudt men een winst van €648 bij een niet gemechaniseerde teelt en €1.695 bij een gemechaniseerde teelt. Zet men de lisdodde af als biomassa voor energie dan is de opbrengst €1.350 lager als bij afzet als ruwvoer. Met deze laatste afzet geeft een niet gemechaniseerde teelt een negatief saldo van €-402 en een gemechaniseerde teelt een winst van €645. Ook bij lisdodde zijn de inkomsten uit ecosysteemdiensten kwetsbaar voor veranderingen in de tijd. De ecosysteemdiensten zorgen voor 57% van de inkomsten. Dit is een grote bijdrage, maar in verhouding lager dan bij riet, wat lisdodde een relatief lager risico geeft. Wanneer er gekozen wordt voor waterzuivering mag het gewas niet bemest worden. In het geval van lisdodde,

dat wordt bevoeid met oppervlaktewater dat rijk is aan nutriënten zal deze nog steeds goed groeien, maar de productie zal zeker lager zijn dan wanneer er wel bemest mag worden. Voor lisdodde kan men een productieverlies van 10% verwachten wanneer er niet bemest wordt. Een productieverlies van 10% geeft een daling van 4,3% van de totale opbrengsten. De kosten van het productieverlies ($0,1 * €€1.800$) €180 gaat niet op tegen de extra inkomsten van €220 voor waterzuivering. De kosten van het productieverlies ($0,1 * €1.800$) €180 gaat niet op tegen de extra inkomsten van €220 voor waterzuivering. Daarnaast geeft het bemesten van land ook extra teeltkosten. Het is dus rendabeler om voor waterzuivering te kiezen naast het feit dat dit ook een hoofddoel is van natte landbouw.

8.3 Wilg

De Wilg is een productief houtgewas wat geschikt is voor natte landbouw in Noord-Brabant en daarom wordt er een verdienmodel voor onderzocht in deze paragraaf. Energieplantages van snelgroeïende boomsoorten zoals wilg worden internationaal gezien als een zeer waardevolle grondstofleverancier voor houtgerige biomassa. Een groot voordeel van een wilgenplantage is dat het 20 jaar of langer mee gaat (Boosten M. , 2016).

Opbrengsten

De wilg kan elke 2 tot 4 jaar worden geoogst. Ook de biomassa productie van de wilg loopt ver uiteen van locatie tot locatie. Opbrengsten liggen tussen de 5 en 18 ton per hectare met een gemiddelde van 10,3 ton per hectare per jaar (Bussel, 2006). Ook de cijfers in een ander onderzoek (Vic, 2016) bevestigen een opbrengst van 10 ton droge stof per hectare per jaar. Gemiddeld zijn de prijzen voor afzet voor biomassa voor energie 30 tot 35 euro per ton. In dit rapport wordt voor biomassa voor energie €30,- per ton droge stof gerekend (InnovatieNetwerk, 2007). De opbrengst van één hectare wilgen is daarmee €300,- per jaar.

De wilg zorgt ook voor verschillende ecosysteemdiensten zoals: wateringberging en biodiversiteit. In hoofdstuk 5 zijn de financiële opbrengsten van deze nevenopbrengsten uitgewerkt. Deze opbrengsten zijn weergegeven in de saldoberekening in tabel 32. Bij de gemechaniseerde oogst voldoet de wilgen plantage niet aan de eisen die zijn gesteld om in aanmerking te komen voor de subsidie 'cultuurhistorische bossen wilgen vriend'. Hierbij moet de wilg namelijk minimaal 1,5 meter boven de grond worden teruggesnoeid/worden geoogst (zie hoofdstuk 7.4). Daarmee komt deze subsidie te vervallen bij een gemechaniseerde oogst. Wel is de verwachting dat natte teelten in de toekomst ook in aanmerking komen voor landbouwsubsidie (pers comm. Jeroen Geurts).

Kosten van de Wilg

Ook bij de kostprijsberekening van wilgenplantages wordt er onderscheid gemaakt tussen niet gemechaniseerde teelt en een gemechaniseerde teelt.

Bij een niet gemechaniseerde teelt is uit gegaan van oogstcyclus van 4 jaar. De oogstkosten worden in dat geval geschat op €3430,- per jaar. Deze kosten bestaan uit het afzetten/vellen uitsnoeien van grienden en het bundelen/stapelen en voorconcentreren. De transport kosten zijn €962,-. Deze kosten bestaan uit het uitragen/uitslepen en het uitrijden van het hout (BIJ12, 2017).

Bij een gemechaniseerde teelt zijn de kosten veel lager. Bij een gemechaniseerde oogst kost het één dag om een hectare te oogsten met één machine. In figuur 24 is het gemechaniseerd oogsten van wilgen weergegeven. Hierbij ligt de kostprijs tussen de €1.300 en €2.100 (Kuiper, 2001). De variatie wordt onderandere bepaald door de frequentie waarmee geoogst wordt. Men kan kiezen om elke 2,3 of 4 jaar te oogsten. Bij dit onderzoek wordt uitgegaan van een gemechaniseerde oogst om de 3 jaar. Omdat na 3 jaar de wilgenschuten flink zijn uitgelopen en daardoor het oogsten moeilijker zal gaan, wordt €2.100 aangehouden. Dit geeft €700 aan jaarlijkse oogstkosten per hectare bij een gemechaniseerde oogst. De transportkosten zijn afhankelijk van de afstand die afgelegd moet worden. Volgens (InnovatieNetwerk, 2013) moet er een minimale kostprijs van €10/ton aangehouden worden. Bij een



Figuur 24. Het gemechaniseerd oogsten van wilgen (Claas.com).

opbrengst van 10 ton/ha/jaar zijn de de transportkosten €300. Verdeeld over 3 jaar zijn de transportkosten €100 per jaar.

Verder zijn de kosten van de pacht van de grond net als bij Lisdodde en riet geschat op €900,-. De totale onderhoudskosten zijn €322,- per hectare per jaar. Deze kosten bestaan uit het onderhoud van de wilgen en de watergangen. Werkzaamheden hierbij zijn het uitmaaien van watergangen, onderhouden van duikers, afvoeren van slootmaaisel en composteren. Daarnaast is het van belang om wilgen bij te planten na het oogsten, de kosten hiervan zijn gemiddeld €35,- per jaar (Kuiper, 2001) (BIJ12, 2017).

Saldo van de wilg

In tabel 32 en 33 zijn de saldoberekeningen van de wilg weergegeven. Hierin zijn alle kosten en opbrengsten meegenomen, zonder de inachtneming van de investeringskosten. In hoofdstuk 3.2 worden de investeringskosten uitgewerkt en deze zijn €3595,- voor het bouwrijp maken en aanplanten. In beide scenario's is de saldo berekening negatief.

Tabel 32: Saldoberekening van de Wilg.

Saldoberekening wilg per hectare per jaar	
Afzetmogelijkheden	Opbrengst
Afzet als biomassa voor energie	€ 300
Nevenopbrengsten(wilg)	
Carbon credits	€ -
Subsidie	€ 3.400
Waterberging	€ 1.232
Waterzuivering	€ -
Totale Nevenopbrengst	€ 4.632
Totale opbrengst wilg	€ 4.932
Kosten van één hectare wilgen	Kosten
Pacht grond	€ 900
Bijplanten	€ 35
onderhoud	€ 292
Onderhouden watergangen	€ 30
Oogsten	€ 3.430
Afvoeren hout	€ 962
Totale kosten per hectare	€ 5.649
Winst/Verlies	€ -717

Tabel 33: Geschatte saldoberekening van één hectare wilgen in 2030.

Saldoberekening wilg per hectare per jaar	
Afzetmogelijkheden	Opbrengst
Afzet als biomassa voor energie	€ 344
Nevenopbrengsten(wilg)	
Carbon credits	€ -
Subsidie	€ -
Waterberging	€ 1.232
Waterzuivering	€ -
Totale Nevenopbrengst	€ 1.232
Totale opbrengst wilg	€ 1.576
Kosten van één hectare wilgen	Kosten
Pacht grond	€ 900
Bijplanten	€ 35
onderhoud	€ 292
Onderhouden watergangen	€ 30
Oogsten	€ 700
Afvoeren hout	€ 100
Totale kosten per hectare	€ 2.057
Winst/Verlies	€ -481

Om een positief resultaat uit een hectare wilgen te halen moeten de financiële opbrengsten worden verhoogd. Hier moeten dan bijvoorbeeld andere afzetkanalen voor worden gevonden. Die kunnen zorgen voor een hogere opbrengst. Ook moet er worden gekeken naar de hoge kosten van het oogsten van de wilg dit is allemaal nog veel handwerk. Door hier machinaal in te werken kunnen deze kosten worden verlaagd. Als wilgenplantages een grotere oppervlakte beslaan kan er meer machinaal worden gedaan en worden de kosten al vermindert.

Als er wordt gekeken naar het scenario wat is uitgewerkt voor de toekomst kan er worden geconcludeerd dat de wilg nog steeds niet zorgt voor een positief saldo. Doordat de oogstkosten wel

zijn verlaagd door het machinaal oogsten is de teelt minder afhankelijk van subsidie. Ook de opbrengst van biomassa is nog steeds niet optimaal. De prijs van biomassa voor energie kan ook nog een snellere stijging aannemen door de toenemende vraag. Subsidie kan wel weer terugkeren in de toekomst maar niet de hoeveelheid die nu op de saldoberekening is weergegeven in tabel 32. Dit zal dan rond de €400,-, doordat er dan landbouwsubsidie wordt gegeven voor natte landbouw.

8.4 Zwarte els

Opbrengsten zwarte els

Gebruikelijk wordt er voor korte omloopbossen van zwarte els met een rotatieduur van 20 jaar een gemiddelde biomassa productie van circa 5 ton droge stof per hectare aangehouden (Hardcastle, 2006). Bij de productie van rode els (*Alnus rubra*) gaat men uit van jaarlijkse bijgroei van 10,1 ton droge stof per hectare per jaar, waarvan 80% tot 75% bovengronds (Proe, 2002). Bij een analyse van meetgegevens uit diverse Europese elzenbossen variërend in leeftijd van 21 tot 91 jaar, was de gemiddelde jaarlijkse bijgroei 3,46 ton droge stof per hectare (Jansen, 2014). Dit laatste betrof geen hakhout bossen, waardoor de productie lager uitviel. Omdat de jaarlijkse bijgroei van zwarte els en rode els zoveel van elkaar verschillen wordt dit onderzoek alleen op de resultaten van zwarte els gebaseerd. Uitgaande dat de natte teelt van elzenhout beheert zal worden als een hakhoutbos zal de jaarlijkse bijgroei hoger zijn dan de gegeven 3,46 ton en wordt voor dit onderzoek de genoemde 5 ton aangehouden. Een notitie die hierbij gemaakt moet worden is dat bij de genoemde onderzoeken is uitgegaan van een eerste bebossing met jong plantmateriaal. Bij de eerste oogst na circa 6 jaar, zal de productie dan ook vermoedelijk in de buurt liggen van de 5 ton droge stof per hectare per jaar. Omdat een zwarte els nieuwe stoven zal ontwikkelen vanuit het oude wortelstelsel zal bij de tweede kapcyclus de bijgroei hoger liggen, tussen de 8 en 10 ton droge stof per jaar. De hogere bijgroei wordt verwacht omdat gezonde hakhoustoven een grotere groeikracht hebben door het uitgebreide wortelstelsel (Jansen, 2014). Voor de verdere berekeningen in dit onderzoek wordt na 6 jaar een productie van 30 ton droge stof verwacht, in de tweede kapcyclus na 12 jaar 48 ton droge stof en in de derde kapcyclus na 18 jaar 60 ton droge stof.

De omloopsnelheid van productie bossen is afhankelijk van de doelstelling. Volgens een Duitse publicatie (Unsel, 2010) Unsel et al. (2010) over korte omloopbossen is de omlooptijd 7 tot 10 jaar voor energiehout en 15 tot 20 jaar voor industriehout. Bij een onderzoek in Oostenrijk (unterregger, 1995) naar de omlooptijden en plantafstanden van korte omloopbossen van zwarte els, blijkt dat de hoogste productie gehaald werd bij een rotatiesnelheid van 6 jaar en een plantafstand van $0,75 * 0,75$ m. Voor verdere berekeningen wordt een omloopsnelheid van 6 jaar aangehouden en is het hout bedoeld als energiehout. Energiehout levert CO₂ neutrale energie, stelt lage kwaliteits eisen aan de vorm en kan makkelijkin grote hoeveelheden verwerkt worden.

Afhankelijk van vraag en aanbod zal de prijs voor hout variëren. In het verleden was het gebruikelijk jaarlijkse prijzen van hout te presenteren in een rapport, maar dit wordt niet meer gedaan. Ook de statistieken die Probos vrijgeeft bevatten geen actuele houtprijzen. (Wassink, 2017) heeft voor zijn scriptie verschillende houthandelaren geïnterviewd. De prijs voor brandhout in Nederland bedroeg dat moment 35 euro per m³, dit bedrag wordt ook gehandteerd door Klima aktive, een Oostenrijkse klimaatbeschermingsinitiatief. Dit bedrag wordt verder in dit rapport gebruikt als de verkoop prijs van 1 kuub elzenhout. €35 voor 1 kuub versgekapte elzenhout correspondeert met €50 per ton veshout en €84 per ton droge stof (Osterreichische Energieagentur, 2020). De opbrengst bij de eerste kapcyclus na de eerste 6 jaar is $(5\text{ton} * 6\text{jaar} * €84)$ €2.520, na de tweede kapcyclus $(8\text{ton} * 6\text{jaar} * €84)$ €4.032 en na de derde kapcyclus $(10\text{ton} * 6\text{jaar} * €84)$ €5.040. In de saldo berekening wordt het gemiddelde van deze drie bedragen genomen en die weer gedeeld door 6 jaar om tot een opbrengst per jaar te komen. Dit is gemiddeld €644 per jaar.

Kosten zwarte els

Oogstkosten bij een niet gemechaniseerde teelt

In 1998 werden voor de bepaling van de hoogte van de subsidie voor vochtig hakhout binnen de Regeling Natuurbeheer de normkosten berekent voor hakhout wilg, es en els, zie bijlage II. De subsidie die toentertijd bepaald werd was gelijk aan het negatieve exploitatiesaldo van -2.829 gulden per hectare per jaar. Deze systematiek vormt de basis voor de huidige subsidie bepaling voor vochtig hakhout binnen het Subsidiestelsel Natuur en Landschap. In 2015 bedroeg deze subsidie 2.461 euro per hectare per jaar. De kosten bedragen in deze berekening 3.329 gulden. Dat is omgerekend 2.896 euro (factor 0,8618). Grote kostenposten in deze berekening zijn de oogstwerkzaamheden bestaande uit afzetten, bundelen en uitdragen van het hakhout met een totaal van 2.666 gulden of 2.319 euro. Bij deze berekening wordt ervan uitgegaan dat dit met de hand gebeurt. Dit zijn dus oogstkosten van een niet gemechaniseerde oogst.

Volgens data op agrimatie.nl zijn de kosten van particuliere bosbouw gemiddeld €289 per jaar per hectare, zie bijlage I. Dit zijn gemiddelde van alle bosbouw in Nederland. Het gemiddelde ligt veel lager vergeleken met het vorige kostenoverzicht, dit kan komen doordat in droge bossen de oogst makkelijk gemechaniseerd kan worden en dat dit tegenwoordig ook veel meer gedaan wordt.

Ook kan er gekeken worden naar de specifieke tijdsnormen voor het oogsten van hakhout. Voor het vellen van hakhout geldt een normbedrag van 1.130 euro per hectare, dit is bij hout met een diameter van 6 tot 10 cm en 2000 scheuten per hectare (van Raffe, 2016). Voor het afvoeren van 50m³ hout geldt een normbedrag van 3.768 euro per hectare (van Raffe, 2016). Voor het schuiven van takken geldt een normbedrag van 353 euro per hectare (van Raffe, 2016). Ook hier gaat het om een niet gemechaniseerde situatie. Totale oogstkosten bedragen bij deze berekening 5.251 euro. Deze oogstkosten zijn ruim tweemaal zo hoog als de oogstkosten berekend voor de subsidie voor vochtig hakhout, zie tabel 34.

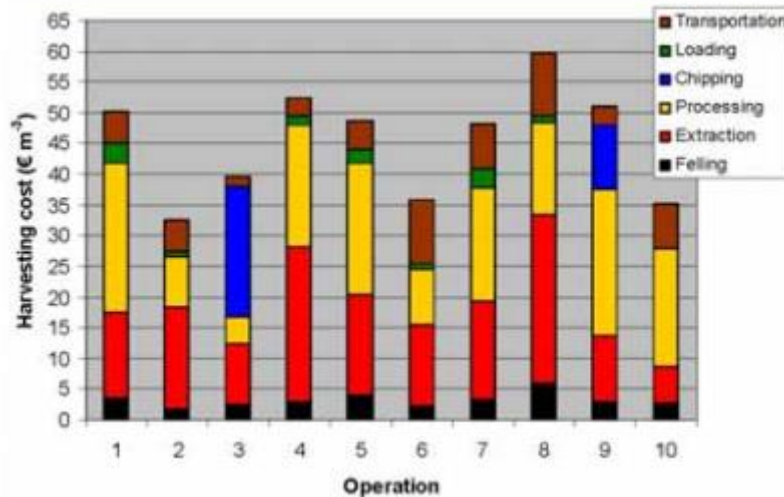
Tabel 344. Vergelijking van twee verschillende berekeningen voor de oogstkosten van hakhout.

Vergelijking berekende oogstkosten	Subsidie nat hakhout per jaar/5m ³		Normkosten hakhout per 50 m ³	
	Uren	Kosten	Uren	Kosten
Afzetten/vellen	15	€ 623	30	€ 1.130
Bundelen/schuiven	20	€ 748		€ 353
Uitdragen/afvoeren	25	€ 926	100	€ 3.768
Totaal	60	€ 2.298	130	€ 5.251

Berekeningen voor het handmatige oogsten van hakhout lopen vors uiteen en vallen hoog uit. Bij een omlooptijd van 6 jaar en een jaarlijkse bijgroei van 5m³, zie hoofdstuk 6.4.1, moet er 30 m³ hakhout worden geoogst. Volgens de bovenstaande berekeningen zijn de kosten voor één kuub hout ca. €460 of €105.

Oogstkosten bij een gemechaniseerde teelt

Om zicht te krijgen op de oogstkosten van elzenhakhout in een gemechaniseerde situatie kan gekeken worden naar de statistieken uit Italië (Jansen, 2014), zie figuur 25. Hierbij liggen de oogstkosten tussen 33 en 60 euro per m³. Het geogoste hout wordt in deze situatie grotendeels gebruikt als brandhout, wat wil zeggen dat de boomstammen relatief kort kunnen worden vervoerd en de kwaliteit van het hout niet bewaard hoeft te blijven tijdens het oogstproces.



Figuur 25: Oogstkosten van hakhout in het noordwestelijke deel van Italië (Jansen, 2014).

In 2017 heeft Wessel M. voor zijn scriptie normkosten van het staatsbosbeheer geverifieerd door in gesprek te gaan met spelers uit de praktijk. Hierbij heeft zijn ook kostenposten meegenomen die in het normenboek niet genoemd worden. Deze extra kostenposten zijn: voldoen aan wetgeving, communicatie, verkoopvoorbereiding en voorrijkosten van machines. Verdere kosten die benoemd worden zijn blessen, houtmeten, vellen/snoeien/korten en uitrijden.

Wetgeving

Wanneer er overgestapt wordt naar bosbeheer moet men voldoen aan de gedragscode bosbeheer. Onderdeel hiervan is de inventarisatie van flora en fauna. Inventarisatiekosten zijn €32/ha plus €240 voor de verslaglegging, ongeacht de grootte (Wassink, 2017).

Communicatie

Deze kosten zijn gebaseerd op het houden van informatieavonden en het plaatsen van informatieborden. Kosten zijn afhankelijk van het belang: zeer belangrijk €2.770, belangrijk €1.330 en matig belangrijk €370. Bij geen communicatie naar de omgeving worden hier geen kosten voor gerekend.

Verkoopvoorbereiding

Ongeacht van het grote van het bos wordt ervan uitgegaan dat men gemiddeld een dag bezig is met verkoopvoorbereiding. Dit komt neer op een bedrag van ca. €500 (Wassink, 2017).

Voorrijkosten van machines

De schatting voor deze kosten lopen uiteen van €250 tot €400. In deze prijs zit één uur heenreis, één uur terugreis en laden en lossen. Het betreft machines zoals een harvester, forwarder, vernipperaar en skidder.

Blessen en houtmeten

Vaak wordt blessen en houtmeten gecombineerd. De kosten zijn afhankelijk van het aantal bomen per hectare dat gemarkeerd en gemeten moet worden. Er zullen, uitgaande van een oogst van 30 ton, dit is (30ton * 2,4 m³) 72 m³ (Klima aktiv). Vanaf 500 bomen per hectare zijn de kosten ca. €200/ha. (Wassink W., 2017).

Vellen/snoeien/korten

Deze kostenpost is in het normenboek wel berekend voor naaldbomen, maar niet voor loofbomen. Voor loofboomstammen met een diameter van 20 cm bestaan deze kosten uit ca 18 euro per m³. Bij een oogst van 30 ton ofwel 72 m³ zijn de totale kosten voor vellen €1296/ha (Wassink, 2017).

Uitrijden

Het hout met de machine het bos uitrijden kost ook geld. In overleg met bosexploitanten zijn de kosten naar beneden aangepast ten op zichte van het normen boek. De kosten van het uitrijden worden bepaald door de hoeveelheid hout en de lengte van het hout. Wanneer er uit wordt gegaan van 30ton ofwel 72 m³ hout met boomstammen van 3 meter lang worden de kosten geschat op ca. 850 euro (Wassink, 2017).

Totale oogstkosten

De verkoop- en voorrijkosten kunnen niet direct terug gerekend worden naar één hectare. Omdat dit onderzoek natte landbouw betreft in Noord-Brabant wordt er gemakshalve vanuit gegaan dat de percelen niet groter zullen zijn dan 10 hectare. Voor de inachtneming van de verkoop- en voorrijkosten wordt van beide eentiende in rekening gebracht voor de totale kosten. Verder zijn ondergroei, grondsoort en ontwatering, reliëf en rabatten van invloed op de hoogte van de kosten. In het normenboek is ondergroei wel opgenomen, maar de andere hindernissen niet. In overleg met bosexploitanten heeft Wassink W. (2017) ook een inschatting gemaakt van de toenemende kosten van de overige hindernissen. De grondwaterstand heeft bijvoorbeeld ook invloed op de oogstwerkzaamheden. In overleg met bosexploitanten is de verwachting dat bij een hinderlijke grondsoort of ontwatering de oogstkosten met 20% toenemen (Wassink, 2017). De aanwezigheid van rabatten (aangeraden voor de houtproductie van de zwarte els) zijn hinderlijk wanneer deze te smal zijn (<3 meter breed, óf te hoog (> 1 meter hoog) zodat bosbouwmaterieel er niet op kan rijden. Wanneer dit het geval is is de verwachting dat de kosten met 25% zullen toenemen (Wassink, 2017). Voor dit onderzoek wordt er vanuit gegaan dat de rabatten voor hinder zullen zorgen bij de houtkap. Voor deze kostenberekening wordt niet uitgegaan van een hinderlijke ondergroei zoals bijvoorbeeld bramen, omdat de ondergroei beperkt zal blijven tot soorten die een hoge grondwaterstand kunnen tolereren. Ook zal de houtkap in dit geval geen hinder ondervinden van een reliëf. De totale oogstkosten zullen met 50% verhoogd worden vanwege de grondwaterstand en de rabatten, zie tabel 35 voor een overzicht van de kostenopbouw zoals hierboven omschreven.

Tabel 355. Oogstkosten voor bosbouw in Nederland op basis van het normenboek met correcties (Wassink, 2017).

Oogstkosten volgens Wassink W. (2017)	Hinderlijke omstandigheden				Totaal	€/m ³
	Standaard	Grondwater 25%	Rabatten 25%			
Verkoopvoorbereiding	€ 50	€ 13	€ 13	€ 75	€ 1	
Voorrijdkosten van machines	€ 40	€ 10	€ 10	€ 60	€ 1	
Blessen en houtmeten	€ 200	€ 50	€ 50	€ 300	€ 4	
Vellen/snoeien/korten	€ 1.296	€ 324	€ 324	€ 1.944	€ 27	
Uitrijden	€ 850	€ 213	€ 213	€ 1.275	€ 18	
Totaal	€ 2.436	€ 609	€ 609	€ 3.654	€ 51	

Volgens de berekening van hierboven zijn de totale oogstkosten van een gemechaniseerde houtoogst van een elzenbos 2.436 euro per hectare. Dit komt overeen met de oogst kosten van €2.298 van de subsidie voor vochtig hakhout binnen de Regeling Natuurbeheer. Wanneer deze €2.436 wordt gedeeld wordt door het totaal aantal kubieke meter komt de kostprijs uit op 51 euro per m³ hout. Dit bedrag valt ook binnen marge die de statistieken uit Italië geven. Doordat 3 bronnen op ongeveer hetzelfde bedrag uitkomen geeft dit een betrouwbaar beeld voor de kosten van een gemechaniseerde oogst. Voor de verdere berekening wordt daarom uitgegaan van €50/m³ hout bij een gemechaniseerde oogst. De gemechaniseerde oogst wordt ook als uitgangspunt genomen in dit rapport. Wanneer er voor een handmatige oogst gekozen wordt is de verwachting dat de kosten hoger zullen liggen. In de praktijk kan een landeigenaar dit in eigen tijd doen waardoor kosten bespaart kunnen worden en het interessant kan zijn om dit alsnog handmatig te doen. Dit zal de landeigenaar naar eigen inzicht moeten invullen. Voor de saldoberekening van zwarte els worden de totale oogstkosten gedeeld door 6 jaar om zo tot jaarlijkse kosten te komen.

Overige kosten

Andere kosten voor zwarte els zijn onderhoudskosten aan vegetatie, infrastructuur en watergangen. De kosten aan vegetatie en infrastructuur zijn €100 per jaar per hectare en voor het onderhouden van watergangen €10 per jaar per hectare. Deze kosten zijn gebaseerd op kostprijsberekening vochtig bos met productie Natuur en Landschapsbeheer 2019 subsidie 2020 van de website BIJ12.nl, zie bijlage VI. Onderhoudskosten aan vegetatie bestaan uit verwijderen van ongewenste vegetatie, snoeien, maaien, monitoren, onderhoud raster, inspectie en onderhoud wegen.

Saldoberekening zwarte els

Bij de saldoberekening van zwarte els zijn alle opbrengsten en kosten teruggebracht naar jaarlijkse kosten. De afzet van biomassa zal een keer in de 6 jaar voorkomen en genereert daarmee een jaarlijks gemiddeld inkomen van €644. Nevenopbrengsten zijn wel inkomsten die jaarlijks plaatsvinden. Van de kosten is de pacht een vaste jaarlijkse kostenpost. Oogsten komt één keer in de 6 jaar voor net als het bijbehorende transport. De frequentie van het onderhoud varieert per onderdeel. De totale kosten zijn hoger dan opbrengsten inclusief subsidie, dit geeft het elzenbos een negatief saldo van €412. Ook is bij deze saldoberekening geen rekening gehouden met de investeringskosten. De investeringskosten voor het aanleggen van een elzenbroekbos op omgekeerde rabatten worden verwacht vergelijkbaar te zijn met de investeringskosten van een constructed wetland.

Tabel 36: Saldoberekening zwarte els per hectare per jaar.

Saldoberekening zwarte els per hectare per jaar	
Afzetmogelijkheden	Opbrengst
<i>Afzet als biomassa voor energie</i>	€ 644
Nevenopbrengsten(zwarte els)	
<i>Carbon credits</i>	€ 175,00
<i>Subsidie</i>	€ 51,60
<i>Waterberging</i>	€ 336,00
<i>Waterzuivering</i>	€ -
Totale Nevenopbrengst	€ 563
Totale opbrengst zwarte els	€ 1.207
Kosten van één hectare zwarte els	Kosten
<i>Pacht grond</i>	€ 900
<i>Oogsten</i>	€ 397
<i>Transport</i>	€ 213
<i>Onderhouden</i>	€ 100
<i>Onderhouden watergangen</i>	€ 10
Totale kosten per hectare	€ 1.619
Winst/Verlies	€ -412

Het is duidelijk dat een elzenbroekbos alleen van de grond kan komen met behulp van de overheid, omdat het saldo negatief is. Zelfs wanneer de investeringskosten zouden worden vergoed door een overheidsinstantie is het dus niet interessant voor een landeigenaar om een elzenbroekbos te exploiteren. Wil men dit van de grond krijgen moet er naast de investeringskosten ook een jaarlijkse vergoeding gegeven worden om de exploitatie van een elzenbroekbos lonend te maken.

Verder is het elzenbroekbos een kwetsbaar habitat in Nederland, doordat het van oorsprong voorkomt in voedselarme omstandigheden. Vandaag de dag zijn stikstof neerslag en nutriëntenrijk oppervlaktewater een bedreiging voor vele planten, dieren en landschappen. De zwarte els is in staat om in bodems te groeien waar de grondwaterstand rond maaiveld staat, maar deze omstandigheden vragen wel om bevloeiing door kwel met een hoog gehalte aan ijzer en calcium of oppervlaktewater dat het bos nathoudt en een droge periode in de zomer (zie hoofdstuk 4 groeivoorwaarden). Een goed beheer zorgt voor gezonde en groeiende omstandigheden. Verder is het opmerkelijk dat alleen de saldoberekening van het elzenbroekbos naar verhouding meer inkomsten genereerd uit de verkoop van biomassa dan uit nevenopbrengsten, al is het verschil klein: 53% verkoop biomassa en 47% inkomsten nevenopbrengsten.

8.5 Keuzewijzer

De verschillende gewassen hebben allemaal eigen voor- en nadelen. Hierbij is het van belang dat een ondernemer de juiste keuze maakt. Op basis van dit onderzoeksrapport hebben lisdodde en riet de meeste potentie voor natte landbouw. Toch bieden de wilg en de zwarte els ook zeker voordelen om te gebruiken als natte landbouw. Wil een investeerder of een landeigenaar bijvoorbeeld een teelt hebben waar door het jaar heen weinig werk aan is en geen jaarlijkse oogst, dan bieden de wilg en de zwarte els een mooie oplossing. Maar wil een agrarische ondernemer met vee starten met natte landbouw, dan bieden lisdodde en de wilg weer meer potentie, omdat deze gewassen ook aan het vee kunnen worden gevoerd. Riet is weer interessant voor veehouders met vrijloopstallen, omdat riet gebruikt kan worden als strooisel. Uiteindelijk is eigen gebruik het beste, niet alleen financieel gezien, maar ook met het oog op kringlooplandbouw. Terugkijkend of de saldoberekeningen biedt lisdodde de meeste potentie, omdat voor het minst afhankelijk is van zijn nevenopbrengsten en in de toekomst veel kansen liggen voor nieuwe afzetmarkten.

9. Conclusie

Voor de beantwoording van de hoofdvraag: “Wat zijn mogelijke verdienmodellen van natte landbouw in de beekdalen en veengebieden van Noord-Brabant?” is er literatuuronderzoek gedaan en zijn er interviews afgenomen om tot het juiste resultaat te komen.

Natte landbouw biedt kansen om problemen in de toekomst te voorkomen die nu al opspelen door watertekort en vervuild water. Met het steeds regelmatig voorkomen van het beregeningsverbod wordt dit probleem steeds bekender. Natte landbouw is landgebruik waarbij de teelt is ingericht op natte omstandigheden, hierbij staat het waterpeil boven of rond het maaiveld. In dit rapport zijn 10 natte teelten met behulp van literatuur onderzocht op relevantie. Op basis van dit literatuuronderzoek zijn de vier meest relevante gewassen geselecteerd. De volgende teelten zijn hieruit voortgekomen: lisdodde, riet, wilg en zwarte els. Deze teelten hebben verschillende groeivoorwaarden. De belangrijkste groeivoorwaarden die uit dit onderzoek naar voren zijn gekomen zijn: waterpeil, waterkwaliteit, de bodem en de beschikbaarheid van nutriënten. De groeivoorwaarden beïnvloeden elkaar sterk. Het is dus belangrijk dat deze groeivoorwaarden verantwoord worden beheerd. Hierom wordt er aangeraden om goed te onderzoeken of een perceel wel kan voldoen aan de juiste voorwaarden voor natte landbouw. Een andere optie zou zijn om een constructed wetland aan te leggen. Dit zorgt voor hoge investeringskosten uiteenlopend van €20.000 tot €200.000. Daartegenover staat wel dat een constructed wetland een hoger succes geeft.

Daarnaast is uit dit onderzoek gebleken dat de beekdalen waar de bodem uit veen bestaat het meest interessant zijn voor natte landbouw. In deze gebieden kan ook veenoxidatie worden tegen gegaan en dit zorgt daarmee voor een reductie van CO₂-uitstoot. Een voorbeeld hiervan is het pilotproject van Waterschap de Dommel in Aarle-Rixtel.

Natte landbouw zorgt niet alleen voor de opbrengst van een gewas, maar ook voor verschillende ecosysteemdiensten. Bij natte landbouw is er altijd een vorm van waterberging en hierdoor ook waterzuivering doordat de gewassen nutriënten uit het water halen. Deze nutriënten worden dan weer afgevoerd doormiddel van het oogsten van de gewassen. Voor deze ecosysteemdiensten staat ook een financiële vergoeding vanuit het waterschap, omdat zij hierbij worden ontlast. Natte teelten zorgen ook voor een verbeterde leefomgeving voor dier- en plantensoorten en ondersteunt daarmee de biodiversiteit. Biodiversiteit wordt gestimuleerd vanuit de overheid door middel van subsidies.

Uit dit onderzoek is gebleken dat lisdodde de meest kansrijke natte teelt is van dit moment. Met een opbrengst van €948,- per hectare steeg dit gewas boven riet uit welke een jaaropbrengst van €591,- heeft. De overige twee gewassen, wilg en zwarte els, hadden een negatief jaarsaldo, waardoor deze gewassen niet aantrekkelijk zijn voor landeigenaren. Ondanks de winstgevende opbrengsten van lisdodde en riet zijn deze natte teelten nog niet aantrekkelijk, omdat de investeringskosten hiervoor te hoog zijn. Om natte landbouw in de toekomst nog rendabeler te maken is het van belang te zorgen voor opschaling. Door grotere eenheden kan de kostprijs worden verlaagd, omdat hierdoor de overschakeling eenvoudiger is en er geen rekening met naastliggende percelen hoeft worden te houden. Ook is het dan mogelijk om teeltwerkzaamheden te mechaniseren. Om grondeigenaren te kunnen overtuigen van het belang van natte landbouw is het belangrijk dat het waterschap en de provincie elkaar kunnen aanvullen.

10. Aanbeveling

Uit dit onderzoek blijkt dat het niet eenvoudig is om zomaar over te stappen op natte landbouw. Daarom is het aan te bevelen om nog een aantal stappen te zetten zodat de overstap eenvoudiger wordt.

- Voor een vervolgonderzoek is het van belang om kansrijke beekdalen nader te onderzoeken. In dit vervolgonderzoek is het van belang dat het waterschap en de provincie samenwerken om landeigenaren te overtuigen van natte landbouw. Door bijvoorbeeld in kaart te brengen wat er moet gebeuren om een beekdal te veranderen in een nat landbouwgebied kan gedetailleerd in kaart worden gebracht welke investeringen er moeten worden gedaan.
- Implementatie van natte landbouw. Door met één beekdal te starten waarbij ‘early adopters’ mee willen doen kan er meer onderzoek worden gedaan. Door met een pilot te starten kunnen andere landeigenaren worden overtuigd van natte landbouw. Hierna is het goed om bekendheid te genereren en kan deze pilot hiervoor gebruikt worden. Door bijvoorbeeld excursies te organiseren voor bijvoorbeeld agrarische verenigingen zoals het NAJK (Nederlands Agrarisch Jongeren Kontakt) of de LTO (Land- en Tuinbouworganisatie). Hierdoor kunnen er steeds meer agrarische ondernemers interesse in natte landbouw krijgen en kan er eenvoudiger worden opgeschaald.
- Bij de pilot in Aarle-Rixtel is het van belang of goed te kijken naar de kosteneffectiviteit en de voor- en nadelen van natte landbouw. Ook moet er worden gekeken wat de financiële opbrengsten zijn. Deze informatie kan helpen toekomst projecten van natte landbouw beter te voorspellen. Ook is deze informatie uit de praktijk gebruikt worden om geïnteresseerde te informeren tijdens excursies en lezingen.
- Bij de opstart van natte landbouw is het in de huidige vorm van belang dat het waterschap de investering en het onderhoud aan het waterpark betaald. De agrarische ondernemer moet de teelt verzorgen en de winst van de teelt mag de landeigenaar houden en ook de nevenopbrengsten. Hier haalt het waterschap zijn voordeel uit doordat er in de zomer geen problemen ontstaan zoals een watertekort. Ook wordt het water gezuiverd en dit zorgt weer voor kostenvermindering voor het waterschap. Een ander voordeel is dat het waterschap nu plekken heeft waar het water kan bergen, zodat er bij landeigenaren die geen natte landbouw hebben geen vergoeding hoeft worden te betaald voor waterschade door overstroming van een perceel.
- De overschakeling naar natte landbouw moet meer bieden aan agrarische ondernemers als de opbrengst financieel niet rendabel is. Een idee hiervoor zou zijn om Agrarische ondernemers die met een of meerdere percelen meedoen met natte landbouw gedurende een beregeningsverbod mogen blijven beregenen. Dit kan een ondernemer motiveren om mee te doen. Hiermee kan er een tussenweg worden gevonden waar ondernemers en het waterschap voordelen uit kunnen halen.

11. Bibliografie

- Holland Biodiversity B.V. & Quivertree . (2016, mei). *Marktverkenning Paludicultuur*. Opgehaald van Kansen voor de landbouw in veenweidegebieden met:
http://www.innovatieprogrammaveen.nl/wp-content/uploads/2017/06/Marktverkenning-Paludicultuur_14-06-17.pdf
- Abbink, C. (sd). Uitgebeten veenmos. *Uitgebeten veenmos*. Tubbergen.
- Arianne de Baeij, S. R. (2008). *Een waterpark als alternatief*. Den Haag: LEI Wageningen.
- Baldini, M. B. (2017). Ensilage suitability and biomethane yield of arundo donax and miscathus. *Industrial crops and products*, 264-275.
- Bas van de Riet, E. v. (2017, april). *Herstel van veenvormende natuur op landbouwgrond*. Opgehaald van landschapnoordholland: <https://www.landschapnoordholland.nl/files/2019-01/Herstel%20van%20veenvormende%20natuur%20artikel%20in%20Bodem%202017-2.pdf>
- Bas van de Riet, R. v. (2014). *Vernatting voor veenbehoud*. Noord-Holland.
- Bastiaan G. Meerburg, P. H. (2010). *Surface water sanitation and biomass production in a large constructed wetland in the Netherlands*. Opgehaald van SpringerLink:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11273-010-9179-x>
- Bestman, M. v. (2019). *Eindrapportage Veen Voer en Verder*. Louis Bolk Instituut.
- Better Wetter. (2018). *Proeven met natte teelten Better Wetter Fase 1*. Leeuwarden.
- BIJ12. (2017). *index natuur en landschap*. Opgehaald van BIJ12:
<https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/natuurtypen/n17-cultuurhistorische-bossen/n17-05-wilgengriend-nieuw-per-1-1-2017/>
- BIJ12. (2018, Januari 1). *index natuur en landschap*. Opgehaald van BIJ12:
<https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/natuurtypen/n16-bossen-met-productiefunctie/n16-04-vochtig-bos-productie-nieuws-per-01-01-2018/>
- BIJ12. (Z.J). *index natuur en landschap*. Opgehaald van Bij12:
<https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/natuurtypen/n05-moerassen/n05-03-veenmoeras/>
- BIJ12. (Z.J). *index natuur en landschap*. Opgehaald van BIJ12:
<https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/natuurtypen/n05-moerassen/n05-04-dynamisch-moeras/>
- BIJ12. (z.j.). *index-natuur-en-landschap*. Opgehaald van BIJ12:
<https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/natuurtypen/n05-moerassen/n05-02-gemaaid-rietland/>

- Boosten, A. O. (2014). *Nieuwe kansen voor duurzame biomassa: afvalwater zuiveren met wilgen*. Utrecht: InnovatieNetwerk.
- Boosten, M. (2013). *Kosten en baten wilgenenergieplantages*.
- Boosten, M. (2016, januari 27). *Biomassateelt in functiecombinaties*. Opgehaald van [file:///C:/Users/Gebruiker/Downloads/160127-Biomassateelt-in-functiecombinaties-schakelevent-27-01-2016-pdf.pdf%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Gebruiker/Downloads/160127-Biomassateelt-in-functiecombinaties-schakelevent-27-01-2016-pdf.pdf%20(1).pdf)
- Boosten, M. J. (2010). *Resultaten van groeien opbrengstmetingen en biodiversiteitsmetingen*. Wageningen: Stichting Probos.
- Bussel, L. (2006). *The potential contribution of a short rotation willow plantation to mitigate climate change*. Wageningen: Wageningen University, Forest Ecology and Forest Management Group.
- Cazander, R. (2018, oktober 7). *Lisdodde is een gewas met potentie*. Opgehaald van AD: <https://www.ad.nl/groene-hart/lisdodde-is-een-gewas-met-potentie~aecdca63/?referrer=https://www.google.com/>
- CBS. (2012). *Hernieuwbare energie in Nederland*. Opgehaald van Centraal bureau voor de statistiek.
- Christian Fritz, L. L. (2014). *Paludicultuur*. Opgehaald van Kansen voor natuurontwikkeling en landschappelijke bufferzones op natte gronden.: <https://edepot.wur.nl/304474>
- Claas.com. (sd). *Het gemechaniseerd oogsten van wilgen*. Claas.com.
- Connie Chiang, C. B. (2000, september 1). Effects of 4 years of nitrogen and phosphorus additions on Everglades plant communities. *ScienceDirect*, p. 78.
- Dam, J. v. (2019). *Catalogus Biobased bouwmaterialen*. Wageningen: Wageningen UR Food & Biobased Research.
- Dronten, C. (2008). *Teelthandleiding Cranberry*. Dronten: Christelijke Agrarische Hogeschool Dronten.
- DUKE, J. A. (1979). Ecosystematic Data on Economic Plants. *Economic Botany Laboratory*, pp. 91-110.
- Flora van Nederland. (2019). *Grote kroosvaren*. Opgehaald van https://www.floravannederland.nl/planten/grote_kroosvaren
- Flora van Nederland. (z.j.). *Grote Lisdodde*. Opgehaald van floravannederland: https://www.floravannederland.nl/planten/grote_lisdodde
- FloravanNederland. (sd). *Lisdodde*. https://www.floravannederland.nl/planten/grote_lisdodde.
- Gaast, J. v. (2002). *Waterkansen in het SGR2*. Wageningen: Alterra.
- Geologie van Nederland. (z.j.). *Veenmos*. Opgehaald van <https://www.geologievannederland.nl/fossielen/planten/veenmos>

- Gert-Jan van Duinen, C. F. (2018). *Perspectieven voor natte landbouw in het internationale natuurpark Veenland*. Nijmegen.
- Goudzwaard, L. (2013). *Loofbomen in Nederland en Vlaanderen*. Zeist: KNNV Uitgeverij.
- Grace, J. W. (1981). *Habitat partitioning and competitive displacement in cattails (Typha): experimental field studies*. Chicago: The University of Chicago.
- groen-natuurlijk. (z.j.). *Groen! natuurlijk, platform voor natuurliefhebbers*. Opgehaald van Berk, Ruwe- (Betula pendula) en Zachte berk (Betula pubescens): <https://groen-natuurlijk.nl/berk/>
- Guo, Z. Y. (2002). Ecosystem function for water retention and forest ecosystem conservation in watershed of the Yangtze River. *Biodiversity and Conservation*, 599-614.
- Hardcastle, P. I. (2006). *A review of the potential impact of short rotation forestry*. Midlothian: LTS International.
- Hogeschool Van Hall Larenstein. (2017). *Lisdodde in paludicultuur*.
- Hommel, P. S. (2005). *Bos in water, water in bos*. Wageningen: Alterra.
- Hortus. (z.j.). *Zwarte els*. Opgehaald van <https://www.botanischetuinen.nl/planten/plant/58/alnus-glutinosa/>
- Hulle, S. V. (2012). Comparison of dry matter yield of lignocellulosic perennial energy crops in a long term Belgian field experiment. *Grassland Science*, 402-404.
- InnovatieNetwerk. (2007). *De introductie van de rietecologie*. Utrecht.
- InnovatieNetwerk. (2013). *Optimalisering kosten en opbrengsten wilgenplantages: een verkenning*. Utrecht.
- Interreg Vlaanderen-Nederland. (z.j.). *Eendenkroos telen*. Opgehaald van Stap voor stap: https://www.inagro.be/DNN_DropZone/Publicaties/4782/Eendenkroos_HANDLEIDING_LR.pdf
- Jansen, C. d. (2014). *Elzenhakhout op omgekeerde rabatten*. Wageningen.
- Jansen, C. d. (2014). *Elzenhakhout op omgekeerde rabatten*. Wageningen: Wageningen, Stichting Probos.
- Kennisprogrammabodemdeling. (2019). *Innovatieprogramma Veen*. Opgehaald van kennisprogrammabodemdeling: <http://www.kennisprogrammabodemdeling.nl/home/innovatieprogramma-veen-ipv/>
- KNMI. (2020). *Klimaatverandering*. Opgehaald van www.knmi.nl.
- Kuiper, L. (2001). *Praktijkproef met een oogstmachine uit de griendcultuur*. Wageningen: Stichting bos en hout.

- Larsen, S. J. (2016). Comparing predicted yield and yield stability of willow and miscanthus across Denmark. *Bioenergie*, 1061-1070.
- Leithead, H. L. (1971). *1000 native forage grasses in 11 southern states*. southern states.
- Luske, B. N. (2018). Nutritional potential of fodder trees and sandy soils. *agroforestry systems*, 975-986.
- Maier, J. &. (2004). Ertrage und Zusammensetzung von Kurzumtriebs-Geholzen . *Scholz*, 87-92.
- Martens, S. (2016). *Biodiversiteit van aquatische macrofauna in verschillende Grote Lisdoddestandplaatsen in landbouw- en natuurgebied in een laagveensysteem*. Leeuwarden: Hogeschool Van Hall Larenstein.
- Monique Bestman, J. G. (2019). *Natte teelten voor het veenweidengebied*. Wageningen: Louis Bolk Instituut.
- Mueller, L. A. (2005). Above ground biomass and water use efficiency of crops at shallow water tables in a temperate climate. *Agricultural Water Management*, 117-136.
- Muyllé, H. (2010). *Miscanthus: een nieuwe teelt voor de Vlaamse landbouw*.
- Natuurkennis. (2011). *helofytenmoeras en gemaaid rietland*. Opgehaald van www.natuurkennis.nl
- natuurpunt-noordlimburg. (z.j.). *Populieren weetjes*. Opgehaald van <http://www.natuurpunt-noordlimburg.be/PDF/Gidsenwerking/Populieren%20weetjes.pdf>
- Nederland, F. v. (sd). *Lisdodde*.
- Norman, A. (2005). Fedd Value and in situ dry matter digestibility of miscanthus. *Live stock trail*.
- Oldenburger, J. (2011). Is er in de toekomst voldoende hout voor iedereen? *Bosberichten*.
- Oldenburger, M. B. (2011). *Kansen voor de aanleg van wilgenplantages in Nederland*. Wageningen.
- Olsthoorn, A. K. (2002). Effecten van vernatting in bossen. *Natuurbeheer*, 41.
- Oosterbaan, A. (2007). Meer met berk. *vakblad natuur bos landschap*, 4.
- Oss, W. v. (2008). *De Lisdodde*. Opgehaald van Tremele: <https://www.tremele.nl/natuur/plantvdmnd/2008-12dec/lisdodde.htm>
- Oostenrijkse Energieagentur. (2020). *Klimaaktiv*. Opgehaald van <https://www.klimaaktiv.at/>
- Ouden, J. (2010). *Bosecologie en bosbeheer*. Acco uitgeverij.
- Pijlman, J. G. (2019). The effects of harvest date and frequency on the yield, nutritional value and mineral content of the paludiculture crop cattail. *Mires and Peat*, 1-19.
- Platowood. (z.j.). *Platowood populier*. Opgehaald van <https://www.platowood.nl/producten/houtsoorten/platowood-populier/>

- Proe, M. G. (2002). *Effects of spacing, species and coppicing on leaf area, light interception and photosynthesis in short rotation forestry.* .
- Reinhoudt, J. S. (2018, november 14). *Bereid je voor op een reële CO₂-prijs, mvo-koplopers rekenen met 30 tot 110 euro per ton.* Opgehaald van mvonederland.nl/nieuws/bereid-jevoor-op-een-re-le-co2-prijs-mvo-koplopers-rekenen-met-30-tot110-euro-ton
- Roemaat, J. (2010). *Betere benutting van rietteelt in de provincie Utrecht.* Utrecht.
- Rombout, J. (2007). *Zuiverende voorzieningen regenwater.* Utrecht: Stowa.
- Rossenaar, A. B. (2009). *Biodiversiteit van energiebeplantingen in Flevoland.* Nijmegen: Stichting Veldonderzoek Flora en Fauna.
- Runhaar, H. G. (2004). *Waterberging en natuur: kennisoverzicht ten behoeve van de regionale waterbeheerders.* Utrecht: STOWA.
- Savill, A. O. (2010). Site requirements, growth dynamics and silvicultural opportunities of Black Alder. *Forestry*, 163-175.
- SCEP, S. o. (1971). *Man's Impact on the Global Environment.* Cambridge: MIT Press.
- Schepers, J. (2018). *Pilot paludicultuur.* Groningen: Rijksuniversiteit Groningen(stagetraject).
- Schomaker, I. A. (2005). *Waterharmonica, de natuurlijke schakel tussen waterketen en watersystemen.* Utrecht: Stowa.
- Siebel, U. (2015). *Een luxe leven dankzij bacteriën.* Opgehaald van <https://www.naturschaetzsuedwestfalens.de/nl/Dieren-en-planten/Onze-planten/Zwarte-els>
- Smolders, A. L. (2003). Waterpeilregulatie in broekbossen. *AGRIS*, p. 3.
- Smolders, F. (2015, oktober). *Azolla: Van plaagsoort.* Opgehaald van Vakblad natuur bos landschap: <https://edepot.wur.nl/360727>
- Stichting landschapsbeheer Zeeland. (z.j.). *De relatie tussen bomen en insecten.* Opgehaald van <https://landschapsbeheerzeeland.nl/veel-gestelde-vragen/welke-bomen-kan-ik-planten-om-insecten-te-helpen>
- Stortelder, A. H. (1998). Broekbossen. *Natuurhistorische Bibliotheek.*
- Stowa. (2015). *Zelfvoorzienendheid in zoetwater.* Amersfoort: STOWA.
- Stuijzand, S. (2008). *Praktijkervaringen met waterberging in natuur gebieden.* Wageningen: Alterra.
- Unsel, R. A. (2010). *Anlage und bewirtschaftung von kurzumtriebsflächen in badenwürttemberg.* Stuttgart.
- unterregger, E. (1995). *Country report for Austria.* Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences.

- Van Den Berk. (z.j.). *Zachte berk*. Opgehaald van <https://www.vdberk.be/bomen/betula-pubescens/>
- van Raffe, J. ., (2016). *Normenboek Natuur, Bos en Landschap 2016*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Veenweiden innovatieCentrum. (2020). *Wilg en miscanthus als natte teelt*. Opgehaald van <https://www.veenweiden.nl/veen-voer-en-verder/wilg-en-miscanthus/>
- Veenweiden Innovatiecentrum. (z.j.). *Biodiversiteit: uitdagingen en kansen*.
- Vic. (2016). Factsheet Lisdodde. p. 1.
- ViC. (2016). Factsheet Olifantsgras. p. 1.
- Vic. (2016). Factsheet Wilg. p. 1.
- Visserij, D. m. (1989). *Beekegeleidende broekbossen*. 's-Gravenhage.
- Vreugdenhil, S. K. (2006). Effect of flooding duration, frequency and depth on the presence of saplings of six woody species in north west europe. *Forest ecology and management*, 47-55.
- Vroon, H. (2000). *Groeigrafieken van bomen ter bepaling van de opbrengstverandering door grondwaterstandwijzigingen*. Wageningen: Alterra.
- Vymazal, J. (2005). Horizontal sub-surface flow and hybrid constructed wetlands systems for wastewater treatment. . *Ecological Engineering*, 478-490.
- Wageningen University and Research Centre. (2017). *A feasibility study on the usage of cattail for the production of insulation materials and bio-adhesives*. Wageningen: Wageningen University and Research Centre.
- Wassink, W. (2017). *Handvat voor financieel duurzaam bosbeheer*. Velp: Hogeschool VHL.
- Waterschap De Dommel. (z.j.). *Beeld Schoon Water*. Boxtel: Tiel.
- Werf, H. K. (2014). *Rietteelt als mogelijke bouwsteen voor een duurzaam water- en bodembeheer in natte veengebieden*. Wageningen.
- Werner, A. A. (2004). Ergebnisse des 10 jährigen energiehozanbaus in thuringen. *Bornimer agrartechnische berichte*, 93-98.
- Wetenschap. (2008, juni). *Harde boomsoorten schuiven op door het water*. Opgehaald van <https://resource.wur.nl/nl/show/Harde-boomsoorten-schuiven-op-door-hoog-water.htm>
- Weterhof, R. (z.j.). *Factsheet Natte Teelten*.
- Wetterskipfryslan. (z.j.). *Woekerende of invasieve waterplanten*. Opgehaald van [invasieve-waterplanten-bestrijden: https://www.wetterskipfryslan.nl/onderhoud/invasieve-waterplanten-bestrijden](https://www.wetterskipfryslan.nl/onderhoud/invasieve-waterplanten-bestrijden)
- Wichtmann, W. S. (2016). *Productive use of wet peatlands*. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers.

Wur. (2008). *Praktijkervaringen met waterberging in natuurgebied*.

Wur. (2010). *Handboek groene waterzuivering*. Leeuwarden: van Hall-Larenstein.

Wur. (2012). *Ecosysteemdiensten in de Westelijke Veenweiden*. Wageningen.

Wymenga, E. (2015). *Co-founder of ecological consultancy company Altenburg en Wymenga*.

Bijlage I: Bedrijfsresultaat particuliere bosbedrijven.

Bedrijfsresultaat per hectare per jaar van particuliere bosbedrijven. (Wageningen universiteit, 2020).

Variabelen	Eenheid	2017	2016	2015	2014
Opbrengsten en kosten, per ha bos					
▼ Opbrengsten	euro	271	281	293	312
hout	euro	112	123	137	149
subsidies en bijdragen	euro	94	88	81	98
overig	euro	65	69	75	65
▼ Kosten	euro	315	289	279	273
lonen, berekend	euro	71	65	62	57
lonen, betaald	euro	71	65	66	65
loonwerk	euro	62	55	53	54
rentmeester	euro	45	36	36	32
rente en afschrijving	euro	8	8	7	7
heffingen en verzekeringen	euro	8	8	7	11
overig	euro	50	51	47	47
Kengetallen					
Bedrijfsresultaat	euro	-44	-8	14	39
Opbrengsten-kostenverhouding	%	86	97	105	114
Inkomen uit bosbedrijf	euro	9	39	59	80

Bijlage II: Beheerkosten op basis van normkostenberekeningen uit 1998

Berekening van de normkosten voor hakhout van wilg, es en els uit 1998 van de Regeling Natuurbeheer).

<i>Normkosten wilgen/elzen/essenhakhout</i>			
Maatregel	Activiteit	Uur/ha/jaar	Gulden/ha/jaar
Terreinbewerking Afzetten hakhout	Begreppelen	0,20	17
	Afzetten	15	723
	Bundelen	20	868
	Uitdragen	25	1.075
Bijdrage Bosschap			5
Snoeien	Snoeien overhangende takken	0,03	1
Begeleiden werk	Vorbereiden en toezicht werk	0,30	13
Monitoring	Monitoring vegetatie/fauna/water	0,12	11
Onderhoud voorzieningen	Onderhouden bebording	0,03	4
	<i>Indirecte beheerskosten</i>		612
Subtotaal			-3.329
Inkomsten	Hout		500
Exploitatiesaldo			-2.829

Bijlage III: Standaardkostprijs riet.

Standaardkostprijs directe werkzaamheden natuur- en landschapsbeheer
Voor het jaar: 2019 (beheerjaar 2020)

Natuur- of Landschapstype: **N05 Moerassen**
Beheertype: **02 Gemaaid rietland (met ingebruikgeving)**

Maatregel	Activiteit	Set arbeidseenheid	Normbepalende omstandigheden	Herkomst norm	Uur per ha	Normbedrag per ha	Freq. p.j.	% te bew. opp.	Kostprijs per ha p.j.
regelen waterstand	verhogen/verlagen stuwdrempel	1 medewerker laag tarief (A-86)	10 hectare per stuw/molen, bediening minder vaak.	Alterra 2014	0,220	10,31	1,000	100%	10,31
bewerken/inrichten terrein	frezen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 1-assige trekker (A-223) 1 frees t.b.v. 1-assige trekker (A-120)	werkdiepte 5-10, zonder zode, oppervlakte <0,10 ha	Normenboek NBL	20,000	1.353,00	0,067	90%	81,59
	begreppelen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	bestaande greppels op diepte brengen; grond zijdelings uitstrooien; 50 m per ha	Het Groene Boek IMAG	2,577	121,96	1,000	30%	36,59
maaien, afvoeren/oogsten gew	maaien/snijden	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 1-assige trekker met rietmaaier (A-013)	Nieuwe norm Alterra: Riet maaien. Opvolgende nieuwe beheeractiviteit "sloeken en bossen"	Alterra 2014	3,740	230,01	1,000	30%	69,00
	sloeken en bossen	1 medewerker laag tarief (A-86)	Verzamelen van rietbosjes, 2500 bosjes per hectare.	Alterra 2014	5,420	254,06	1,000	30%	76,22
	sloeken en bossen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 1-assige trekker (A-223) 1 dwars-/snelhooier t.b.v. 1 assige trekker	Sloeken van riet, van 2500 bosjes per hectare naar 125 veldbossen.	Alterra 2014	24,260	1.562,95	1,000	30%	468,89
	sloeken en bossen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 1-assige trekker (A-223) 1 slee riettransport 1-assige trekker	Transporteren riet naar losplaats, 125 veldbossen per hectare.	Alterra 2014	2,660	166,98	1,000	30%	50,09
	maaisel afvoeren en composteren 2 ton/ha	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 vrachtwagen met opbouwkraan 10 ton 1 Inname vers maaisel 2 ton	Op basis van notitie kosten bulken 2002; nieuwe Alterra-berekening 2014.	Alterra 2014	0,207	122,73	1,000	30%	36,82
	monitoring/karteren	monitoren/karteren door eigen medewerker(s)	1 medewerker hoog tarief (A-149)	nog gebaseerd op verschillende inventarisatiemethode per subdoeltype	Ervaring SBB	0,000	0,00	1,000	100%
monitoren/karteren door (advies)bureau(s)		1 karteerder/inventarisator	nog gebaseerd op verschillende inventarisatiemethode per subdoeltype	Ervaring SBB	0,000	0,00	0,100	100%	0,00
onderhouden/vervangen	onderhouden/vervangen brug/duiker/dam/stuw/put	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064) 1 mat/afschr. molen + stuw per 20 hectare	molen/pomp en stuw nodig om relatief klein terrein op het juiste waterpeil te houden	Alterra 2014	0,040	84,84	1,000	30%	25,45
onderhouden watergangen	slootmaaisel afvoeren en composteren 1,2 ton/ha	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 trekker 4*4, 65-75 Kw (A-005) 1 opraapwagen (A-051)	Notitie kosten bulken 2002 (tarief ongunstig en kosten	Alterra	0,930	107,97	0,450	100%	48,59

Standaardkostprijs directe werkzaamheden natuur- en landschapsbeheer
Voor het jaar: 2019 (beheerjaar 2020)

Natuur- of Landschapstype: N05 Moerassen
Beheertype: 02 Gemaaid rietland (met ingebruikgeving)

Maatregel	Activiteit	Set arbeidseenheid	Normbepalende omstandigheden	Herkomst norm	Uur per ha	Normbedrag per ha	Freq. p.j.	% te bew. opp.	Kostprijs per ha p.j.
			shredder; zie 'omrekening' sloten&maaisel.xls						
	uitmaaien watergang 100 m1/ha (nat kwetsbaar terrein)	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 midigraafmachine 1 aanbouw maaikorf (A-043)	uitmaaien sloten in nat en kwetsbaar terrein met midi- graafmachine en maaikorf	Alterra 2018	0,340	35,73	0,450	100%	16,08
onderhouden wegen	onderhoud ontsluitingspad/-kade 10m/ha	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 trekker 4*4, 65-75 Kw (A-005) 1 klepelmaaier/frees (A-022)	maaien/frezen/profileren; 5 m breedte	Normenboek NBL	0,050	5,82	1,000	100%	5,82
transport over water	verplaatsen van mensen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 boot (SBB)	nnb: in Groen-Blauwe catalogus worden de kosten door vaarland verdubbeld	Ervaring TBO's	0,000	0,00	1,000	70%	0,00
	transporteren van materieel/materiaal/maaisel	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 boot (SBB)	nnb: in Groen-Blauwe catalogus worden de kosten door vaarland verdubbeld	Ervaring TBO's	0,000	0,00	1,000	70%	0,00
Totaal kosten									925,44

Opbrengsten	Activiteit	Productie	% opp.	Opbrengst per ha p.j.
	in eigen regie,bossen riet (46 cm) 350 stuks	1	30%	248,88
	via ingebruikgeving,bossen riet (46 cm) 350 stuks	1	60%	9,25
Totaal opbrengsten				258,13
Exploitatiesaldo				667,31

Bijlage IV: Standaardkostprijs wilgengriend.

Standaardkostprijs directe werkzaamheden natuur- en landschapsbeheer
Voor het jaar: 2019 (beheerjaar 2020)

Natuur- of Landschapstype: **N17 Cultuurhistorische bossen**
Beheertype: **05 Wilgengriend**

Maatregel	Activiteit	Set arbeidseenheid	Normbepalende omstandigheden	Herkomst norm	Uur Normbedrag per ha	Normbedrag per ha	Freq. p.j.	% te bew. opp.	Kostprijs per ha p.j.
bewerken/inrichten terrein	begreppelen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 trekker 4*4, 35-45 Kw (A-003) 1 greppelfrees (A-024)	bestaande greppel uitfrezen, 100 m per ha; geen zware boomwortels/geen keien	Het Groene Boek IMAG	0,200	14,30	0,100	11%	0,16
	begreppelen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 trekker 4*4, 35-45 Kw (A-003) 1 greppelfrees (A-024)	bestaande greppel uitfrezen, 100 m per ha; geen zware boomwortels/geen keien	Het Groene Boek IMAG	0,200	14,30	0,250	89%	3,18
zaaien/planten	planten	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	bijplanten griend; 200 st wilgenstek snoeien 1,50 m lang en 0,5 m diep in de grond drukken	Normenboek NBL	3,000	141,98	0,250	100%	35,49
verwijderen ongew. vegetatie	maaieren/knuppelen/klepelen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 bosmaaier zwaar (A-019)	Afzetten tussen en in de rijen - bramen en houtige gewassen met bosmaaier; <25% bedekking	Normenboek NBL	10,000	533,25	0,100	8%	4,27
	prunus/exoten rooien/steken (<5% bedekking)	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	rooien/steken Prunus met prunusrooier; hoogte 1-2 m; 0-5% bedekking; <500 st/ha	Normenboek NBL	2,000	94,65	0,330	100%	31,23
monitoring/karteren	certificering bos	1 medewerker hoog tarief (A-149) 1 mat. kosten certificering	op basis van uitgevoerde enquête	Alterra 2016	0,040	6,12	1,000	100%	6,12
onderhouden/vervangen	onderhouden/vervangen brug/duiker/dam/stuw/put	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064) 1 boot (SBB)	moeilijk te bereiken (water)werken	Ervaring TBO's	7,000	463,05	0,250	11%	12,73
	onderhouden sloot/vaarwegen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	greppels en sloten onderhouden in het getijdengriend (niet onder keur waterschap)	Alterra 2016	56,330	2.665,82	0,330	11%	96,77
	onderhouden sloot/vaarwegen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	greppels en sloten onderhouden in het griend (niet onder keur waterschap)	Alterra 2016	13,140	621,85	0,330	89%	182,64
onderhouden watergangen	uitmaaieren watergang 100 m/1/ha	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 trekker 4*4, 65-75 Kw (A-005) 1 aanbouw maaikorf (A-043)	maaikorf 3m breed; breedte talud <3m; breedte sloot <7m; bodem en 2 taluds uitmaaieren	Normenboek NBL	0,460	46,95	0,450	100%	21,13
	slootmaaisel afvoeren en composteren 0,9 ton/ha	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 trekker 4*4, 65-75 Kw (A-005) 1 opraapwagen (A-051)	Notitie kosten bulken 2002 (tarief ongunstig en kosten shredder; zie 'omrekening' sloten&maaisel.xls	Alterra	0,700	81,27	0,450	28%	10,24

Standaardkostprijs directe werkzaamheden natuur- en landschapsbeheer
Voor het jaar: 2019 (beheerjaar 2020)

Natuur- of Landschapstype: N17 Cultuurhistorische bossen
Beheertype: 05 Wilgengriend

Maatregel	Activiteit	Set arbeidseenheid	Normbepalende omstandigheden	Herkomst norm	Uur per ha	Normbedrag per ha	Freq. p.j.	% te bew. opp.	Kostprijs per ha p.j.
oogsten hout	afzetten/vellen/uitsnoeien griend	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	4000 stobben/ha; 1800 bos; gem. telg dikte 3 cm, kappen en tot bossen binden - tot struik zetten	Normenboek NBL	210,000	9.938,25	0,250	100%	2.484,56
	bundelen/stapelen/voorconcentreren	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	slecht gegaanbaar/nat terrein; het hout klaarleggen voor afvoer	Ervaring TBO's	80,000	3.786,00	0,250	100%	946,50
	uitdragen/uitslepen/uitrijden	1 medewerker laag tarief (A-86)	afvoeren hout uit hakhout of houtwal; uitdragen; dbh 6-10 cm; 50 m3/ha	Normenboek NBL	100,000	4.687,50	0,250	11%	128,91
	uitdragen/uitslepen/uitrijden	1 medewerker laag tarief (A-86)	afvoeren hout uit hakhout of houtwal; uitdragen; dbh 6-10 cm; 40 m3/ha	Normenboek NBL	80,000	3.750,00	0,250	89%	834,38
onderhouden wegen	onderhoud ontsluitingspad/-kade 20m/ha	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 trekker 4*4, 65-75 Kw (A-005) 1 klepelmaaier/frees (A-022)	maaieren/frezen/profileren; 5 m breedte	Normenboek NBL	0,100	11,63	1,000	100%	11,63
Totaal kosten									4.809,94

Opbrengsten	Activiteit	Productie	% opp.	Opbrengst per ha p.j.
	in eigen regie, griend	1	89%	263,66
	in eigen regie, getijdegriend	1	11%	12,65
Totaal opbrengsten				276,31
Exploitatiesaldo				4.533,63

Bijlage V: Standaardkostprijs vochtig bos met productie.

Standaardkostprijs directe werkzaamheden natuur- en landschapsbeheer
Voor het jaar: 2019 (beheerjaar 2020)

Natuur- of Landschapstype: **N16 Bossen met productiefunctie**
Beheertype: **04 Vochtig bos met productie (nieuw)**

Maatregel	Activiteit	Set arbeidseenheid	Normbepalende omstandigheden	Herkomst norm	Uur per ha	Normbedrag per ha	Freq. p.j.	% te bew. opp.	Kostprijs per ha p.j.
bewerken/inrichten terrein	maken van plantgaten/-plekken	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 trekker 4*4, 35-45 Kw (A-003) 1 plantplekkenmaker (Kulla) (A-025)	Kapvlakte, tak- en tophout verkleind, rijafstand 1,5 m; aantal per ha 4000-6500	Normenboek NBL	7,000	524,48	0,006	60%	1,89
	verkleinen tak-, top- en resthout extensief	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 trekker 4*4, 75-90 Kw (A-006) 1 klepelmaaier (A-021)	werkbr. 125-150 cm; kapvlakte >0,25 ha; opp. aandeel 100 %; extensief	SBB/Bosgroepen 2015	5,000	520,50	0,006	60%	1,87
	verkleinen tak-, top- en resthout intensief	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 trekker 4*4, 75-90 Kw (A-006) 1 klepelmaaier (A-021)	werkbr. 125-150 cm; kapvlakte >0,25 ha; opp. aandeel 100 %; intensief	SBB/Bosgroepen 2015	8,000	832,80	0,006	30%	1,50
	bodembewerking met bosploeg	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 trekker 4*4, 45-55 kW (A-004) 1 bos-/voerenploeg (A-115)	zaaistroken ploegen, takhout verkleind, afstand tussen stroken 1 m; 3 a 4 voren breed, >20 cm diep	Normenboek NLB	6,000	439,20	0,006	60%	1,58
zaaien/planten	lossen, inkuilen en laden plantsoen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	4000 st 2-3 jr bosplantsoen inkuilen naar soort op centrale kuilplaats	Normenboek NBL	8,000	378,60	0,006	60%	1,36
	planten	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	4000 st eik 70-100 in gewoelde plantplekken, tak- en tophout verkleind	Normenboek NBL	44,000	2.082,30	0,006	60%	7,50
	aankopen/aanvoeren plantsoen vochtig bos	1 bosplantsoen 3500 st/ha	bosplantsoen 3500 st/ha	evaluatie 2016	0,000	4.851,00	0,006	60%	17,46
oogsten bijproducten	verzamelen bosbijproducten	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	begeleiden verkoop kerstbomen, groen, geriefhout, kegels, gagel, Am. eik blad etc	Alterra 2015	0,180	8,52	1,000	100%	8,52
reduceren stamtal, geen oogst	afzetten/zuiveren	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 motorzaag middelzwaar (A-075)	individueel gemengd; hoogte 5 m; 4 cm DBH; 1000 st/ha; minder dan 10% struiken	Normenboek NBL	20,000	1.134,00	0,006	30%	2,04
	ringen (5 tot 50 bomen per ha)	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 motorzaag middelzwaar (A-075)	2 zaagsnedes door het cambium rondom de wortelaanzet	Alterra 2014	0,340	19,28	0,100	100%	1,93
blessen/merken/meten bomen	selecteren toekomstbomen	1 medewerker hoog tarief (A-149) 1 handgereedschap (A-064)	Aanwijzen en merken met verf in 1 arbeidsgang; 1 spuitbus per 100 bomen	Normenboek NBL	2,000	118,65	0,100	100%	11,87
	blessen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	150 st/ha tweezijdig blessen; opstand niet opgesnoeid en last van ondergroei (<30% bramen)	Normenboek NBL	1,790	84,71	0,250	100%	21,18
	meten op stam	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	150 st/ha elektronische boomklem, tijdnorm incl. PC-	Normenboek NBL	0,890	42,12	0,250	100%	10,53

Standaardkostprijs directe werkzaamheden natuur- en landschapsbeheer
Voor het jaar: 2019 (beheerjaar 2020)

Natuur- of Landschapstype: N16 Bossen met productiefunctie
Beheertype: 04 Vochtig bos met productie (nieuw)

Maatregel	Activiteit	Set arbeidseenheid	Normbepalende omstandigheden	Herkomst norm	Uur per ha	Normbedrag per ha	Freq. p.j.	% te bew. opp.	Kostprijs per ha p.j.
bewerken/inrichten terrein	maken van plantgaten/-plekken	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 trekker 4*4, 35-45 Kw (A-003) 1 plantplekkenmaker (Kulla) (A-025)	Kapvlakte, tak- en tophout verkleind, rijafstand 1,5 m; aantal per ha 4000-6500	Normenboek NBL	7,000	524,48	0,006	60%	1,89
	verkleinen tak-, top- en resthout extensief	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 trekker 4*4, 75-90 Kw (A-006) 1 klepelmaaier (A-021)	werkbr. 125-150 cm; kapvlakte >0,25 ha; opp. aandeel 100 %; extensief	SBB/Bosgroepen 2015	5,000	520,50	0,006	60%	1,87
	verkleinen tak-, top- en resthout intensief	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 trekker 4*4, 75-90 Kw (A-006) 1 klepelmaaier (A-021)	werkbr. 125-150 cm; kapvlakte >0,25 ha; opp. aandeel 100 %; intensief	SBB/Bosgroepen 2015	8,000	832,80	0,006	30%	1,50
	bodem bewerking met bosploeg	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 trekker 4*4, 45-55 kW (A-004) 1 bos-/voerenploeg (A-115)	zaaistroken ploegen, takhout verkleind, afstand tussen stroken 1 m; 3 a 4 voren breed, >20 cm diep	Normenboek NLB	6,000	439,20	0,006	60%	1,58
zaaien/planten	lossen, inkuilen en laden plantsoen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	4000 st 2-3 jr bosplantsoen inkuilen naar soort op centrale kuilplaats	Normenboek NBL	8,000	378,60	0,006	60%	1,36
	planten	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	4000 st eik 70-100 in gewoelde plantplekken, tak- en tophout verkleind	Normenboek NBL	44,000	2.082,30	0,006	60%	7,50
	aankopen/aanvoeren plantsoen vochtig bos	1 bosplantsoen 3500 st/ha	bosplantsoen 3500 st/ha	evaluatie 2016	0,000	4.851,00	0,006	60%	17,46
oogsten bijproducten	verzamelen bosbijproducten	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	begeleiden verkoop kerstbomen, groen, geriefhout, kegels, gagel, Am. eik blad etc	Alterra 2015	0,180	8,52	1,000	100%	8,52
reduceren stamtal, geen oogst	afzetten/zuiveren	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 motorzaag middelzwaar (A-075)	individueel gemengd; hoogte 5 m; 4 cm DBH; 1000 st/ha; minder dan 10% struiken	Normenboek NBL	20,000	1.134,00	0,006	30%	2,04
	ringen (5 tot 50 bomen per ha)	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 motorzaag middelzwaar (A-075)	2 zaagsneden door het cambium rondom de wortelaanzet	Alterra 2014	0,340	19,28	0,100	100%	1,93
blessen/merken/meten bomen	selecteren toekomstbomen	1 medewerker hoog tarief (A-149) 1 handgereedschap (A-064)	Aanwijzen en merken met verf in 1 arbeidsgang; 1 spuitbus per 100 bomen	Normenboek NBL	2,000	118,65	0,100	100%	11,87
	blessen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	150 st/ha tweezijdig blessen; opstand niet opgesnoeid en last van ondergroei (<30% bramen)	Normenboek NBL	1,790	84,71	0,250	100%	21,18
	meten op stam	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	150 st/ha elektronische boomklem, tijdnorm incl, PC-	Normenboek NBL	0,890	42,12	0,250	100%	10,53

Standaardkostprijs directe werkzaamheden natuur- en landschapsbeheer
Voor het jaar: 2019 (beheerjaar 2020)

Natuur- of Landschapstype: N16 Bossen met productiefunctie
Beheertype: 04 Vochtig bos met productie (nieuw)

Maatregel	Activiteit	Set arbeidseenheid	Normbepalende omstandigheden	Herkomst norm	Uur Normbedrag per ha	Normbedrag per ha	Freq. p.j.	% te bew. opp.	Kostprijs per ha p.j.
	zoom: oprapen	1 schotelmaaier 200 cm (A-034) 1 medewerker laag tarief (A-86) 1 trekker 4*4, 55-65 Kw 1 opraapwagen (A-051)	oprapen maaisel zoom met opraapwagen	Alterra 2016	0,470	52,52	1,000	3%	1,58
uitv. sanitaire maatregelen	opruimen zieke/dode bomen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 motorzaag middelzwaar (A-075) 1 stort sanitair zieke bomen	op basis van Alterra-enquete onder natuurbeheerders	Alterra 2015	0,330	19,22	1,000	100%	19,22
Totaal kosten									177,96

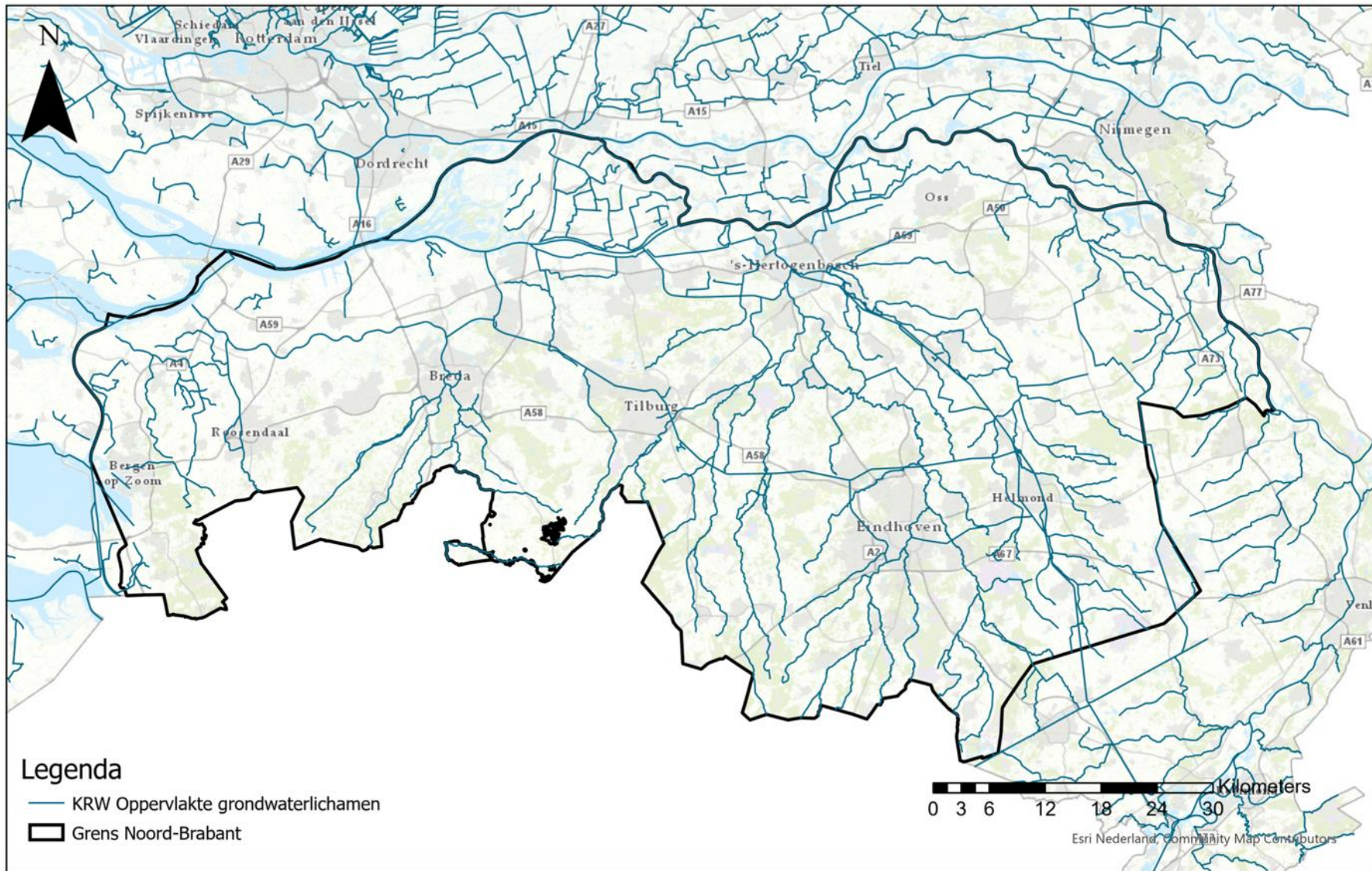
Opbrengsten	Activiteit	Productie	% opp.	Opbrengst per ha p.j.
	in eigen regie, bosbijproducten	1	100%	8,84
	hout op stam, hout op stam	1	100%	107,18
Totaal opbrengsten				116,02
Exploitatiesaldo				61,94

Standaardkostprijs directe werkzaamheden natuur- en landschapsbeheer
Voor het jaar: 2019 (beheerjaar 2020)

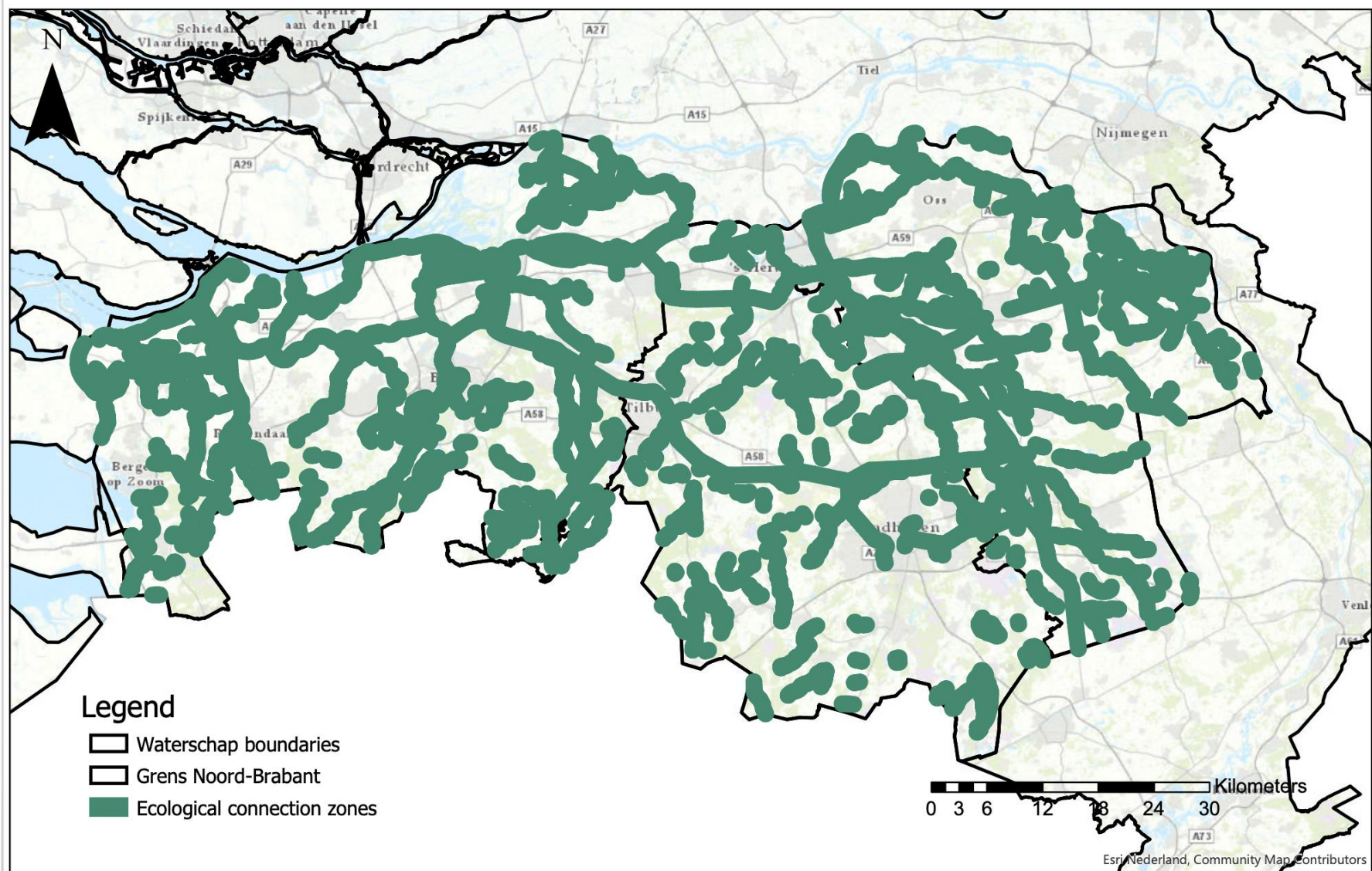
Natuur- of Landschapstype: N16 Bossen met productiefunctie
Beheertype: 04 Vochtig bos met productie (nieuw)

Maatregel	Activiteit	Set arbeidseenheid	Normbepalende omstandigheden	Herkomst norm	Uur Normbedrag per ha	Normbedrag per ha	Freq. p.j.	% te bew. opp.	Kostprijs per ha p.j.
verwijderen ongew. vegetatie	maaieren/knuppelen/klepelen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 bosmaaier zwaar (A-019)	verwerking; opstand niet opgesnoeid, geblesd Afzetten tussen en in de rijen - bramen en houtige gewassen met bosmaaier; 25-50% bedekking	Normenboek NBL	15,000	799,88	0,012	60%	5,76
	prunus/exoten rooien/steken (<5% bedekking)	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	rooien/steken Prunus met prunusrooier; hoogte 1-2 m; 0-5% bedekking; <500 st/ha	Normenboek NBL	2,000	94,65	0,250	60%	14,20
snoeien	opsnoeien toekomstbomen	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	in opgaand (naald)bos; gemerkte toekomstbomen; dbh tussen 10-18 cm; gd 0-6 m opsniehoogte	Normenboek NBL	10,000	473,25	0,006	60%	1,70
	snoeien overhangende takken	1 medewerker laag tarief (A-86) 1 handgereedschap (A-064)	conform N16.02; met (zwaar)stekmaat; laag	BUWA2015	0,400	18,93	0,250	5%	0,24

Bijlage VI: Oppervlakte oppervlaktewater Noord-Brabant.



Bijlage VII: Potentie kaart voor ecologische verbindingen tussen natuur gebieden



Bijlage VIII: Interview Gert-Jan van Duinen.

Gesprek met: Gert-Jan van Duinen

Datum: 2-3-2020

Locatie: Provinciehuis Noord-Brabant

Locaties - Welke locaties zijn van belang voor het onderzoek van natte teelten?

Het doel is om bufferzones te creëren in de beekdalen, hiervoor is ook natte teelt een goede optie. Het is belangrijk daarbij onderscheidt te maken tussen paludicultuur en natte landbouw; paludicultuur is niet op productie gericht en vaak een tijdelijke tussen oplossing, natte teelten hebben een economisch resultaat als doel voor lange termijn. Dit project gaat over percelen die voor een langere tijd onder water komen, daarom gaat het hier dus over natte landbouw. Wessel de Gouw heeft onderzoek gedaan naar geschikte locaties voor bufferzones in beekdalen en kan hier meer informatie over geven. Het gaat hier om veen en klei bodems, waar het mogelijk is om water vast te houden en waar water aangevuld kan worden. Vaak zijn dit moerige gronden, wat betekent dat hier ook een reductie van CO₂-emissie behaald kan worden bij hogere grondwaterstanden.

Teelten - Op welke teelten moeten we ons richten?

Er zijn verschillende producten waar jullie je op kunnen richten. Het is in Noord-Brabant wel van belang om te focussen op producten die veel opbrengen. Hierbij is veenmos niet mogelijk om dat het water moet fluctueren. Het is dus van belang om te richten op de volgende plantensoorten: lisdodde, riet, zeggensoorten, wilgen en populieren.

Als onderzocht is welke producten mogelijkheden bieden voor de gekozen gebieden is het ook van belang op te kijken naar producten en wat het oplevert. Als er productie van bijvoorbeeld isolatiemateriaal gemaakt wordt, moet er berekend worden hoeveel productie er nodig is voor het opzetten van een fabriek. Dus hoeveel oppervlakte van een product is er nodig om te kunnen blijven fabriceren. Bij de opstart van een nieuwe natte teelt is er dus gelijk veel grond nodig als land eenmaal onder water staat is het niet eenvoudig om dit terug te draaien. Het wordt geen natuur maar het wordt landbouwgrond. Er moet dus voor worden gezorgd dat er een zodanig verdienmodel onder zit dat het land dezelfde waarde houdt of stijgt door een duur product te verbouwen.

Subsidie - Hoe kunnen we de externe/indirecte effecten van natte teelten meenemen in een verdienmodel en tastbaar maken?

Vanuit de EU wordt er subsidie geven aan boeren voor het beheren van agrarische grond. In Brussel is gezegd dat zolang de Nederlandse overheid geen subsidie geeft voor natte landbouw, de natte landbouw illegaal is. Het is dus hoogstwaarschijnlijk dat in Nederland de boeren ook subsidie gaan krijgen bij natte landbouw. Ook zullen er waarschijnlijk aanvullende subsidieregelingen komen voor de bijkomende ecosysteem diensten. Op het moment is het nog onbekend om hoeveel subsidie dit gaat. Ons onderzoek naar een verdienmodel van natte teelten kan hier meer richting aangeven.

Verdienmodel - Waar moeten we het zoeken? Bijvoorbeeld nieuwe afzetkanalen realiseren, opschalen van bestaande of opstellen van een fictief bedrijf?

Het doel van dit onderzoek is de provincie inzicht geven in het verdienmodel van (geschikte) natte teelten. Met dit inzicht kunnen zij in de toekomst een beleid ontwikkelen voor de subsidieregeling.

Een belangrijke vraag is bijvoorbeeld hoeveel subsidie heeft een boer nodig om winst te maken op een lisdodde. Het kan voorkomend dat bepaalde percelen niet nat genoeg kunnen blijven in de zomer, wat het lastig maakt voldoende productie te halen. Een ander knelpunt is de bemesting van lisdodde. Lisdodde heeft voor een goede productie veel nutriënten nodig, maar om oppervlaktewater bemestten is tegenstrijdig met andere belangen. Verder is het waterpeil nog slecht

te sturen. Momenteel is het erg nat, maar in de zomer komt het vaak voor dat ook natte gronden uiteindelijk droogvallen. Er is hier een uitdaging om water te kunnen mogen blijven aanvoeren.

Verder biedt dit mogelijkheden voor subsidie voor het verbeteren van de waterkwaliteit door nutriënten uit het water halen. Ook kan het waterschap geld aan boeren bieden, omdat zij ervoor zorgen dat water op dat land kan worden gezet, hierdoor hoeft het waterschap geen schadevergoeding meer te betalen bij verschillende boeren die waterschade hebben door hoog water.

Het is ook van belang om in dit onderzoek te kijken naar blue en carbon credits. Een ander onderzoek uit Duitsland kan hierbij voor nuttige informatie zorgen. Dit project heet Moor Future. Hier is een verdroogd veengebied onderwater gezet. De carbon credits die hiermee vrijkomen worden voor een goede prijs verkocht aan de lokale bewoners. De mensen betalen voor lokale initiatieven makkelijker een hoge prijs voor CO₂ compensatie dan voor projecten ver weg waar ze geen profijt van hebben.

Bijlage IX: Interview Wessel de Gouw.

Gesprek met: Wessel de Gouw

Datum: 4-3-2020

Locatie: Provinciehuis 's-Hertogenbosch

Voor dit project is het belangrijk dat jullie plan van aanpak duidelijk maakt wat er precies onderzocht wordt. Het is van belang om meer te focussen op het verdienmodel dan op het gebied. Maar bij het starten van het onderzoek naar het gebied zijn er verschillende opties om dit te onderzoeken. Zelf heb ik Management van de leefomgeving gestudeerd op de HAS. Dus ik raad jullie aan om eens contact op te nemen met Judith van de Mortel. Judith heeft erg veel kennis over bodemkaarten en werkt ook op de HAS.

Ik denk ook dat Frank van Harmoen jullie verder kan helpen met het gebied. Hier bij de provincie hebben we ook een afdeling geo mediadesign, ik denk ook dat zij jullie misschien nog verder kunnen helpen. Als de bodemkaarten in beeld zijn, kunnen jullie gaan kijken naar optionele gebieden. Het is dan verstandig om te kijken naar de grondwaterstanden. Waar het grondwater het laagst staat is het goed te kijken naar natte teelten. Uiteindelijk moet je toch ondernemers/boeren zover krijgen dat zij mee willen werken aan een project, daarom zou ik niet te veel onderzoek doen naar de locaties. Het is wel van belang om gebieden in kaart te brengen.

Voor het verdienmodel is het goed om te kijken naar verschillende bestaande projecten. Een goed voorbeeld daarvan is in het Westland. In het Westland gaat het waterpeil nu omhoog. Hierdoor krijgen boeren nu carbon credits. Het project komt voort uit de koolstofgreendealmarkt. Veel bedrijven in Nederland hebben interesse om in duurzame projecten te investeren in Nederland. Bij Greendeal is het de bedoeling dat je met een goed duurzaam plan komt, waardoor CO₂ wordt gereduceerd. Als je dan ook voor de natte teelten credits wil gaan uitgeven moet je berekenen hoeveel CO₂ er wordt gereduceerd. Het is dan voor natte teelten ook van belang om te kijken naar hoe hoog de waterstand moet zijn. Bij een project voor greendeal moet het wel echt additioneel zijn, het moet dus een nieuw plan zijn.

Ik heb voor jullie twee documenten bij met het project uit het Westland. Deze documenten kunnen jullie gebruiken als voorbeeld. De methoden die in dit project is gebruikt kunnen jullie misschien aanpassen en dan in Brabant toepassen. Bij een verdienmodel is het goed om te kijken hoeveel CO₂ er wordt opgeslagen en hoeveel CO₂ je uitstoot tijdens de productie. Qua teelten wordt er nu vaak gesproken over lisdodde, misschien zou bamboe ook een goede optie zijn. Bamboe slaat namelijk enorm veel CO₂ op. Als jullie gaan kijken naar subsidies kan je kijken bij de verschillende waterschappen. Elk waterschap heeft verschillende subsidie objecten.

Een ander project wat nu opstart is met Eindhoven airport. Zij willen met boeren samen gaan werken zodat boeren CO₂ gaan vastleggen voor de organisatie Eindhoven airport, hierdoor hoef je ook minder te monitoren doordat het streekgebonden is.

Bijlage X: Interviews experts ter controle.

In deze bijlage zijn drie gesprekken weergegeven die na het onderzoek zijn gedaan ter controle van de resultaten.

Interview Jeroen Geurts

19 juni 2020

Microsoft Teams

Op vrijdag 19 juni hebben wij een gesprek gehad met Jeroen Geurts. Wij hebben ervoor gekozen om een verifiërend gesprek met Jeroen te voeren, omdat Jeroen als deskundige wordt gezien op het gebied van natte landbouw. Jeroen heeft veel ervaring en veel kennis doordat hij al aan veel projecten heeft meegedaan.

Jeroen heeft het conceptrapport doorgekeken en op basis daarvan feedback gegeven. Jeroen gaf aan dat het nog lastig is om een getal te kiezen voor een opbrengst. Jeroen gebruikt zelf meestal een range van cijfers, omdat er vaak nog wat onzekerheden zitten in de betrouwbaarheid van sommige cijfers. Voor ruwvoer gebruikte noemde hij een bedrag van €130 en voor isolatiemateriaal €300.

Jeroen heeft zelf ook onderzoek gedaan naar verdienmodellen. Daarbij heeft hij bij de oogst gekeken naar 4 verschillende scenario's. De kosten werden gerelateerd aan de intensiviteit. De meest intensieve oogst kostte €1200 per hectare bij lisdodde. Dit was dan machinaal.

Jeroen heeft ook gekeken naar de verschillende subsidies. Jeroen vond onze subsidie voor riet aan de hoge kant. Er komen in de toekomst nog andere subsidies voor natte landbouw. Deze subsidie komt vrij omdat natte landbouw dan ook een gewas code krijgt en Jeroen raadde ons aan om nog wel even de opbrengsten van lisdodde te bekijken, omdat hier misschien de opbrengst droge stof per hectare wat aan de lage kant was.

Ook hebben we het over de verschillende gewassen gehad met Jeroen en hij was dan ook tevreden met onze gewaskeuze. Jeroen deed momenteel het meeste onderzoek naar lisdodde, omdat hij ervan uit gaat dat dit gewas de meeste potentie heeft.

Aan het eind van het gesprek met Jeroen kwam hij met dezelfde conclusie die wij hadden geformuleerd. De belangrijkste conclusie hierbij was dat er moet worden gezorgd voor schaalvergroting. Schaalvergroting kan zorgen voor gemak en voor een vermindering van de kosten.

Interview Toine Smits

17 juni 2020

Microsoft Teams

Toine Smits werkt mee aan Carbon Connects. Carbon Connects is het project waar dit onderzoek weer onder valt. Helaas had Toine ons concept verslag nog niet gelezen bij aanvang van ons gesprek. Hij beloofde dat vrijdag 19 juni te doen en ons hetzelfde weekend te voorzien van feedback. Ons gesprek via Microsoftteams ging daarom meer over de algehele context van natte landbouw en waterberging.

Toine vond het een zeer interessant idee om agrarische ondernemers en het waterschap te laten samen werken op dit gebied. Deze samenwerking zou voor het waterschap namelijk betekenen dat zij de grond niet hoeven te komen en te onderhouden. Voor de agrarische ondernemer moeten er natuurlijk ook voordelen zijn. Wel had Toine de indruk dat er meer draagvlak voor dit idee bij jonge ondernemers zal liggen. Ondernemers die zien dat de sector moet veranderen om te kunnen blijven bestaan en ondernemers die graag hun risico's verspreiden over verschillende bronnen van inkomen. Om het draagvlak hiervoor te peilen zou het interessant zijn om een debat te organiseren. Zo kan men ook te weten komen wat er leeft onder de agrarische ondernemers en waar zij problemen voorzien.

Toine deelden een idee om natte landbouw op grotere schaal dan perceel niveau te doen door bijvoorbeeld een stook in een beekdal hiervoor in te richten, zonder het hele beekdal gelijk om te hoeven gooien. Dit is sowieso een goed idee, omdat je bij de herinrichten van een gebied vaak beperkt zal worden door woningen, gebouwen en infrastructuur.

Een ander idee is om ook te kijken of een voedselbos onderdeel zou kunnen zijn van deze natte landbouw. Dan moet men denken aan een voedselbos waarin bomen en planten een mate van vloedtolerantie hebben waardoor er een piekberging zou kunnen plaats vinden. Bijvoorbeeld een piekberging met een duur van 14 dagen. Bij de herinrichting van het Brabantse landschap is het belangrijk om de diversiteit hoog te houden. Het is daarom aan te raden een beekdal niet te vullen met een monocultuur aan planten, omdat daarmee er alsnog geen toename van biodiversiteit plaats vindt. Op basis van het waterpeil zouden er verschillende teelten toebedeeld kunnen worden. Met op de diepere delen bijvoorbeeld lisdodde en riet en de ondiepere delen wilg, zwarte els en dus eventueel andere gewassen zoals het benoemde voedselbos.

Verder gaf Toine aan dat het goed is dat er eens een verdienmodel van verschillende teelten werd uitgewerkt, zodat er gekeken kan worden wat er mogelijk is. Het was een fijn gesprek waarin het belang van natte landbouw in de toekomst duidelijker is geworden voor ons en waarin Toine ons heeft geholpen het concept een bredere context te zien.

Interview Daan de Groot

22 juni 2020

Microsoft Teams

Op 22 juni hebben wij een gesprek gehad met Daan de Groot. Daan is lector op de HAS Hogeschool in Den Bosch. Daan zit in het lectoraat van innovatief ondernemen met natuur met als doel kennis over verdienmogelijkheden voor natuur en landschap en toepassingen hiervan samen te brengen in de praktijk.

Eerst hebben we gesproken met Daan op wat voor manier studenten in de toekomst gemotiveerd kunnen worden bij het doen van projecten over natte landbouw. Hierbij hebben wij vooral aangedrongen op het grotere probleem uit de toekomst wat het tekort aan water is. Ook was de discussie erover hoe hard de getallen zijn bij de nevenopbrengsten. Hierbij hebben wij ook aangetoond dat deze cijfers soms nog wat onzeker zijn. Daarom gaf Daan ons als advies om als aanbeveling ook een aanbeveling naar het waterschap te schrijven.

Daan de Groot vroeg ons ook nog of wij ter aanvulling van het rapport een gevoeligheidsanalyse konden toevoegen met verschillende scenario's. Hierbij kan het een positief scenario zijn maar ook negatief. Een optie zou kunnen zijn om bij het model de nevenopbrengsten weg te halen en puur te kijken naar de agrarische kant. En dan te kijken naar wanneer dit kan zorgen voor een positief saldo. Vooral in de toekomst zal lisdodde een steeds hoger waarde krijgen als er meer mee kan worden gedaan.

Een ander punt was om te kijken naar het groene ontwikkelfonds. Zij subsidiëren groene projecten. Hierbij wordt het eenvoudiger gemaakt voor agrarische ondernemers om over te stappen op natte landbouw. Hierbij worden de inrichtingskosten voor de helft betaald.