

FACTSHEET

NATTE TEELTEN

Opgesteld door de deelexpeditie Natte Teelten

Contact: Roelof Weterhof r.westerhof@kennisprogrammabodemdaling.nl

FACTSHEET

NATTE TEELTEN

Opgesteld door de delexpeditie Natte Teelten

Contact: Roelof Weterhof r.westerhof@kennisprogrammabodemdaling.nl

VOORWOORD

Deze factsheet gaat in op de kennis die nu beschikbaar is om antwoord te geven op de vraag: in hoeverre zijn natte teelten een optie om bodemdaling en uitstoot van broeikasgassen te remmen?

De conclusie is dat het nog te vroeg is om deze vraag te beantwoorden maar dat er voldoende redenen zijn om dit verder te onderzoeken. Daarom bevat de factsheet naast een overzicht van kennis ook aanbevelingen voor verdere stappen.

INHOUD

Samenvatting	2
Introductie	4
De grondwaterstand is bepalende factor voor veenoxidatie	4
Productie bij hoge grondwaterstanden is een uitdaging voor de landbouw	4
Natte teelten	5
Maximalisatie van opbrengsten of optimalisatie van maatschappelijke meerwaarde	5
Mogelijke bijdrage van natte teelten aan tegengaan broeikasgasuitstoot uitstoot in veengebieden	6
Uitdagingen voor de verdere ontwikkeling van natte teelten	6
FAQ natte teelten	7
Bronnen en verder lezen	14
Deelnemers delexpeditie Natte Teelten van het Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling	15
Bijlage I	
Overzicht van studies in het buitenland	16
Bijlage II	
Informatieblad Natte Teelten	18

SAMENVATTING:

1 Er zijn verschillende toepassingen voor natte teelten (zie ook [figuur 1](#)):

- a Natte teelten voor landbouwtoepassing.
- b Natte teelten voor natuurontwikkeling¹ en als bufferzone tussen natuur en landbouw.

Natte teelten worden momenteel toegepast voor het omvormen van bijvoorbeeld weidevogelnatuur naar vochtige hooilanden². Natte teelten worden hier gezien als ‘omvormingsmaatregel’ van de ene natuurambitie naar een andere natuurambitie. Bij de omzetting van agrarische grond naar N.N.N.-grond worden natte teelten ook toegepast om meststoffen van bemeste graslanden uit te mijnen alvorens natuur te ontwikkelen.

Belemmeringen voor commerciële teelt en opschalen zijn voor landbouwtoepassingen zijn:

- I Een betrouwbare markt (aanbod en afzet) van voldoende grootte.
- II Een gebrek aan kennis over teeltmethoden voor een permanente landbouwkundige teelt (nutriëntenvoorziening, waterbehoefte ...).
- III Het ontbreken van een gewascode die toegang geeft tot landbouwsubsidie die voor landbouwgewassen wel gangbaar is (waardoor er geen landbouwsubsidie mogelijk is). Op Europees niveau is dit inmiddels geregeld.

Bij toepassen van natte teelten voor natuurontwikkeling¹ en als bufferzone tussen natuur en landbouw spelen vragen als:

- I Wanneer wordt de bestemming landbouwgrond officieel veranderd naar natuur in geval van tijdelijke toepassing van natte teelten als middel om uit te mijnen met tegelijkertijd tijdelijke inkomsten uit de biomassa van natte teelten?
- II Hoe worden de betreffende gewassen beoordeeld? Als natuur of als landbouwgewas?
- III Wat is de status van een bufferzone, die primair bedoeld is om de nutriëntenstroom tussen landbouwen natuurgebied te scheiden, maar waaruit tegelijkertijd opbrengsten voortkomen? Dit geldt bijvoorbeeld ook bij rietlanden.

2 De bekendste gewassen voor natte teelten zijn: lisdodde, riet, Azolla, veenmos en cranberry. Daarnaast groeien ook bijvoorbeeld rietgras en zwarte els onder natte omstandigheden³. Landbouw bij hoog water en melkveehouderij onder natte omstandigheden worden hier verder niet besproken⁴.

3 De grondwaterstand is een cruciale factor in het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen uit veen en heeft een grotere invloed op emissies dan de keuze voor het gewas. Daarnaast zijn van belang:

- a het op hoog peil houden van de grondwaterstand, vooral in de zomer;
- b het effect van peilfluctuaties (bijvoorbeeld voor onkruidbeheer, oogsten) op de uitstoot van broeikasgassen uit natte teelten;
- c het effect van voedselrijkdom en van de gebruiksgeschiedenis in het algemeen;
- d de intensiteit van de teelt (aanvoer nutriënten en koolstof, ligt nadruk op productie of ook op andere ecosystemendiensten);
- e het bodemtype (puur veen, klei op veen).

1 Uitmijnen van voormalige landbouwgronden.

2 Bijvoorbeeld het Zuiderveen in Noord-Holland.

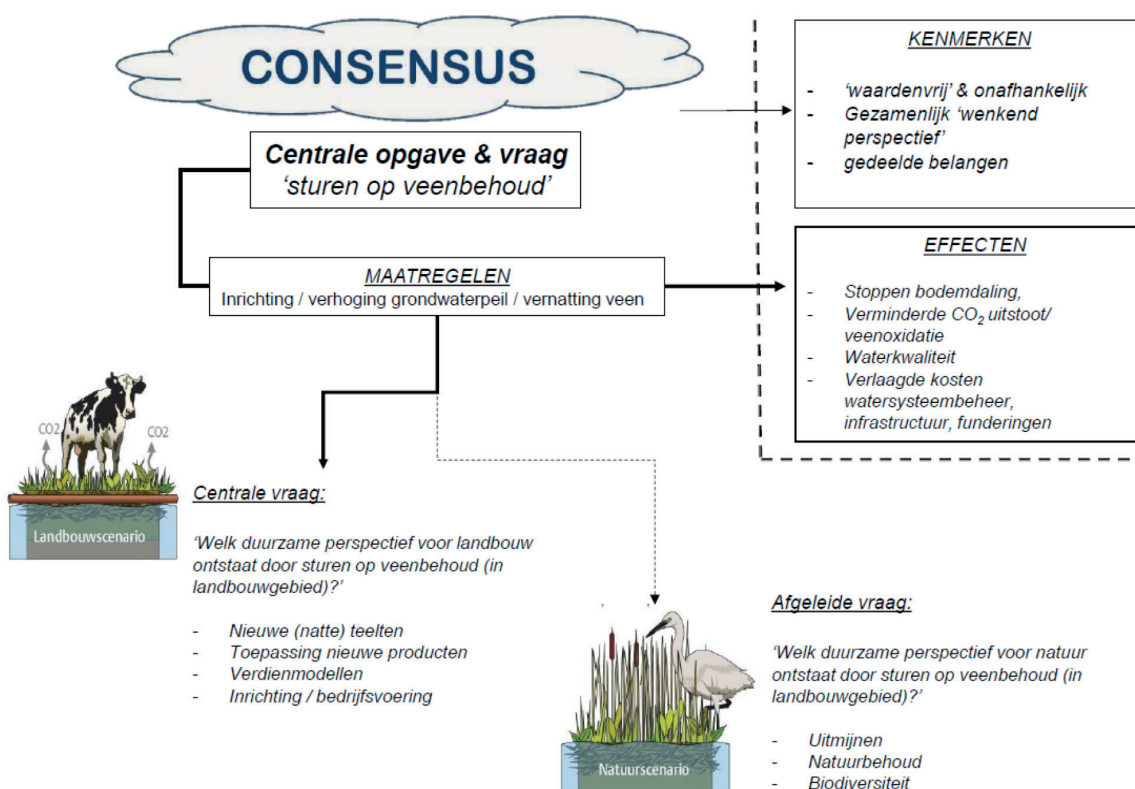
3 Marktverkenning paludicultuur (2016). Rapport door Holland Biodiversity B.V. & Quivertree voor het Innovatie Programma Veen i.o.v. Landschap Noord-Holland en ANV Water Land en Dijken, met financiële steun van de Provincie Noord-Holland. Sommige onderzoekers willen meer aandacht voor rietgras en zwarte els.

4 Runderrassen zoals Blaarkoppen, Jersey's en Maas-Rijn-IJsselrundersen kunnen goed tegen natte omstandigheden. Ze zijn kleiner, lichter en sterker en produceren minder CO₂ en methaangas.

- 4 Natte teelten hebben effect op de waterkwaliteit. Dit kan zowel gunstig zijn (bijvoorbeeld de opname van nutriënten door planten en het verwerken van baggerspecie in combinatie met natte teelten) als ongunstig (bijvoorbeeld uitspoeling van nutriënten in het oppervlaktewater).
- 5 Projecten in het buitenland laten zien dat natte teelten zowel de uitstoot van broeikasgassen als de bodemdaling kunnen tegengaan terwijl er biomassa wordt geproduceerd (bijlage 1). Voor de Nederlandse situatie moet dat nog aangetoond worden via lopende pilots.
- 6 Natte teelten bieden een kans voor functiecombinatie met waterretentie, waarmee in naastgelegen gebieden verdroging wordt tegengegaan, en piekberging, waarmee overstromingen worden voorkomen. Of deze functiecombinatie kan worden verwezenlijkt hangt af van inrichting en beheer van het gebied.
- 7 Er zijn juridische belemmeringen voor natte teelten.

FIGUUR 1

De bedoeling van natte teelten (bron: APPM en Innovatieprogramma Veen).



INTRODUCTIE

Veenbodems zijn organisch van aard. Door ontwatering oxideert het veen. De motor hierachter is de zuurstofafhankelijke biochemische afbraak (oxidatie door organismen) van het ontwaterde veen tot koolzuurgas (CO₂). In feite verdwijnt het veen als CO₂ in de lucht. Dit proces is al aan de gang sinds de ontginning van de veengebieden in de middeleeuwen.

De nadelen van deze voortdurende maaiveldddaling en peilverlaging worden steeds sterker:

- het areaal veengrond neemt per jaar met 2% af met als gevolg een toename van verschillen in reliëf en steeds verdere aantasting/verandering van het veenweidelandschap;
- de CO₂-emissie door oxidatie van veen is 2-3% van de totale Nederlandse emissie. Veenoxidatie gaat ook gepaard met uitstoot naar de atmosfeer van het sterkere broeikasgas lachgas (N₂O). De opgave voor emissiereductie door tegengaan bodemdaling in veenweidegebieden in het Klimaatakkoord is 1 Megaton CO₂ eq. (ontwerp klimaatakkoord);
- veenoxidatie leidt mede tot eutrofiëring van het oppervlaktewater door een bijdrage aan de achtergrondbelasting van het slootwater met de nutriënten stikstof (N), fosfor (P) en sulfaat (SO₄);
- het waterbeheer raakt steeds meer versnipperd door onder andere de toename van het aantal peilgebieden. Door versnippering wordt waterbeheer moeilijker en duurder;
- door de voortdurende maaiveldddaling zakt uiteindelijk het maaiveld onder het (vaste) waterpeil van hoogwatersloten, meren en plassen. Daardoor ontstaan veenkaden die op een bepaald moment met veel kosten moeten worden opgehoogd en onderhouden;
- natuurgebieden draineren naar de steeds dieper liggende landbouwgebieden en kunnen verdrogen indien ze niet van voldoende water worden voorzien;
- wegzijging neemt af of slaat om in kwel en bestaande kwel neemt toe. De kwel is in veenweidegebieden vaak nutriëntenrijk en als de maaiveldddaling flink doorzet ook zout.

DE GRONDWATERSTAND IS BEPALENDE FACTOR VOOR VEENOXIDATIE

In de zomer zakt het grondwater in veenweidepercelen tot onder het slootpeil door verdamping van water (evaporatie) en verdamping via het gewas (transpiratie). Doordat water zich maar langzaam door de veenbodem beweegt (de weerstand van veen is veel groter dan die van bijvoorbeeld zand) wordt de verdamping in de zomer maar in beperkte mate vanuit de sloot aangevuld. Zuurstof uit de lucht dringt dan diep de veenbodem in en de drogere bodem warmt snel op. Het leeuwendeel (> 80%) van de jaarlijkse veenoxidatie treedt op in de warmere maanden van het jaar met warme omstandigheden en een lage grondwaterstand (Van den Akker *et al.*, 2018). Deze omstandigheden treden vooral op in goed ontwaterde landbouwgebieden. In deze gebieden is veel klimaatwinst te halen door de grondwaterstand in de zomer zo hoog mogelijk te houden.

PRODUCTIE BIJ HOGE GRONDWATERSTANDEN IS EEN UITDAGING VOOR DE LANDBOUW

Voor de melkveehouderij zijn hoge grondwaterstanden in het voorjaar en in de zomer een belemmering. Groei van gras, weidegang door koeien, bereikbaarheid met machines nemen af. Om land te vernatten en productief te houden zijn twee opties denkbaar:

- Aangepaste melkveehouderij onder (sterk) vernatte omstandigheden. Toepassen van onderwaterdrainage of drukdrainage is daarbij een hulpmiddel. Meer informatie daarover is te vinden bij de Kennisexpeditie Onderwaterdrainage.
- Omschakelen naar gewassen die wel goed groeien bij hoge grondwaterstanden / waterstanden boven maaiveld. Dit noemen we natte teelten en hierover gaat deze factsheet.

NATTE TEELTEN

Natte teelt is landgebruik onder natte omstandigheden, waarbij de grondwaterstand boven of rond maai-veld staat. Natte teelt wordt ook wel paludicultuur genoemd wanneer het duurzaam landgebruik op nat veen betreft (het latijnse palus betekent moeras).

Het doel van natte teelt is via een combinatie van slim landbeheer en het beperken of tegengaan van verde-re veenoxidatie een duurzame(re) toekomst voor veengebieden te waarborgen.

Met behulp van natte teelten en paludicultuur kunnen ook maatschappelijke diensten worden geleverd, zo-als productie van biomassa (voor voedsel of veevoer), biobased grondstoffen, waterberging, waterzuivering en behoud van biodiversiteit. De benamingen natte teelten en paludicultuur worden vaak door elkaar heen gebruikt – bij natte teelten ligt de nadruk wat meer op landbouwkundige productie en bij paludicultuur meer op ecosysteemdiensten. Niet elke teelt is in staat om alle ecosysteemdiensten te leveren. Azolla levert bijvoorbeeld wel eiwit maar weinig biodiversiteit.

In de regel hebben initiatiefnemers een van de volgende drijfveren om met natte teelten aan de slag te gaan:

- alternatief landbouwgewas:
 - a dit geldt wanneer natte teelten meer opleveren dan het huidige landgebruik;
 - b dit geldt wanneer percelen niet meer goed gedraineerd kunnen worden en daardoor niet meer ge-schikt zijn voor het huidige gebruik. Er ontstaat dan dus nieuwe functie incl. verdienmodel;
- natuurontwikkeling: het uitmijnen van voormalige landbouwgrond als alternatief voor afplaggen van de nutriëntrijke bovenlaag of biomassa oogst in bestaande natuurgebieden;
- bufferzone tussen natuur en landbouw om water te zuiveren en het terugwinnen van voedingsstoffen mogelijk te maken.

MAXIMALISATIE VAN OPBRENGSTEN OF OPTIMALISATIE VAN MAATSCHAPPELIJKE MEERWAARDE

Het is belangrijk om keuzes te maken in de doelen voor natte teelten. Het is namelijk niet altijd mogelijk om de verschillende doelen / diensten die worden genoemd te combineren. Bijvoorbeeld: als je natte teelt toepast om de bodem uit te mijnen ten behoeve van toekomstige natuur, dan haal je de nutriënten weg waardoor intensieve productie niet meer mogelijk wordt. Andersom: als je intensiveert (met bemesting), dan zullen juist ecosysteemdiensten zoals zuiverende werking en waarborging van natuur in de verdruk-king komen. Het is dus niet altijd mogelijk om van alle diensten te kunnen profiteren.

In Nederland is er ongeveer 256.000 ha veengrond, al dan niet met een kleidek (Lof *et al.* 2017⁵). Momenteel is er minder dan 100 hectare natte teelten in Nederland, en dit bevindt zich voornamelijk op grond die uit-eindelijk natuur wordt. Daarnaast is er in Nederland nog een [rietareaal van ongeveer 7000 hectare](#) waarvan ongeveer 4500 hectare gemaaid wordt (het gebied de Wieden en de Weerribben zijn samen goed voor 2500 hectare). Dit rietareaal ligt overigens niet helemaal op veengrond. Riettelers ontvangen een subsidie vanuit [Subsidiestelsel Natuur en Landschap](#) en rietteelt vindt niet plaats op landbouwgrond.

5 Lof, M., S. Schenau, R. de Jong, R. Remme, C. Graveland en L. Hein. 2017. The SEEA EEA carbon account for the Netherlands. Report by Statistics Netherlands and Wageningen University, Den Haag.

MOGELIJKE BIJDRAGE VAN NATTE TEELTEN AAN TEGENGAAN BROEIKASGASUITSTOOT UITSTOOT IN VEENGEBIEDEN

De uitstoot van broeikasgassen door veenbodems wordt geschat op 5 tot 6 megaton CO₂ eq. per jaar. Dit bedraagt 2-3 % van de totale uitstoot van Nederland⁶.

OP basis van wat we nu weten staat een veenbodemdaling van 1 centimeter puur veen gelijk aan de emissie van ongeveer 22 ton CO₂ per hectare⁷. Experts hanteren op basis van thans bekende metingen de vuistregel dat vernatting van puur veen een vermindering van 20 ton CO₂ eq. uitstoot van broeikasgassen per hectare per jaar oplevert⁸. Voor deze vuistregel geldt een ruime marge die afhangt van factoren zoals bodemtype, verandering in grondwaterstand, oorspronkelijke broeikasgasemissie in de gedraineerde situatie en methaan- en lachgasemissie bij intensivering van natte teelten. Dit moet daarom nog beter door metingen worden onderbouwd. Zie ook vraag 4 in de FAQ hieronder.

Om de vraag in hoeverre natte teelten een optie zijn om bodemdaling en uitstoot van broeikasgassen te remmen beter te kunnen beantwoorden, is een aantal zaken nodig. Deze aandachtspunten worden hieronder uiteengezet.

- Via pilot-studies dient te worden verkend in hoeverre natte teelten daadwerkelijk een bijdrage kunnen leveren aan de vermindering van veenoxidatie en de emissie van broeikasgassen. In het buitenland is hierover meer kennis maar dit moet nog vertaald worden naar de Nederlandse situatie. Zie het overzicht van studies in het buitenland in [bijlage 1](#).
- Tevens dient te worden onderzocht welke natte gewassen het best gedijen in het vernatte veenweidegebied en welke opbrengsten daarbij horen, zowel op korte als middellange termijn. Dit geeft meer informatie over de landbouwkundige perspectieven van de teelt;
- Op het moment dat natte teelten een optie lijken te zijn als middel tegen bodemdaling en het beperken van broeikasgasemissies, is het van belang dat het teeltareaal wordt uitgebreid door het opzetten van telersverenigingen en het organiseren van toegang tot grond. Kansen liggen in gebieden met onderbemaalingen en gronden die bestemd zijn voor natuurontwikkeling. Agrarische natuurverenigingen zouden een rol kunnen spelen in het opzetten van telersverenigingen.
- Door uitbreiding van het teeltareaal kan een voorraad materiaal worden opgebouwd voor productontwikkeling. Er zouden verspreid over Nederland voorraadschuren kunnen liggen waar ontwikkelaars materiaal kunnen afhalen en die telers een afnamegarantie geven gedurende een bepaalde periode (bijvoorbeeld 10 jaar).
- De toepassing van biobased producten in bijvoorbeeld de bouw en levensmiddelenindustrie dient gestimuleerd te worden, bijvoorbeeld op een manier die vergelijkbaar is met de CO₂ prestatieladder.
- Het is belangrijk dat er een (meervoudig) verdienmodel ontwikkeld wordt, waarmee de inkomsten uit natte teeltvormen kunnen worden vergeleken met andere vormen van landgebruik. Het ontwikkelen van incentives / stimulerings voor duurzaam landgebruik specifiek voor veenbehoud dient daarbij ook

6 Veenweide, broeikasgassen en klimaatverandering. Kuikman, P.J., J.J.H. van den Akker, 2005 In: Veenweide 25 x belicht. Slagter, M. (2017) Reducing greenhouse gas emissions by means of paludiculture. MSc Thesis in Environmental Systems Analysis, Wageningen University & Research. Als Slagter de uitstoot van moerige gronden (dit zijn gronden die wel veel organische stof bevatten maar te weinig voor veengrond) meerekent, komt hij op 12 megaton CO₂ eq per jaar.

7 Op basis van de berekeningen voorspelt het PBL (in het onderzoek 'Dalende Bodems, Stijgende Kosten') een gemiddelde bodemdaling in Nederland van 34 centimeter over de periode 2010-2050. Dit komt overeen met een gemiddelde daling van 9 millimeter per jaar en dat is ongeveer 20 ton CO₂ per hectare. 1 Cm bodemdaling zou dan 22 ton CO₂ per hectare zijn .

8 Technical report Cinderella Report, Radboud Universiteit 2018

bekeken te worden. Een voorbeeld daarvan is het project ‘Valuta voor Veen’⁹.

- Er is onderzoek nodig aan de opschaling van natte teelten, de randvoorwaarden, de mogelijke negatieve effecten op maatschappelijke diensten bij intensivering, en de balans tussen maatschappelijke diensten en maximale productie. Daarbij moet tevens gekeken worden naar manieren om de cultuurhistorie in de bodem (archeologie) en van het landschap te behouden.
- Er is onderzoek nodig naar de watervraag van natte teelten en de mogelijkheden water te bufferen, rekening houdend met de verschillen tussen de verschillende teelten als het gaat om gevoeligheid voor onder water staan, droogvallen, peilfluctuaties en (veranderingen in) waterkwaliteit. Ook moet onderzocht worden wat de effecten zijn van tijdelijke droogval op broeikasgasemissies bij de verschillende teelten.

FAQ NATTE TEELTEN

1 Wat is de maatschappelijke meerwaarde van natte teelten?

Antwoord: naast de productie van voedsel, veevoer of biobased producten kan de maatschappelijke meerwaarde van natte teelten bestaan uit:

- het verminderen van bodemdaling en CO₂ uitstoot;
- het zuiveren van water (zuiveringsmoeras);
- waterberging: het kunnen bergen van water tijdens piekbelasting;
- waterretentie: het achter de hand hebben van water in geval van droogte. Nog onbekend is hoeveel water een hectare natte teelt verdampt tijdens hitteperiodes en in droge tijden kan wateraanvoer een probleem worden;
- het uitmijnen van landbouwgrond voor natuurontwikkeling;
- het stevig houden van slootkanten en het voorkomen van afkalving;
- het creëren/ waarborgen van leefgebied voor aquatische flora en fauna;
- het verminderen van uitzijging van water uit naastgelegen percelen en de beperking van zoute kwel;
- behoud van archeologie in de bodem;
- behoud van historische slagen- of copelandschap.

Of, en in welke mate, deze maatschappelijke waarden worden geleverd hangt af van bijvoorbeeld het gewas, waterbeheer, locatiekeuze, inpassing in landschap en de teeltwijze.

2 Wat is de maatschappelijke meerwaarde van natte teelten?

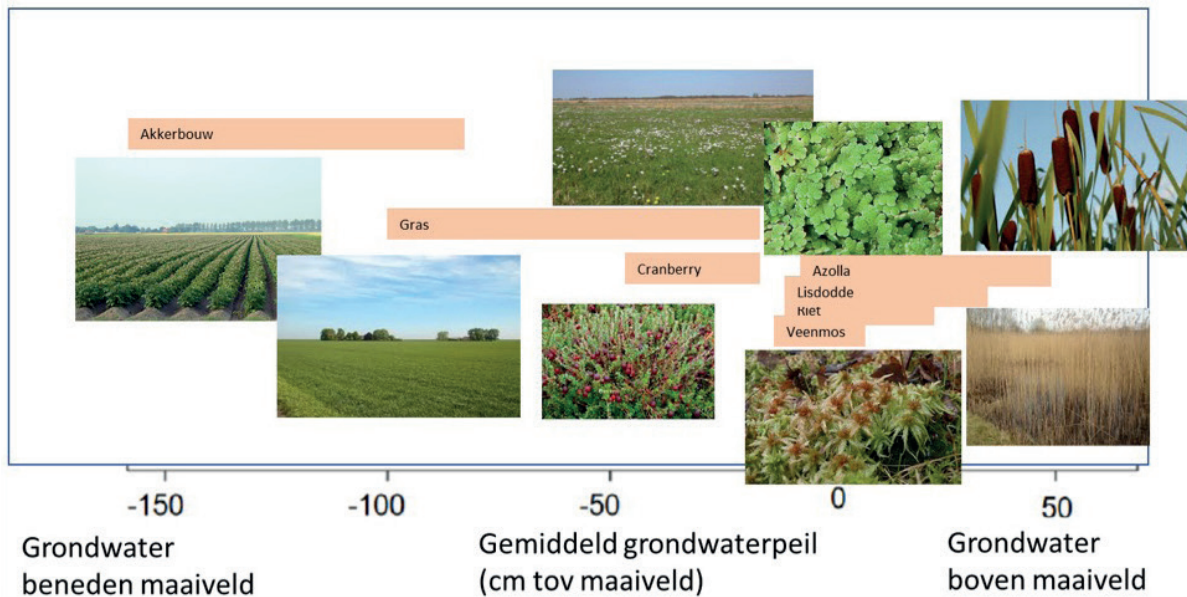
Antwoord: stakeholders zouden ondernemers kunnen betalen voor het leveren van deze diensten. Het saldo per hectare van natte teelten zal vaak lager liggen dan bijvoorbeeld bij melkveehouderij (Daatselaar *et al.* 2009 voor rietteelt, Agrimatie voor melkveehouderij). Dat betekent dat er voor economisch rendabele natte teelten meerdere inkomstenbronnen nodig zijn, bijvoorbeeld voor natuurbeheer, vastleggen broeikasgasen en waterberging / waterkwaliteit of compensatie voor functieverandering. Dit meervoudig verdienmodel moet nog worden ontwikkeld. Voor rietteelt in natuurgebieden bestaat dit al.

3 Welke gewassen zijn geschikt voor natte teelten?

Antwoord: momenteel gaat de meeste aandacht uit naar twee soorten lisdodde (grote lisdodde en kleine lisdodde), Azolla, cranberry, riet en veenmos. De belangrijkste bron voor de keuze van deze gewassen is de overzichtsrapportage¹⁰. Vooral lisdodde, riet, cranberry en Azolla worden als alternatief landbouwgewas gezien.

⁹ GDNK-Groen-Veenweide-001, Green Deal Nationale Koolstofmarkt, onderdeel CO₂-emissiereductie via verhoging grondwaterpeil in veengebieden (‘Valuta voor Veen’).

¹⁰ Abel *et al.*, 2013 (Greifswald)



4 Hoe ontstaan broeikasgassen in veen?

Antwoord: koolstofdioxide (CO_2) ontstaat door oxidatie van drooggelegd veen. De uitstoot van lachgas (N_2O) kan ontstaan tijdens nitrificatie en denitrificatie van stikstofverbindingen in de bodem. De kans hierop neemt toe bij meer bemesting en meer voedingsstoffen in de bodem. De uitstoot van methaan (CH_4 , moerasgas) ontstaat door afbraak van organisch materiaal onder zuurstofarme (natte) omstandigheden¹¹.

5 Kunnen natte teelten de uitstoot van broeikasgassen reduceren?

Antwoord: De uitstoot van broeikasgassen hangt vooral af van de grondwaterstand (figuur 2). Hoe meer de grondwaterstand (in de zomer) toeneemt ten opzichte van de uitgangssituatie, des te meer wordt de uitstoot door veenoxidatie vermindert.

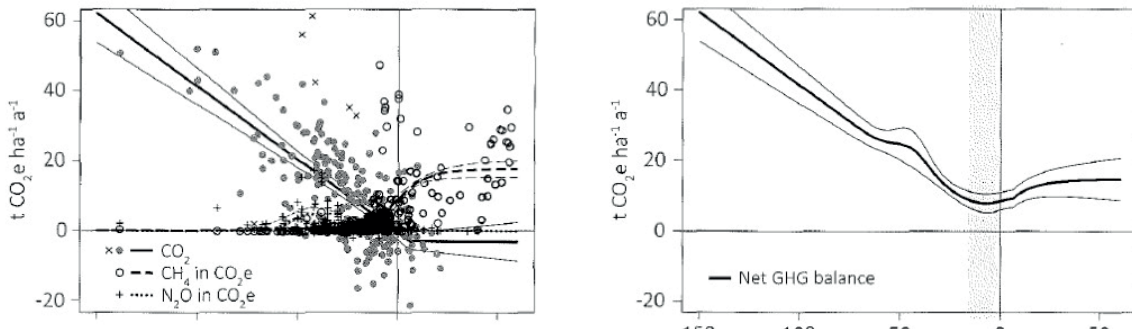
Omschakelen naar natte teelten kan leiden tot hogere methaan en lachgasemissies in vergelijking met de uitgangssituatie. Het gewas, grondwaterbeheer, mestgift, bodemkwaliteit en bodembeheer beïnvloeden de uitstoot van methaan en lachgas. Daarnaast kan door bodembewerking, bijvoorbeeld tijdens aanleg, veen oxideren.

Verdieping: het Cinderella-rapport heeft beschikbare publicaties van veldexperimenten onderzocht. Het ging om onderzoek uit het buitenland, waarin natte teelten (vooral teelt van lisdodde en riet) werden vergeleken met gangbaar grasland op pure veengrond. Voorzichtigheid is geboden bij het vertalen van deze cijfers naar een lokale context, ze geven wel een idee van de orde grootte;

- een hectare ontwaterd en bemest grasland op puur veen stoot ongeveer 25-31 ton CO_2 eq. (vooral CO_2) gemiddeld per jaar;
- extensiever gebruikt grasland op puur veen (minder mest, minder verstoring van de bodem) 5-6 ton CO_2 eq. stoot per jaar minder uit dan intensief gebruikt en regelmatig opnieuw ingezaaid grasland;
- een hectare natte teelt op puur veen stoot tussen 4-12 CO_2 eq. (vooral methaan) per jaar uit;

¹¹ Waarheen met het Veen. Woestenburg, 2009

- functieverandering van grasland naar natte teelten op pure veengrond kan een netto reductie van ongeveer 20 ton CO₂ eq. per hectare per jaar opleveren. Dit is afhankelijk van de oorspronkelijke grondwaterstand en de nieuwe grondwaterstand, al dan niet gerealiseerd met technieken als onderwaterdrainage of drukdrains. Daarnaast spelen de teelt- en bodemeigenschappen zoals aanvoer van opgelost koolstof (DOC) en nutriënten een rol.

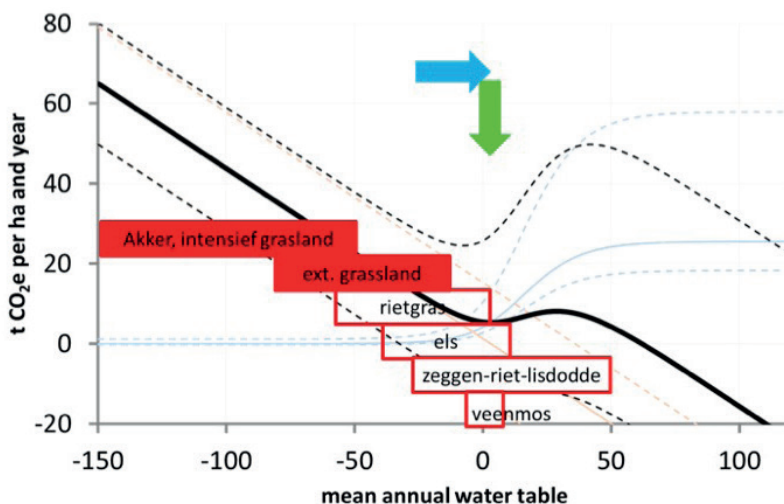


In het boek *Paludiculture-productive use of wet peatlands* (2016) geven Jurasinski *et al.* een overzicht van alle metingen aan het verband tussen de gemiddelde grondwaterstand en emissies van broeikasgassen. De puntenwolk in de bovenste figuur laat alle metingen zien en de lijnen in de onderste figuur geven de gemiddelden weer met een 95% betrouwbaarheidsinterval.

Hieruit blijkt dat CO₂ emissies afnemen als de grondwaterstand hoger worden en dat CH₄ (methaan) emissies dan toenemen. De metingen suggereren dat de optimale grondwaterstand voor het reduceren van emissies van broeikasgassen zich tussen de 0-20 cm beneden maaiveld bevindt maar dat er grote verschillen zijn tussen verschillende systemen. Er is niet gemeten aan ontwaterde landbouwsystemen die opnieuw vernat zijn. Meer onderzoek is nodig naar de relatie tussen grondwaterstand, landgebruik/-management en de uitstoot van broeikasgassen.

FIGUUR 2

Relatie tussen uitstoot broeikasgassen en waterstand voor puur veen en een overzicht van de waterstanden waarbij natte teelten kunnen worden geteeld (bron: Hans Joosten Greifswald, samenvatting Cinderella-onderzoek).



De onderzoekers benadrukken ook dat er nog veel onbekend is over de invloed van bodemmanagement op de uitstoot van methaan en lachgas door natte teelten. Ook is onbekend wat de invloed van kortere en langere droogteperiodes is. De actuele reductie door vernatten van ontwaterde veengrond en introductie van natte teelten moet per geval en met kennis van de lokale situatie worden berekend.

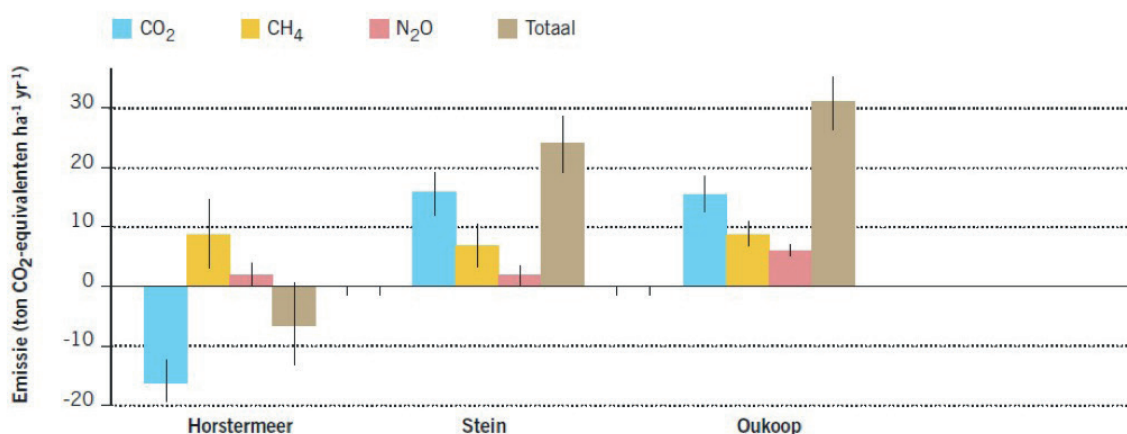
6 Kan natte natuur de uitstoot van broeikasgassen reduceren?

Antwoord: het lijkt waarschijnlijk dat natuurontwikkeling door aanplanten van veenmos een kansrijke optie is om veengroei te herstellen en emissies van broeikasgassen te verlagen. Hierbij kan de uitstoot van methaan een spelbreker zijn als er niet genoeg koolstof in biomassa wordt vastgelegd. Bij veenmos percelen wordt er vaak netto CO₂ vastgelegd (zie ook bijlage 1 voor onderzoek in het buitenland). Doordat de grondwaterstand net onder maaiveld staat bij veenmos, komt er veel minder methaan vrij. De productie van biomassa die kan worden geoogst is bij natte natuur (met uitzondering van riet) beperkt.

Verdieping: in het onderzoeksprogramma 'Klimaat voor ruimte' zijn de broeikasgasbalansen van drie veengebieden met verschillend beheer vergeleken¹²:

- Oukoop (lage grondwaterstand, landbouw).
- Stein (landbouw onder nattere omstandigheden dan Oukoop).
- Horstermeer (een natuurgebied met hoge grondwaterstanden).

Onderstaande figuur geeft de bevindingen schematisch weer:

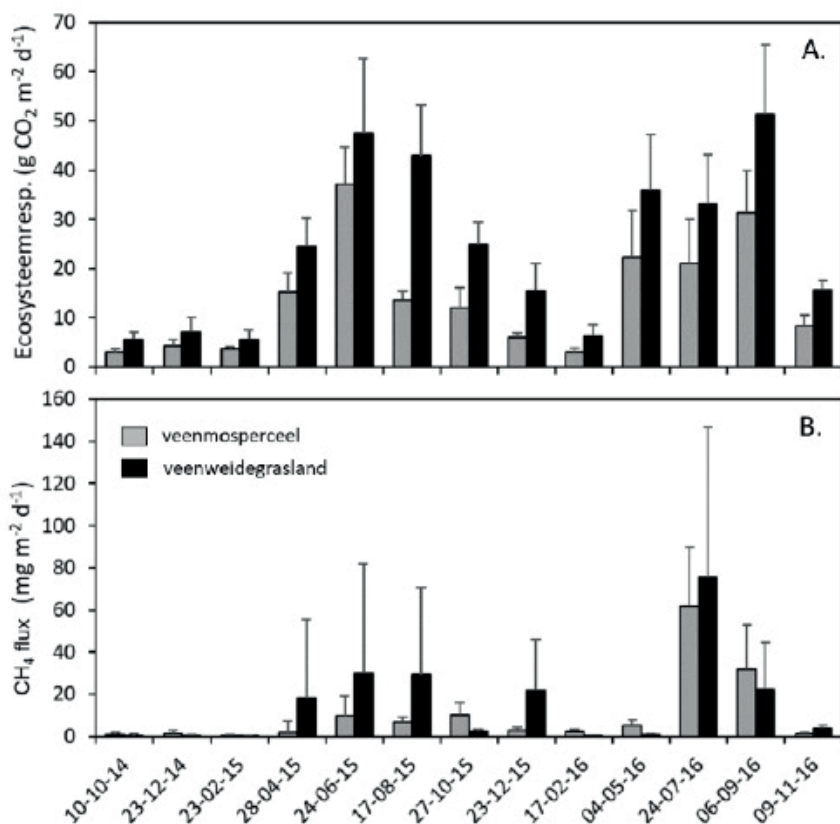


Het onderzoek laat zien dat het natuurgebied Horstermeer netto broeikasgassen vastlegt, waarbij de vastlegging van CO₂ door plantengroei de uitstoot van methaan compenseert. Belangrijk is wel dat de planten niet worden geoogst (dit levert namelijk vaak weer CO₂ uitstoot door verteren van dode planten), wat in sommige gevallen van natuurbeheer wel het geval is. De streepjes door de balkjes laten de spreiding in de metingen zien.

Het onderzoeksproject 'Omhoog met het Veen' heeft nieuw aangelegde veenmospercelen vergeleken met een veenweideperceel met gangbaar grasland op puur veen. Volgens deze studie stootten de onderzochte veenweidepercelen tijdens het experiment 32-36 CO₂ eq. per hectare per jaar meer uit dan de onderzochte

¹² Waarheen met het Veen. Woestenburg, 2009

veenmospercelen. Het afgraven van de nutriëntrijke toplaag en de oxidatie daarvan is niet meegenomen in de vergelijking. Onderstaande figuur laat de metingen zien. Er is twee jaar gemeten. De balkjes zijn de gemiddelden op een bepaalde dag en de streepjes geven de spreiding in de metingen van die dag.



7 Hoeveel voedingsstoffen onttrekken natte teelten?

Antwoord: lisdodde kan jaarlijks tot 80 kg fosfor (P) en tot 500 kg stikstof (N) per hectare opnemen uit de bodem dan wel uit de waterkolom. Om dit af te voeren moet lisdodde in de zomer worden geoogst, want in de winter verplaatst lisdodde voedingsstoffen van bovengrondse delen naar de wortelstokken¹³. Afhankelijk van de beschikbaarheid van nutriënten na verloop van tijd, kan de jaarlijkse biomassa en dus ook de jaarlijkse nutriëntenonttrekking gelijk blijven of minder worden.

8 Zijn er oogstmachines voor natte teelten?

Antwoord: ja, er zijn verschillende machines beschikbaar in Nederland en Duitsland. Meer informatie hierover kunt u vinden bij [Greifswald Moor Centrum](#) en [VIC](#). Inzet van machines vergt, in vergelijking met teelten als gras en mais, nog meer arbeid en tijd. Om natte teelten in de Nederlandse situatie economisch rendabeler te maken zijn efficiëntere machines dan ook nodig.

9 Zijn natte teelten een landbouwgewas?

Antwoord: Nee, want het is nog onduidelijk welke gewascode natte teelten hebben voor de gecombineerde opgave. Hierdoor is onduidelijk of lisdodde in aanmerking komt voor betalingsrechten. Op Europees niveau is inmiddels de mogelijkheid gemaakt om een gewascode voor natte teelten te maken.

¹³ Technical report Cinderella Report, Radboud Universiteit 2018

10 Kunnen natte teelten worden gecombineerd met natuurbeheer?

Antwoord: het verenigen van natte teelt met natuurbeheer blijkt in de praktijk heel lastig op sommige plaatsen. Momenteel mag er nog geen natte teelt, en dan specifiek het inbrengen van gewassen, plaatsvinden als er een natuurpakket op een perceel zit. Dat gaat in tegen bestaande wet- en regelgeving.

11 Passen natte teelten in een vruchtwisseling?

Antwoord: voor de gewassen waarvan we nu denken dat ze potentie hebben zijn meerjarige gewassen en op dit moment is nog onduidelijk of weer terug te schakelen is naar grasteelt.

Verdieping: als de onttrekking van voedingsstoffen voor oogsten van lisdodde niet wordt aangevuld door voedselrijk water of mest dan is het waarschijnlijk dat lisdodde op termijn wordt verdrongen door riet. Dit geldt vooral bij één of meerdere zomeroogsten. Bij winteroogst voor isolatiemateriaal (lisdodde) of dakbedekking (riet) zullen de opbrengsten stabiel blijven. Daarnaast is het bewerken van de bodem, wat vaak gepaard gaat met het planten van nieuwe gewassen op veenbodems, niet wenselijk omdat dit de uitstoot van broeikasgassen stimuleert en de bodem verstoort (archeologie).

12 Waar is lisdodde te verkrijgen?

Antwoord: in Nederland is op dit moment nog niet veel biomassa van natte teelten beschikbaar. U kunt via de contactpersoon bovenaan dit document contact opnemen met de verschillende experimentele pilotstudies, waarin op bescheiden schaal lisdodde wordt geteeld. Er zijn daarnaast verschillende kwekers die plantmateriaal kunnen leveren. Het is ook mogelijk om lisdodde te zaaien of eerst zelf voor te kweken op een klein stuk voordat men gaat opschalen. In natuurgebieden en baggerdepots groeit lisdodde volop in het wild maar op deze plekken is oogsten verboden of om praktische redenen moeilijk.

Verdieping: we weten dat er in Duitsland, Roemenië, Amerika en Senegal lisdodde beschikbaar is die door producenten kan worden gebruikt om te experimenteren met productontwikkeling. In Noord-Amerika is jaarlijks 225.000 ton droge stof lisdodde beschikbaar. En in de Senegal-rivier is ongeveer 30.000 ha beschikbaar voor continue duurzame exploitatie.

VRAGEN WAAROP NOG GEEN ANTWOORD IS:

1 Beheer en teeltwijze:

- a Wat is de invloed van management en intensivering op de uitstoot van broeikasgassen door natte teelten?
- b Wat is de invloed van natte teelt op de watervraag en het waterbeheer?
- c Welk management is nodig om de diensten die natte teelten kunnen leveren te optimaliseren met betrekking tot:
 - i Het tijdstip en frequentie van oogsten;
 - ii de keuze voor gewas en schaal;
 - iii de inrichting van de percelen (onder andere wel / niet topklaar afgraven);
 - iv mechanisatie, nutriëntenmanagement.
- d Hoe dient men om te gaan met ziekten, plagen en onkruid? Wat zijn de arbeidskosten?
- e Welke manieren van bewerken van geoogst product leiden tot een hogere opbrengst voor de boer (denk aan drogen, scheiden van vezel en sap etc)?
- f Wat betekent de (grootschalige) introductie van natte teelten voor:
 - i het landschap;
 - ii waterbeheer (aanvoer van water en de waterkwaliteit);
 - iii biodiversiteit;
 - iv cultuurhistorie;

- v andere functies zoals landbouw, recreatie, sporten, wonen, natuur.
- g Is het mogelijk en wenselijk om natte teelten langjarig als monocultuur te telen of zijn er combinaties mogelijk (vruchtwisseling, gewassen door elkaar telen)?
- h Op welke manier is de uitstoot en vastlegging van broeikasgassen uit percelen het beste te meten? De bestaande meetmethoden zijn te kostbaar voor monitoringscampagnes.
- i Wat is de ecologische voetafdruk van natte teelten en van voorbewerking (drogen), maken, gebruiken en recyclen van producten van natte teelten (levenscyclusanalyse)?
- j Wat zijn de beste plant- en oogstmethoden? Daarbij gaat het om inzaaien versus inplanten en bijvoorbeeld 1 keer per jaar oogsten versus meerdere keren per jaar.

2 Verdienmodellen en de ontwikkeling van ketens en producten:.

- a Is er een meervoudig verdienmodel met voldoende perspectief voor natte teelten te ontwikkelen? Wat is waterberging, waterzuivering, ruimte voor natuur en beperken van de uitstoot van broeikasgassen waard en welke stakeholders willen en kunnen betalen voor deze diensten? Is het mogelijk om deze diensten te combineren/ te optimaliseren of zitten ze elkaar in de weg? Ontstaan er bijvoorbeeld eco-systemen met zeldzame orchideeën of zonnedauw waardoor oogsten niet meer mag?
- b Kunnen natte teelten een duurzaam perspectief bieden voor andere teelten van biomassa zoals henpeelt?

3 Beleid, wet- en regelgeving omtrent natte teelten?

- a Wat is de rol van overheden bij het ontwikkelen van een productieketen?
- b Welke gewascode kan worden gebruikt om natte teelten als landbouwgewas in aanmerking te laten komen voor betalingsrechten? Europese wetgeving maakt dit recent (april 2019) mogelijk. Hoe gaat Nederland met deze ruimte om?
- c Hoe kan ervoor worden gezorgd dat natte teeltactiviteiten ook op percelen met een beheerpakket in alle provincies worden toegestaan?
- d Hoe kan 'Valuta voor Veen' verder ontwikkeld worden, waarbij het meten aan de relatie teelt (gewas en teeltwijze), waterbeheer (grondwaterstand gedurende het jaar) en uitstoot broeikasgassen een belangrijke voorwaarde is.

BRONNEN EN VERDER LEZEN:

- Proeven met natte teelten Better Wetter 2017-2018: resultaten lisdodde- en veenmooiteelt. Altenburg & Wymenga, rapport nr. 2499.
- Pionieren met natte teelten: systeeminnovatie in de veenweiden. Veenweiden Innovatiecentrum, 2017.
- Cattail management in the Northern Great Plains. Northwest Research and Outreach Centre, 2016.
- Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as proxy. Couwenberg *et al.*, Hydrobiologica 2011 (674: 67-89).
- Biomass harvest on wet peatlands. T. Dahms. University of Greifswald. Rapport nr. RRR2017, 2017.
- Waarheen met het veen: kennis voor keuzes in het westelijk veenweidegebied. Woestenburg, 2009.
- The effect of biomass harvesting on greenhouse gas emissions from a rewetted temperate fen. Gunther *et al.*, GCB Bioenergy 2015 (7, 1092-1106).
- Paludiculture pilots and experiments with focus on cattail and reed in the Netherlands. Technical report Cinderella project. Geurts and Fritz (eds.), Radboud University, 2018.
- Vernatting voor veenbehoud. Van de Riet *et al.*, 2015. Landschap Noord-Holland rapportnummer 14015.
- Paludicultuur- kansen voor natuurontwikkeling en landschappelijke bufferzones op natte gronden. Fritz *et al.*, Vakblad Natuur Bos Landschap. 2014.
- Flushing Meadows. The influence of management alternatives on the greenhouse gas balance of fen meadows areas. Schrier-Uijl. Academic Thesis Wageningen University 2010.
- Boerenperceptieven op water, land en lisdodde- en veenteelten. Sindram, Wetlands International, 2017.
- Typha for Bioenergy, Elbersen, Wageningen University 2005.
- The role of Phragmites in the CH₄ and CO₂ fluxes in a minerotrophic peatland in southwest Germany. Van den Berg *et al.*, 2016. Biogeosciences 13, 6107-6119, 2016.
- Omhoog met het Veen. Herstel van een veenvormende veenmosvegetatie op voormalige landbouwgrond in veenweidegebieden. Van de Riet, 2018. B-Ware RP.17.055.
- Greenhouse gas emissions factors associated with rewetting of organic soils. Wilson *et al.*, 2016. Mires and Peat, Volume 7 (2016), Article 04, 1-28.

DEELNEMERS DEELEXPEDITIE NATTE TEELTEN VAN HET NATIONAAL KENNISPROGRAMMA BODEMDALING

Contactgegevens bekend bij trekker deelexpeditie

Voornaam	Achternaam	Organisatie
Ernst	Oosterveld	Altenburg & Wymenga
Ivan	Mettrop	Altenburg & Wymenga
Aldert	van Weeren	Stichting Wetland products
Wim	Oosterhuis	Gemeente Dantumadiel
Youri	Egas	KTC Zegveld
Wybren	van Straalen	Living lab Natuurinclusieve landbouw
Jeroen	Pijlman	Louis Bolk Instituut
Nick	van Eekeren	Louis Bolk Instituut
Roel	van Gerwen	Natuurlijke Zaken
Sjoerd	Endel	Nautilus ecosolutions
Jan	Strijker	Provincie Zuid-Holland
Christian	Fritz	Radboud Universiteit
Gert-Jan	van Duinen	Radboud Universiteit
Jeroen	Geurts	Radboud Universiteit
Ellen	Vreenegoor	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Hein	Alkemade	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Joost	Samsom	Samsom-Wilnis VOF
Frans	Debets	Van Hall Larenstein
Jasper	Van Belle	Van Hall Leeuwarden
Frank	Lennsinck	Veenweiden Innovatiecentrum
Tim	Pelsma	Waternet
Matthijs	Boeschoten	Wij.Land
Merijn	Slagter	WIJ.LAND

BIJLAGE I OVERZICHT VAN STUDIES IN HET BUITENLAND

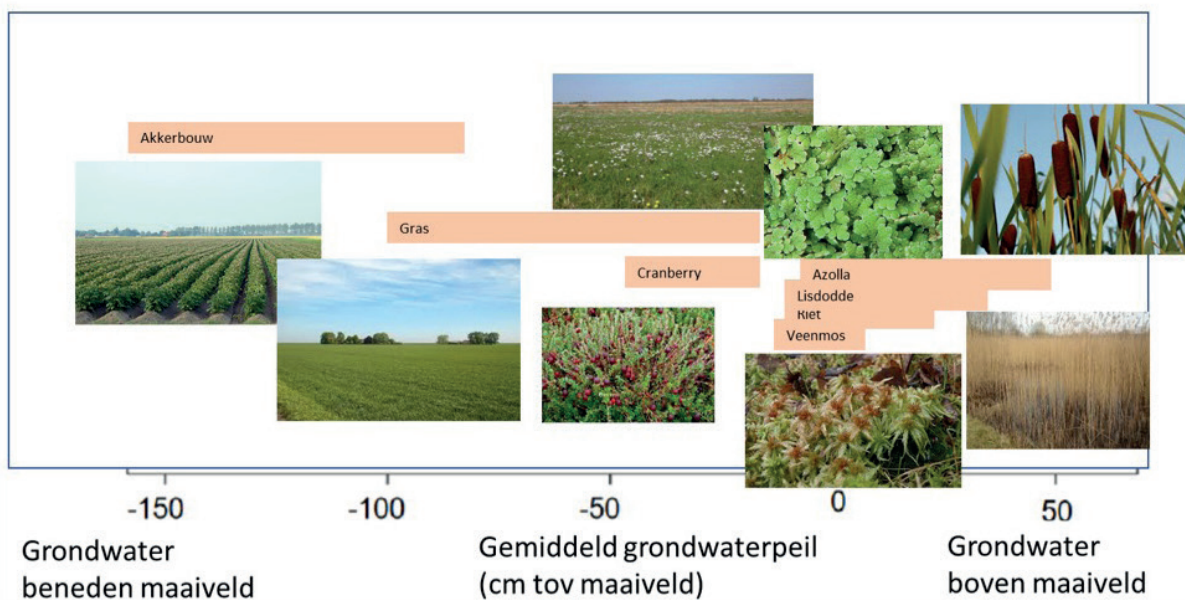
CONTEXT	GETALLEN	BRON
In Nederland hebben we vooral laagveen.		
Veenmosteelt in Hankhausen Duitsland. De veenmos wordt geoogst voor potgrond. Landbouwgrond. Hoogveen	5-9 ton CO ₂ eq. per hectare per jaar vastlegging bij een gemiddelde waterstand van 5 cm onder maaiveld. De biomassa opbrengst bedraagt 6,5 tot 7 ton droge stof per hectare per jaar	Günther, A., Jurasinski, G., Albrecht, K., Gaudig, G., Krebs, M., & Glatzel, S. (2017). Greenhouse gas balance of an establishing Sphagnum culture on a former bog grassland in Germany. <i>Mires & Peat</i> , 20. Temmink, R. J., Fritz, C., van Dijk, G., Hensgens, G., Lamers, L. P., Krebs, M., Gaudig, G., & Joosten, H. (2017). Sphagnum farming in a eu-trophic world: The importance of optimal nutrient stoichiometry. <i>Ecological Engineering</i> , 98, 196-205.
Veenmosteelt Noordwest Duitsland. De veenmos wordt geoogst voor potgrond. Landbouwgrond. Hoogveen	Vastlegging gemiddeld 98.7 g CO ₂ -C per m ² per jaar en de CH ₄ flux bijna 0.	Beyer, C., & Höper, H. (2015). Greenhouse gas exchange of rewetted bog peat extraction sites and a Sphagnum cultivation site in northwest Germany. <i>Biogeosciences</i> , 12(7), 2101-2117
Vergelijking rietvelden en lisdoddevelden Duitsland. Natuur. Laagveen	Emissies van 2-4 t CO ₂ eq ha ⁻¹ j ⁻¹ in de lisdoddevelden en 3-5 t CO ₂ eq ha ⁻¹ j ⁻¹ in de rietvelden. De winteroogst lag voor beide gewassen op 4-7 ton droge stof per hectare. Gemiddeld werd de broeikasgasuitstoot hiermee met 17 ton CO ₂ eq per hectare per jaar verlaagd t.o.v. gedraineerde referentiegebieden	Günther, A., Huth, V., Jurasinski, G., & Glatzel, S. (2015). The effect of biomass harvesting on greenhouse gas emissions from a rewetted temperate fen. <i>Gcb Bioenergy</i> , 7(5), 1092-1106.

>>

CONTEXT	GETALLEN	BRON
Rietveld Zuid-Duitsland met waterpeil boven maaiveld. Natuur. Laagveen	Vastlegging netto 52 g CO ₂ eq.m ⁻² j ⁻¹	Van den Berg, M., Ingwersen, J., Lamers, M., and Streck, T.: The role of Phragmites in the CH ₄ and CO ₂ fluxes in a minerotrophic peatland in southwest Germany, Biogeosciences, 13, 6107-6119.
Experimenten met rietgras in Denemarken. Landbouwgrond. Laagveen	De biomassa opbrengst was hetzelfde (6 ton ds/ha) bij grondwater peilen van 0, -10, -20, -30 en -40 cm onder maaiveld. De broeikasgasemissies waren echter wel verschillend, respectievelijk 0.08, 0.13, 0.61, 0.68 en 0.98 kg CO ₂ eq. m ⁻² . Deze resultaten laten zien dat CO ₂ reductie plaatsvindt bij hogere grondwaterstanden zonder verlies aan productiviteit.	Karki, S., Elsgaard, L., Audet, J., & Lærke, P. E. (2014). Mitigation of greenhouse gas emissions from reed canary grass in paludiculture: effect of groundwater level. Plant and soil, 383(1-2), 217-230.
Zwarte els in Duitsland Bosbouw. Laagveen	Zwarte elzen groeien normaal bij een grondwaterpeil van -10 cm en leggen netto koolstof vast: - 5,3 t CO ₂ -e ha ⁻¹ j ⁻¹ . Bij nattere omstandigheden (5 cm boven maaiveld) zijn de elzen vrijwel klimaat neutraal: 0,8 t CO ₂ -e ha ⁻¹ j ⁻¹ . Dit betekent een totale reductie met elzen van 22 tot 31 t CO ₂ -e ha ⁻¹ j ⁻¹ , uitgaande van een gemiddelde uitstoot van 22,5 - 25,5 t CO ₂ -eq. voor vernatting. Houtopbrengst van gemiddeld 550 m ³ per hectare na 70 jaar.	Schäfer, A & Joosten, H. (eds.) 2005. Erlenaufforstung auf wiedervernässten Niedermooren. Greifswald: Institute for Sustainable Development of Landscapes of the Earth, 68 pp. Rusch, H., & Rennenberg, H. (1998). Black alder (Alnus glutinosa (L.) Gaertn.) trees mediate methane and nitrous oxide emission from the soil to the atmosphere. Plant and Soil, 201(1), 1-7.

BIJLAGE II INFORMATIEBLAD NATTE TEELTEN

ONDERSTAANDE FIGUUR GEEFT EEN OVERZICHT VAN TEELTEN EN GRONDWATERSTANDEN:



INHOUD

Informatieblad Cranberry	18
Informatieblad Kroosvaren (Azolla)	19
Informatieblad Lisdodde	20
Informatieblad Veenmos	22
Informatieblad Riet	23

Gewas:

- Klein meerjarig struikgewas, er zijn veel verschillende varianten.
- Langzaam groeiend.
- Exoot, ingeburgerd.

Teelt:

- Cranberry is een vlakwortelende plant die goed gedijt in een ondiepe gedraineerde laag. Daarom is het aanbrengen van een kalkarm zandlaagje (± 10 cm) op veen en daarin de Cranberry aanplanten een veelbelovende teeltomstandigheid. In Amerika is hiermee al veel ervaring. Het is niet bekend in hoeverre deze manier van telen geschikt is voor Nederland.
- Waterstand: niet dieper dan -30 cm.
- Beheer: onkruidbeheer is een belangrijk aandachtspunt bij opschalen.

Oogst:

- Na 2 à 3 jaar eerste bessen.
- Na 4 jaar volledige productie.
- Najaar: handpluk, 1-mans plukmachine, onder water zetten en bessen machinaal loshalen.

Waar te bezichtigen:

- Cranberry wordt al gebruikt in de Verenigde Staten, Canada, de Baltische Staten, Spanje en in Nederland in Gouderak.

ECONOMISCHE ASPECTEN:

Afzetmogelijkheden:

- Bessen (verse bes) en producten van verwerkte bessen (zoals wijn, jam, compote).

Investing:

- € 50.000 - € 60.000 per ha voor aanplantmateriaal¹, grondbewerking en hulpstoffen.
- Aanplantmateriaal is schaars en bepalend voor kosten

Teelt specifieke kosten

- € 1.200 - € 4.000

Beheer en onderhoud

- Vooral voor onkruid verwijderen, bijplanten en 1x per 5 jaar struiken snoeien

Opbrengst²:

- 3 - 10 ton bessen/ha vers product.
- Groothandelprijs € 2 per kg vers (VS: € 1 - 1,50 per kg vers).
- Prijs als streekproduct € 2,50 tot € 5 per kg.
- Verwerkte producten leveren toegevoegde waarde van 50 - 100% per kg product op.

Ecosysteemdiensten:

Vermindering bodemdaling en CO₂-emissie ten opzichte van gangbaar landgebruik in hetzelfde veenweidegebied waarbij vooral de mate van vernatting maatgevend is.

Waterberging:

- Inundatie in de winter mogelijk voor korte periodes.

Biodiversiteit:

- Extra biodiversiteit in agrarisch gebied: kleine zoogdieren en tijdens bloei vooral insecten.

1 Proefveld KTC Zegveld: €0.85 per plantje. 4 planten per m² -> € 34.000 per hectare aan plantjes.

2 Gebaseerd op cijfers van cranberry teelt op Terschelling. Dit is laag in vergelijking met opbrengsten in de VS waar men opbrengsten rond de 30 ton per ha [rapporteert](#).

INFORMATIEBLAD KROOSVAREN (Azolla)

Gewas:

- Zoetwatervaren die ook stikstof kan binden.
- Exoot, ingeburgerd: meerdere soorten

Teelt:

- Aanleg: ondiepe plassen, onderbemalingen of sawa's.
- Waterstand: + 5 cm of meer. Laag peil betekent minder golfslag en betere beschikbaarheid voedingsstoffen.
- Droogval en golfslag vermijden.
- Gevoelig voor vraat.
- Beheer: regelmatig oogsten.
- Groeiseizoenverlening door overwinteren plantjes.

Oogst:

- Meerdere keren per maand en afhankelijk van weer en teeltomstandigheden.
- Kroos met opvoerband/zuiger of een overloop verzamelen en afvoeren.

Waar te bezichtigen:

- In bakken in het lab en bakken buiten met slootwater en mest. Proef in het open veld gepland in Zuiderveen.

ECONOMISCHE ASPECTEN:

Afzetmogelijkheden:

- Biobased toepassingen / biochemie.
- Eiwitrijk veevoer. Door de aanwezige tannines en de relatief moeilijke verteerbaarheid, wordt aangeraden Azolla bij pluimvee tot maximaal 5 à 10 procent en bij varkens tot maximaal 10 à 15 procent in het rantsoen op te nemen.
- Potentiële eiwitbron voor humane voeding.

Investing:

- Onbekend wegens geen ervaring.

Opbrengst:

Onbekend in open veld. In pilots met bakken en gebruik van slootwater groeide Azolla in de periode van half juni tot half augustus met ongeveer 51 kilo drogestof per hectare per dag¹. Van andere teelten is bekend dat opbrengsten in het veld lager zijn dan opbrengsten in goed beheerbare bakken.

Ecosysteemdiensten:

- Stoppen bodemdaling als het in nieuwe watervlakken wordt geplant en niet in bestaande.
- Geen data emissie broeikasgassen.

Waterkwaliteit:

- Afvoer van nutriënten uit oppervlaktewater via biomassa vooral P want dit is een stikstofbinder.

Waterberging:

- 3.000 - 8.000 m³ per ha jaarrond mogelijk.

Biodiversiteit

- Onder Azolla groeit niets en in natuurgebieden is Azolla als exoot niet gewenst.

1 J. Pijlman, M. Boeschoten, P. Brouwer, W. Joop en K. Bes. 2019. Zoektocht naar Azolla als lokaal eiwitgewas. V-focus februari 2019, 34-35

Gewas:

- Productief meerjarig gewas.
- 2 - 3 m hoog.
- Inheems: 2 soorten: kleine en grote lisdodde (verschil in breedte van blad en grootte van de bloem).
- De kleine lisdodde heeft meer blad en minder sigaar en dit is van invloed op de toepassingsmogelijkheden.

Teelt:

- Waterstand: optimaal is water 10-30 cm boven maaiveld waarbij plant niet volledig onder water moet staan.
- Fluctuaties in waterpeil geen probleem.
- Beheer: onkruidbestrijding door waterpeil boven maaiveld.
- Risico op vraatschade > Kennisvraag: Hoe bescherm je jonge scheuten bij aanplant tegen vraat?
- Aanleg door inzaai of plantgoed.

Oogst:

- Na 1 jaar.
- 1 of twee keer per jaar afhankelijk van de condities en toepassing.
- Onderzoeksvraag: hoe lang kun je elke zomer oogsten?
- Zomer oogst Veevoer / kuilvoer
 Biogas
- Winter oogst Uitgangsmateriaal substraat, isolatie en bouwplaat
- Bovengrondse biomassa van Lisdodde kan in zomer en winter geoogst worden met bestaande machines op rupsbanden uit de rietteelt. Bestaande machines moeten nog wel verder worden ontwikkeld om efficiënter te kunnen werken.

Waar te bezichtigen:

- Zuiderveen, KTC Zegveld, it Butefjild, (Better Wetter) Krimpenerwaard, Greifswald Duitsland.

ECONOMISCHE ASPECTEN:

Afzetmogelijkheden:

- Bio-bouw- en isolatiemateriaal.
- Biomassa voor energie.
- Stuifmeel voor rooftermieten en als medicinale thee.
- Ruwvoer en stalstrooisel.

Investing:

- Indicatief tot € 6000- 8000 (aanplanten) per hectare. Referentie vergelijk zaaien en planten.¹
- Bepalende voor de investering is hoeveel planten per m². Zaaien is goedkoper maar in de beginfase risicovoller.

Teelt specifieke kosten

(exclusief oogsten):

- € 250 - € 1.500 per hectare afhankelijk van intensiteit beheer en onderhoud.
- Oogsten is nu nog arbeidsintensief en hier zit een grote techniekbehoefte.

Opbrengst:

- Ruwvoer: 10 - 25 ton droge stof /ha ruwvoer, € 90 - 160 per ton droge stof op basis van de geschatte VEM en DVE waarde (VEM en DVE zijn getallen waarmee de voederwaarde van gewassen voor melkvee worden aangeduid).
- Vezel: 15 - 20 ton droge stof per ha, € 80 - 120 per ton droge stof.
- Gebruikelijke opbrengsten in natuurgebieden en bij winteroogst 4 - 16 ton ds, met uitschieters naar meer dan 20 ton droge stof. Tussen jaren variëren opbrengsten met 2 - 8 ton ds. Opbrengsten eind zomer zijn vaak enkele tonnen hoger dan winteropbrengsten vanwege de natuurlijke plantafsterving in het najaar².

Ecosysteemdiensten:

- Stopt bodemdaling bij volledige vernatting (afhankelijk van beheer), effect uitstoot broeikasgassen onbekend.
- Uitmijnen van bodems als tussenfase in natuurontwikkeling.³

Waterkwaliteit:

- Helofytenfilter: waterzuivering en geschikt als bufferzone tussen natuur en andere functies. Lisdodde kan meer dan 500 kg N en 80 kg P per hectare opnemen.
- Verhoogt P-mobilisatie in winter (1,5 - 5x grasland). Als dit ook weer afgevoerd wordt in de winter is het ook geen probleem.

Waterberging:

- 3.000 - 9.000 m³ per ha gedurende enkele weken.

Biodiversiteit:

- Belangrijk habitat voor moerasnatuur.
- Aanvullend beheer gericht op soorten mogelijk.

1 Geurts, J. R. Vroom, C. Fritz, J. Pijlman, M. Bestman, N. van Eekeren, K. van Houwelingen, F. Lenssinck (2017). Natte teelten: plant- en zaai methoden van lisdodde. V-focus 2017 (6): 24-26.

2 Referenties:

Pfadenhauer, J. & Wild, U. (2001) Rohrkolbenanbau in Niedermooren - Integration von Rohstoffgewinnung, Wasserreinigung und Moorschutz zu einem nachhaltigen Nutzungskonzept (Cattail in fen bogs - integration of raw material winning, water purification and bog protection in a sustainable utilisation concept). Technische Universität München, München, Germany, 119 pp. (in German).

Heinz, S. I. (2012) Population biology of *Typha latifolia* L. & *Typha angustifolia* L. Establishment, growth and reproduction in a constructed wetland. Shaker Verlag GmbH, Aachen, Germany, 111 pp.

Günther, A., Huth, V., Inski, G. J. & Glatzel, S. (2015) The effect of biomass harvesting on greenhouse gas emissions from a rewetted temperate fen. GCB Bioenergy, 7, 1092-1106.

Maddison, M., Soosaar, K., Lõhmus, K. & Mander, Ü. (2005) Cattail population in wastewater treatment wetlands in Estonia: biomass production, retention of nutrients, and heavy metals in phytomass, Journal of Environmental Science and Health, 40, 1157-1166.

3 Geurts, J., C. Fritz, L. Lamers, A. Grootjans & H. Joosten (2017a). Paludicultuur houdt de polder schoon - zuiveren van oppervlaktewater en uitmijnen van fosfaatrijke bodems met riet- en lisdodde-teelt. H2O-Online. 23 augustus 2017.

Gewas:

- Langzaam groeiend meerjarig gewas.
- Meerdere soorten.

Teelt:

- Aanleg: open veld op voedselarme bodem (afplaggen kan noodzakelijk zijn). Regenwater (of aangezuurd oppervlaktewater): vasthouden in het veld of in bufferzone ernaast.
- Waterstand: - 10 tot 0 cm, belangrijk is dat de waterstand stabiel is met zeer weinig fluctuaties. Tijdens aangroefase plas-dras.
- Beheer: pitrus en ander onkruid maaien. Kennisvraag: maai-frequentie en mechanisatie onkruidbeheer met lichte machines.
- Veen in de bovenlaag.

Oogst:

- Een keer in de 3-5 jaar maaien, afhankelijk van groeisnelheid.
- Snellere gecombineerde oogstmachines zijn in ontwikkeling.

Waar te bezichtigen:

- Mokura, Hankhausen DLD.
- Ilperveld ,Noord-Holland.

ECONOMISCHE ASPECTEN:

Afzetmogelijkheden:

- Toepassen als hoogwaardig substraat in tuinbouw.

Investing¹:

- € 4.800 - € 20.000 per ha voor aanplant en grondwerkzaamheden, aanvullend nog 1 ha nodig voor waterreservoir regenwater.
- Aanplantmateriaal is schaars en momenteel bepalend voor hoge kosten.

Teelt specifieke kosten:

- € 1.200 - € 3.000 beheer en onderhoud.
- Vooral voor maaien, watermanagement en bijplanten.

Opbrengst²:

- Vezel: 100 - 300 m³ per ha.
- Groothandelsprijs € 15 - € 50 per m³ afhankelijk van type mos en aandeel lange vezel.
- Voor streekproduct mogelijk hogere prijs.

Ecosysteemdiensten:

Vermindering bodemdaling. Dit is afhankelijk van grondwaterpeil en teeltmethode (zie factsheet Natte teelten).

Biodiversiteit:

- Habitat voor zeldzame hoog- en laagveen flora en fauna (rode lijst soorten).

1 Establishing Sphagnum cultures on bog grassland, cut -over bogs, and floating mats: procedures, costs and area potential in Germany. S. Wichmann, A. Prager and G. Gaudig
http://mires-and-peat.net/media/map20/map_20_03.pdf

2 Establishing Sphagnum cultures on bog grassland, cut -over bogs, and floating mats: procedures, costs and area potential in Germany.
S. Wichmann, A. Prager and G. Gaudig
http://mires-and-peat.net/media/map20/map_20_03.pdf

Gewas:

- Meerjarig gewas.
- 1 tot 3 m hoog.
- Inheems maar vele genotypen.

Teelt:

- Riet stelt weinig eisen aan zijn groeiplaats, waterstandswisselingen en de beschikbaarheid van voedingsstoffen.
- Voor een topkwaliteit riet is een strak watermanagement noodzakelijk.
- Waterstanden +20 tot -20, bij de start tijdelijk +20 voor onkruidmanagement.

Oogst:

- Na 2 a 3 jaar eerste volwaardige oogst.
- Riet wordt in de winter geoogst nadat het blad van de stelen is, het juiste tijdstip is belangrijk. Moderne zelfreinigende machines werken alleen bij droog weer.
- Opslag goed geventileerd.
- Oogst in augustus/september voor biomassa (biogas) is mogelijk.
- Er is een veelvoud aan rupsvoertuigen met geringe bodemdruk en speciale rietmaaikoppen ter beschikking.
- Meerdere bedrijven bieden loonoogst aan, maar alleen bij grote bedrijven met de noodzakelijke technische know-how zou men in oogsttechniek kunnen investeren.
- Hoogwaardig dakriet wordt na de oogst nog eens gekamd en gesorteerd. Er zijn ondertussen sterk geautomatiseerde machines voor dit doel met een zeer hoge productiviteit.

ECONOMISCHE ASPECTEN:

Afzetmogelijkheden:

- Riet wordt op dit moment in grote hoeveelheden geïmporteerd uit Europese landen en deels uit China.
- Biobased hoogwaardig dakdekkersriet (hoogste kwaliteitsklasse).
- Aug/sept oogst kan gebruikt worden voor verwijdering nutriënten in natuurgebieden. Dit riet is niet geschikt voor toepassing in biobased producten. Er gaan proeven lopen om dit te composteren.
- Wand- en gevelisolatieplaten (lagere kwaliteitsklasse).
- Biomassa voor energie (mono brandstof in de vorm van pellets en briketten).

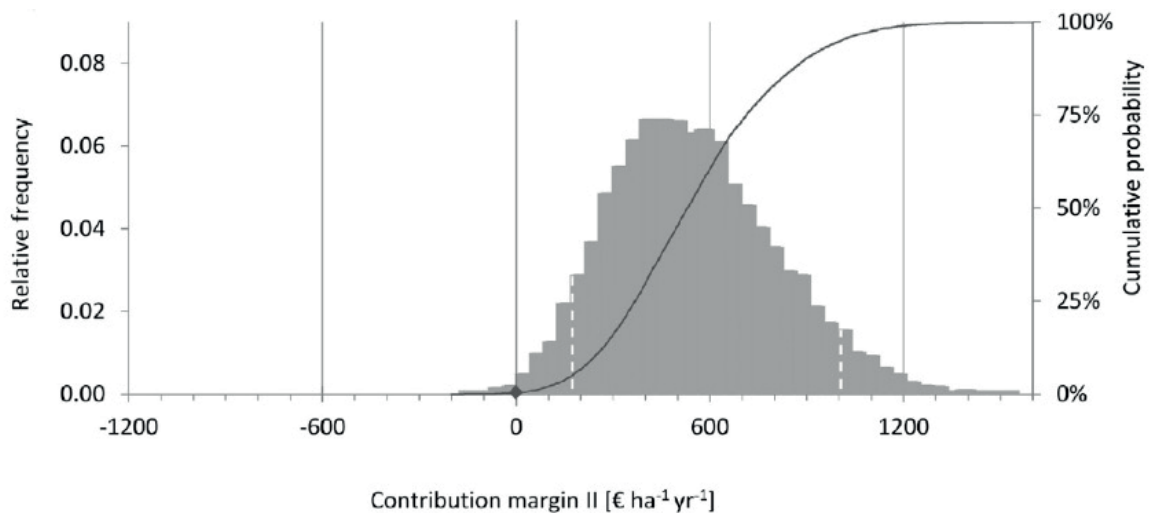
Investering:

- Riet vermeerdert zich vrijwel uitsluitend via zijn uitlopers. Nieuwe velden worden met rhizomen of uitlopers beplant (1-4 m²). Kosten bij 1 plant/m en droog terrein ca. 10.000 € per hectare.

Teelt specifieke kosten:

- Waterbeheer en daarmee samenhangend onkruidmanagement.

>>



Opbrengst:

- Aug/sept oogst 6,5 tot 23 ton ds per hectare.
- Winteroogst 11-15 ton ds per hectare.
- Riet voor dakbedekking levert de hoogste economische opbrengst. Gemiddeld EUR 600 per ha. Onderstaande figuur laat zien dat er een brede marge in opbrengst kan zijn die afhankelijk is van kwaliteit en hoeveelheid riet¹

Ecosysteemdiensten:

- Stopt bodemdaling.
- Veenmosrietlanden zijn een belangrijk moerashabitat.
- Verwijdering van nutriënten.
- Waterberging gedurende de groeiperiode geen probleem.
- Waterriet (aan de buitenste randen van natuurlijke rietvelden) is schaars en voor een aantal diersoorten essentieel. Specifiek op soorten gericht beheer kan voor extra natuur-inclusief inkomen zorgen.

¹ Commercial viability of paludiculture: A comparison of harvesting reeds for biogas production, direct combustion, and thatching Sabine Wichmann, Ecological Engineering 103 (2017) 497-505.