



Natte teelten

In deze deltafact wordt de (economische) mogelijkheid beschreven van het toepassen van de teelt van gewassen die onder natte bodemomstandigheden groeien. Natte teelten hebben de potentie om meerdere diensten te leveren: zuivering van oppervlaktewater, vasthouden van water, tijdelijke berging van oppervlaktewater ter voorkoming van overstromingen, vergroten van de biodiversiteit, productie van grondstoffen voor de biobased economy en verminderen van bodemdaling en CO₂-uitstoot in veengebieden. Welke diensten en in welke mate hangt af van het gewas, het doel van de teelt en de manier van telen. Als bijvoorbeeld de nadruk ligt op biomassaproductie, dan kan dit ten koste gaan van de levering van ecosysteemdiensten. Natte teelten zijn zowel in veengebieden als in bufferzones in zandgebieden toepasbaar. Het uiteindelijke doel is om bij te dragen aan multifunctioneel landgebruik in een klimaatrobuust landschap met hoge grondwaterstanden.

1. INLEIDING

2. GERELATEERD ONDERWERPEN EN DELTAFACTS

3. STRATEGIE

4. SCHEMATISCHE WEERGAVE

5. WERKING

6. KOSTEN EN BATEN

7. RANDVOORWAARDEN

8. GOVERNANCE

9. PRAKTIJKERVERINGEN EN LOPENDE INITIATIEVEN

10. KENNISLEEMTES

11. BRONNEN EN LINKS

12. COLOFON

13. DISCLAIMER

1. Inleiding

Het aanpakken van de huidige en toekomstige maatschappelijke uitdagingen met betrekking tot o.a. bodemdaling, zoetwaterbeschikbaarheid, waterkwaliteit en broeikasgasuitstoot vergt een transitie in het waterbeheer en de landbouw. Gewassen die aangepast zijn aan natte groeiomstandigheden kunnen onderdeel zijn van deze transitie. [Verhoging van de grondwaterstand om bodemdaling of verdroging van omliggende natuur te beperken](#) leidt tot 'nattere' gronden. [Natte teelten kunnen](#) bijdragen aan een productieve inzet van zulke natte gronden. Daarbij horen nieuwe, grotendeels nog te ontwikkelen verdienmodellen passend bij de gewenste waterhuishouding in een gebied. Voor maximaal rendement qua maatschappelijke diensten en effectief landgebruik is het van belang om waterstanden te verhogen en natte gewassen te telen op de meest geschikte plaatsen in het landschap, bijvoorbeeld in de laagst gelegen delen van een gebied, in [beekdalen](#) en tussen natuurgebieden en hun agrarische omgeving.



Afbeelding 1. Oogst van een lisdoddeveld in Helmond.

2. Gerelateerde onderwerpen en Deltafacts

Trefwoorden: waterplanten, helofyten, waterkwaliteit, waterberging, biobased economy, bufferzones, broeikasgassen, paludicultuur, duurzame landbouw.

Deltafacts: Blauwe diensten, Effecten klimaatverandering op de landbouw, Zouttolerante teelten, Waterberging in de landbouw, Regelbare drainage en subirrigatie.



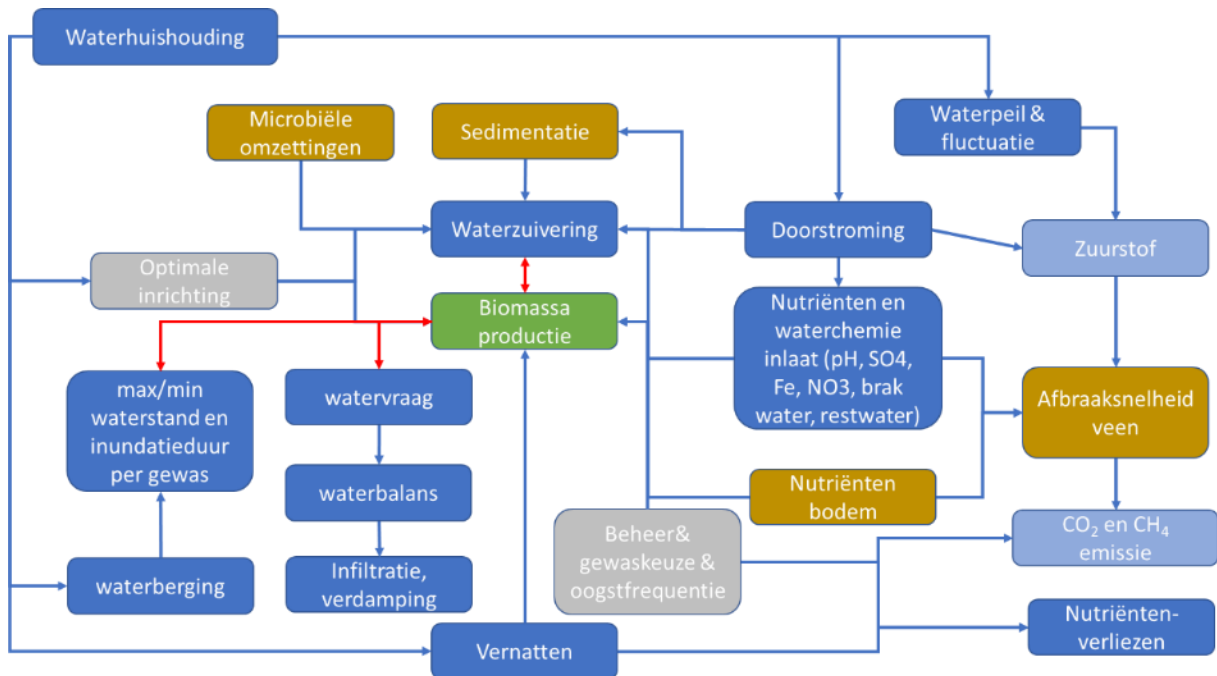
Afbeelding 2. Lisdodde is van nature geschikt als isolatiemateriaal.

3. Strategie

Het telen van gewassen in natte veengebieden en natte bufferzones levert naast diverse producten met een economische waarde, zoals bijvoorbeeld [bouw- en isolatiematerialen](#), [vezels](#) en [eiwitten](#), tevens in meer of mindere mate een aantal ecosystemendiensten op zoals [zuivering van oppervlaktewater](#), [uitmijnen van voormalige landbouwbodems](#), [vasthouden van water en tijdelijke berging van oppervlaktewater tijdens hevige neerslag](#). Wanneer natte teelten in bufferzones rond natuurgebieden worden gesitueerd, dragen deze bij aan het verminderen van verdroging en eutrofiëring, wat een positief effect heeft op de biodiversiteit in de natuurgebieden. Daarnaast kunnen opgenomen nutriënten uit het geoogste plantenmateriaal elders worden benut.

4. Schematische weergave

In afbeelding 3 staan schematisch de verschillende factoren weergegeven die van belang zijn bij natte teelten. De focus ligt hierbij op de waterhuishouding (in blauw). Ook de bodem (in bruin) en de inrichting en het beheer (in grijs) spelen een rol bij de biomassaproductie (in groen).



Afbeelding 3. Schematisch overzicht van de verschillende factoren die een rol spelen bij natte teelten.

Voor het succesvol opzetten van een natte teelt is het van belang om deze verschillende factoren in ogenschouw te nemen, omdat ze allemaal direct of indirect de levering van ecosystemendiensten – inclusief biomassa productie – beïnvloeden.

5. Werking

De teelt van gewassen op natte veengrond wordt soms “paludicultuur” en soms “natte teelten” genoemd. “Palus” betekent moeras in het Latijn. Bij [paludicultuur](#) wordt de teelt afgestemd op de van nature vochtige condities van de bodem in plaats van het aanpassen van de bodem door middel van drooglegging aan de teelt. In [paludicultuur](#) staan biomassa productie, veenbehoud en ecosystemendiensten centraal. Bij “[natte teelten](#)” ligt de focus meer op agrarische productie en optimalisatie van de bedrijfsvoering bij hogere grondwaterstanden ([Bestman & Geurts et al., 2019](#)). Een [groot aantal moeras- en waterplanten](#) kan in potentie nuttig gebruikt worden als gewas, met als bekende voorbeelden riet, rietgras, lisdodde, veenmos, mattenbies en kroos(varen). Telers kunnen hiermee in potentie meerdere maatschappelijke diensten leveren: productie van voedsel, veevoer of vezels (grondstoffen voor de biobased economy), waterberging, waterzuivering en behoud of verbetering van [biodiversiteit](#) en leefomgeving. Het is belangrijk om biomassa productie en potentiële bijdragen aan overige ecosystemendiensten verder te kwantificeren middels onderzoek. Een ‘ecosysteemdienst’ kan worden omschreven als een dienst die door een ecosysteem aan mensen wordt geleverd. Het principe van natte teelten is ook toepasbaar op andere bodemtypen dan veen, bijvoorbeeld in [beekdalen](#).

Met natte teelten kunnen broeikasgasemissies (CO₂, CH₄ en N₂O) in [potentie sterk gereduceerd worden](#) en [bodemdaling](#) worden gestopt, in vergelijking met conventionele veeteelt op gedraineerde veengronden. Er is echter een grote spreiding, wat afhangt van het gewastype, de intensiteit van de teelt en bemesting. Bij natte teelten die gericht zijn op maximale productie, zonder aanvullende maatregelen zoals [afplaggen](#) of waterpeilfluctuatie, kunnen emissies zelfs hoger zijn dan bij grasland door hoge methaanemissies (Pijlman et al., 2020; [Erkens et al., 2021](#)). Ook kan bemesten van bijvoorbeeld rietgras om de productie te verhogen leiden tot extra lachgasemissies ([Kandel et al., 2019](#)). Uit lopend onderzoek binnen



Afbeelding 4. Oogst van lisdodde in het groeiseizoen voor veevoer en uitmijnen van nutriënten.

o.a. het [Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden \(NOBV\)](#) zullen de komende jaren nieuwe inzichten worden opgedaan die een verdere kwantificering mogelijk maken onder verschillende teeltomstandigheden.

De teelt van [lisdodde](#), [riet](#) of [veenmos](#) kan op verschillende manieren bijdragen aan de [verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater](#), vooral door snelle opname van nutriënten en de daaropvolgende afvoer van biomassa. Door een hoge nutriëntenbelasting kunnen het zuiverend vermogen en de biomassaproductie in theorie verder worden verhoogd ([Bestman et al., 2022](#)), maar er is meer onderzoek nodig om dit te optimaliseren in de praktijk. In vergelijking met conventionele veeteelt kan de totale stikstofuitstoot van NH₃, NO_x en N₂O (naar de lucht) en NO₃ en NH₄ (naar het water) bij natte teelten in het veenweidegebied [sterk verlaagd](#)

[worden](#), afhankelijk van het gewas, de teeltomstandigheden en het waterbeheer. Dit wordt momenteel verder onderzocht binnen het [VIP-NL project Natte Teelten in Waterrijk Veen](#). Er moet echter wel rekening mee worden gehouden dat een verandering van landgebruik van veeteelt naar natte teelten in de veenweiden elders in de wereld mogelijk een groei in omvang zal opleveren en daar juist extra emissies veroorzaakt. Met behulp van een levenscyclusanalyse (LCA) kan rekening worden gehouden met deze verplaatste veeteelt. In dat geval wordt alsnog een vermindering van de broeikasgasuitstoot geschat bij de teelt van lisdodde voor plaatmateriaal ([de Jong et al., 2021](#)).

Bij een aantal natte teelten moet gekozen worden tussen het juiste [oogstmoment](#) voor een economisch rendabele toepassing van de biomassa ([Dragoni et al., 2017](#)) en een optimale, duurzame [nutriëntenverwijdering](#) uit oppervlaktewater en bodem (afbeelding 4). Zo is de verwijdering van N en P via lisdoddebiomassa ca. 50-60% lager in de winter dan in augustus-september ([Geurts et al., 2020](#)), terwijl lisdodde voor toepassing als bouw materiaal doorgaans in de winter wordt geoogst ([Bestman & Geurts et al., 2019](#)). Een tussenoplossing kan een combinatie van zomer- en winteroogsten zijn, maar dit levert wel lagere winteroogsten op ([Bestman et al., 2022](#)).

In [bufferzones](#) kunnen natte teelten, [afhankelijk van de tolerantie van het gewas](#), de configuratie van het teeltbed en de doelstelling qua biomassaproductie, maximaal 500-1000 m³ water per ha vasthouden en bergen ([Liu et al., 2023](#)) om het risico op droogte en overstromingen te beperken en daardoor de effecten van klimaatverandering mitigeren. Daarnaast kunnen natte teelten worden ingezet in een hydrologische bufferzone tussen natte natuurgebieden en gedraineerde landbouwgebieden. De natte gewassen verhogen het waterbergend vermogen verder door de stroomsnelheid te vertragen en kunnen bovendien de porositeit van de bodem verhogen ([Udawatta et al., 2006](#)). Voor een aantal gewassen worden de tolerantie voor hogere (grond)waterstanden en maximale inundatieduur verder onderzocht binnen het VIP-NL project. Een nadeel is dat hogere waterstanden kunnen leiden tot hogere methaanemissies. Of peilfluctuaties bij lisdodde leiden tot lagere methaanemissies of hogere lachgasemissies, wordt binnen het NOBV (i.s.m. VIP-NL) verder onderzocht.

De teelt van gewassen op natte zandbodems is in 2005 experimenteel toegepast op een multifunctioneel geconstrueerd [helofytenveld](#) met riet van 5 ha op landgoed [Het](#)

[Lankheet](#) nabij Haaksbergen. Nutriëntenrijk oppervlaktewater werd in grote bassins ingelaten en na een zekere verblijftijd werd het gezuiverde water weer teruggebracht naar de rivier of beek, of ingezet om verdroogde natuur weer te vernatten met gezuiverd water ([Meerburg et al., 2010](#)). De biomassa-opbrengst van riet in de winter kwam gemiddeld uit op 10 tot 15 ton droge stof per hectare per jaar. De geogoste biomassa kon vervolgens gebruikt worden voor diverse doeleinden. In 2009 is intensief naar het zuiveringseffect gekeken. De gemiddelde zuiveringsefficiëntie tijdens het groeiseizoen van riet bedroeg 40-60% en 60-80% voor respectievelijk fosfor en stikstof.

6. Kosten en baten

Er zijn verschillende mogelijke toepassingen en producten van biomassa uit natte teelten, zoals [bouw- en isolatiemateriaal](#), [tuinbouwsubstraat](#), [textiel](#), [papier](#), biogas, [vee-](#) en [insectenvoer](#), [voedsel](#) en [medicinale](#) toepassingen, die veelal op pilotschaal worden benut. Daarnaast is het van belang dat vergoedingen voor geleverde ecosysteemdiensten een prominente plaats krijgen in het verdienmodel, om ze voldoende perspectiefvol te maken ([De Jong et al., 2021](#); [Liu et al., 2023](#)). Op dit moment bestaat er al de [nationale koolstofmarkt](#), waarop certificaten uitgegeven worden voor vermeden CO₂-uitstoot door veenvernatting. De verdienmogelijkheden van natte teelten, bijvoorbeeld van [riet](#), [veenmos](#) en [lisdodde](#), zijn grotendeels nog in ontwikkeling. Ook zijn er rekentools in ontwikkeling voor kosten-baten analyses van biobased gewassen, waarin ook [riet en lisdodde](#) worden meegenomen ([Marjanovic et al., 2021](#); doorontwikkeling in VIP-NL). Belangrijke struikelblokken hierbij zijn: vraag en aanbod van biomassa, teeltrisico's, opschaling van natte teelten, vergoedingen voor het leveren van ecosysteemdiensten en het aanpassen van wetgeving en beleid.

7. Randvoorwaarden

Laag Nederland. Om bodemdaling en broeikasgasuitstoot tegen te gaan in veenweidegebieden kunnen (voormalige) graslanden worden geïnundeerd of vernat en gewassen worden geteeld bij een waterpeil rond maaiveld ([+20 tot- 20 cm](#)). Dilemma's na vernatten zijn het [vrijkomen](#) van in de bodem opgeslagen fosfor, de [uitstoot van methaan](#) en de op termijn dalende nutriëntenbeschikbaarheid die tot steeds lagere opbrengsten kunnen leiden. Als de stikstofbeschikbaarheid laag is, dan kunnen kroosvarens ([Azolla](#)) of eendenkroos ([Lemna](#)) ingezet worden voor opname van grote hoeveelheden fosfor. Er zijn echter nog geen succesvolle

praktijkvoorbeelden bekend van de teelt van kroosvaren of eendenkroos op vernatte veenbodems. De methaanuitstoot na vernatten kan verlaagd worden door wisselende waterpeilen toe te passen ([Dowrick et al., 2005](#)), door planten te telen die zuurstof de bodem in brengen ([zoals riet en lisdodde](#)) of het methaan oxideren ([veenmos](#)) en door de toplaag van de bodem af te graven ([Huth et al., 2020](#); [Quadra & Boonman et al., 2023](#)). Afgraven heeft wel als nadeel dat de bodem daalt en dat voor de teelt waardevolle nutriënten worden afgevoerd, wat een negatief effect kan hebben op de opbrengst ([Bestman et al., 2022](#)). Veenmos groeit van nature onder regenwater gevoede omstandigheden, terwijl het oppervlaktewater in de veenweiden veelal een te hoge pH heeft en teveel bicarbonaat bevat ([Koks et al., 2022](#)), waardoor aanzuren van het inlaatwater nodig is. Dit wordt op praktijkschaal getest in het IJperveld.

Hoog Nederland. Hier worden natte teelten voornamelijk toegepast in [bufferzones en overgangsgebieden](#), met als nevenfuncties zuivering van oppervlaktewater en bij hevige regenval tijdelijke berging van oppervlaktewater om zodoende overstromingen te voorkomen.

De beste locaties voor natte teelten liggen daar waar het [nutriëntenaanbod vanuit de bodem en het oppervlaktewater](#) voldoende is om een gewenste biomassaopbrengst te realiseren. Bij oppervlaktewatervoeding is het wel een voorwaarde dat de verblijftijd van het water lang genoeg is om infiltratie in de bodem en nutriëntenopname via de wortels mogelijk te maken. Het nutriëntengehalte in het oppervlaktewater is soms onvoldoende hoog om tot een substantiële stikstofaanvoer te komen in het groeiseizoen ([Bestman et al., 2021](#)). Gebruik van mest is echter onwenselijk, omdat nutriënten gemakkelijker uitspoelen in waterverzadigde bodems, en bovendien in geen geval toegestaan op waterverzadigde grond ([RVO, 2019](#)). Sommige teelten hebben een specifieke waterkwaliteit nodig (lage pH, zonder bicarbonaat), zoals veenmos, of voldoende nutriënten om een opbrengst te creëren die nodig is voor het verdienmodel (zoals lisdodde of rietgras). Ook verschilt de tolerantie voor peilfluctuaties tussen de gewassen, wat mede de haalbaarheid van de teelt bepaalt.

8. Governance

Regelgeving en vergoedingen spelen een belangrijke rol bij de verdere implementatie en opschaling van natte teelten, omdat de opbrengsten uit biomassa onvoldoende zijn voor economisch rendabele natte teelten (zie Kosten en baten). In 2021 zijn er [gewascodes](#) gekomen voor een aantal natte gewassen en in het nieuwe GLB (2023) zijn natte teelten opgenomen in de [eco-regeling](#). Ook de bredere integrale bufferstroken die in het 7^{de} Nederlandse Actieprogramma Nitraat worden opgenomen bieden kansen voor moerasoeverstroken voor natte, lager gelegen gebieden. Verder kunnen overheden een rol spelen in het aanjagen van nieuwe ketens, bijvoorbeeld voor biobased bouwmaterialen, zoals al gedaan wordt in het transitieprogramma [Building Balance](#), of door zelf launching costumer te zijn (afbeelding 5).

Een belangrijk aandachtspunt is om intensieve teelten te voorkomen. Als het verdienmodel grotendeels op biomassaopbrengsten leunt, kan er een verleiding zijn om te gaan bemesten, chemische middelen in te zetten en te veredelen op hoogproductieve varianten, wat ten koste gaat van het leveren van ecosysteemdiensten. Het kan ook nodig zijn om restricties te zetten op gewassen die kunnen gaan woekeren, aangezien een aantal van de natte gewassen bestempeld kunnen worden als invasieve exoot, zoals bijvoorbeeld [grote kroosvaren \(*Azolla filiculoides*\)](#). Dit is een aandachtspunt voor ondernemers die met natte teelten aan de slag gaan.



Afbeelding 5. Lisdodde tafels gemaakt door [Huis Veendam](#) bij Waterschap de Dommel.

9. Praktijkervaringen en lopende initiatieven

KLIMAP

Paludicultuur/natte landbouw wordt gezien als kansrijke adaptatiemaatregel met name in de directe omgeving (bufferzones) van natte natuurgebieden en langs waterlopen. Op meerdere locaties in Noord-Brabant vinden binnen [KLIMAP](#) op dit moment experimenten plaats op het gebied van paludicultuur, elk met een andere invalshoek: in [Helmond](#), [Biest-Houtakker](#), het [Scheiendsven](#) en [Soerendonk](#).

VIP-NL

In het VIP-NL project [Natte teelten op waterrijk veen](#) wordt onderzocht of natte teelten een haalbaar en duurzaam alternatief of aanvulling kunnen vormen op de melkveehouderij. Hierbij is het doel om het land productief te benutten, terwijl tegelijkertijd bodemdaling en [broeikasgasemissies](#) worden tegengegaan én wordt gewerkt aan water- en biodiversiteitsopgaven.

NOBV

Het [Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden \(NOBV\)](#) doet onderzoek op meerdere locaties, waar in verschillende situaties gemeten wordt aan de effecten van uiteenlopende maatregelen tegen bodemdaling in het veenweidegebied. Op verschillende locaties worden broeikasgasfluxen gemeten. Ook worden de bodemchemische en bodemfysische eigenschappen onderzocht en wordt er ook gemeten aan bodemdaling. Het NOBV werkt aan mechanistisch begrip, zodat inzicht ontstaat in de invloed van verschillende (lokale) condities en teeltmethoden, maar ook van klimaatverandering, op broeikasgasemissies. Daardoor kan de effectiviteit van maatregelen voorspeld worden op plekken waar ze nog niet eerder uitgevoerd zijn en kan het helpen om maatregelen als natte teelten te optimaliseren op broeikasgasreductie.

Innovatieprogramma Veen

In het [Innovatieprogramma Veen](#) werkten agrarische natuurvereniging Water, Land & Dijken en natuurbeheerorganisatie Landschap Noord-Holland aan vernattingsmaatregelen om de bodemdaling in het veenweidegebied met 90% te reduceren. Met een praktische aanpak, gestoeld op een economische basis voor de landbouw, vonden experimenten plaats met nieuwe typen van bedrijfsvoering bij hogere waterpeilen: veeteelt met peilgestuurde drainage en natte teelten.

Carbon Connects

Het Europese Interreg project [Carbon Connects](#) focust op de vermindering van CO₂-uitstoot van veengronden. Het project gaat na hoe we voor landbouw veranderde, natte omstandigheden toch duurzame verdienmodellen kunnen ontwikkelen, waarbij tegelijkertijd koolstof vastgelegd wordt in de vernatte gebieden. Naast een optimaal gebruik van de spontaan veranderde vegetatie na vernatting, worden ook gewassen zoals lisdodde en riet aangeplant. Binnen Carbon Connects wordt onderzocht hoe koolstof van biomassa uit vernatte gebieden duurzaam kan worden verwerkt, waardoor koolstof wordt vastgelegd en niet als CO₂ in de

atmosfeer terechtkomt. Dit kan door het gebruik van de biomassa bij de productie van duurzame materialen, maar ook door de omzetting van de biomassa naar compost, zodat de koolstof kan worden vastgelegd in landbouwgronden.

Carbon Connects test verschillende soorten maatregelen tot vernatting en verschillende verdienmodellen in 8 pilotgebieden met verschillende typen veengrond van 5 tot 10 ha groot in Nederland, Vlaanderen, Frankrijk, Engeland en Ierland. De geteste maatregelen zijn toepasbaar op in totaal 4.5 miljoen ha veengrond in Noordwest-Europa.

CINDERELLA

In het Europese ERA-NET project [CINDERELLA](#) werd [onderzocht](#) welke effecten het opnieuw vernatten van veengebieden heeft, op welke manier vernatte veengebieden duurzaam en economisch rendabel kunnen worden ingericht en welke ecosysteemdiensten het veen kan vervullen. De focus lag op de technische en economische haalbaarheid van paludicultuur met riet en lisdodde. De doelstelling was om biomassaproductie en ecosysteemdiensten in paludicultuur te optimaliseren, broeikasgas- en nutriëntenemissie te minimaliseren, managementstrategieën te ontwikkelen en bewustzijn te creëren voor duurzaam veengebruik in Europa.

Project Better Wetter (Noordoost Friesland)

In 2015 zijn er in Friesland lisdoddeteeltsystemen aangelegd in het kader van project [Better Wetter](#). De gedachte hierachter is dat landgebruik zich in deze regio op termijn rekening moet houden met nattere omstandigheden om de effecten van klimaatverandering en bodemdaling tegen te gaan. Natte teelten, zoals lisdoddeteeltsystemen kunnen daarbij een oplossingsrichting zijn. De geogoste lisdodde wordt samen met aardappelvezels ingezet voor de productie van biolaminaten.

Project Omhoog met het Veen

In het IJperveld is Landschap Noord-Holland in samenwerking met de Radboud Universiteit onderzoeksproject [Omhoog met het Veen](#) gestart. De belangrijkste doelstellingen in dit project: herstel van veengroei op voormalige landbouwgrond en herstel van ecosysteemdiensten (waterzuivering en koolstof vastlegging). Op veldschaal werd de relatie tussen meststoffen uit bodem en atmosfeer (stikstofdepositie) en de groei van veenmossen (*Sphagnum*) en de broeikasgassenbalans onderzocht. Dit wordt toegelicht in een [youtube filmpje](#)

(Landschap Noord-Holland, 2015) en nader omschreven door [Van de Riet et al. \(2013\)](#) en [Van de Riet et al. \(2014\)](#). De resultaten zijn niet alleen van belang voor natuurherstel, maar ook voor de ontwikkeling van *Sphagnum* farming (veenmosteelt) als duurzaam alternatief landgebruik.

Veen Voer en Verder I en II

Het [Veenweiden Innovatie Centrum](#) experimenteerde in dit project met [de teelt van natte gewassen](#) en onderzocht samen met het Louis Bolk Instituut en de Radboud Universiteit welke teelten in het veenweidengebied haalbaar zijn, zowel economisch als qua effecten op de omgeving (bodemdaling, emissies, etc.), om inzicht te krijgen hoe de economie van het gebied verbreed en de duurzaamheid vergroot kan worden.

Project Waterrijk / Richt Water World

[RichWaterWorld](#) was een publiek-privaat consortium dat keek naar innovatieve oplossingen ten aanzien van wateroverlast, watertekort en waterkwaliteit op gebiedsniveau. Het programma onderzocht of de combinatie van waterbergen, vasthouden en water zuiveren mogelijk is binnen één gebied. Het project keek naar de mogelijkheden voor natuurlijke biocascade waterzuivering, vergelijkbaar met landgoed Lankheet. Voor de specifieke situatie in het Rivierengebied is het van belang om te weten of de inzet van helofytenfilters ook mogelijk is in combinatie met (tijdelijke) berging en retentie van rivierwater, op zo'n manier dat het veilig kan worden hergebruikt in droge perioden ([Kwakernaak et al., 2016](#)). Daarnaast levert de biocascade mogelijkheden voor de productie van biomassa voor bio-based toepassingen. Dit alles werd onderzocht in [park Lingezege](#).

Aquafarm

In het [project Aquafarm](#) wordt gekeken hoe je met zowel flora (azolla, eendenkroos) en macrofauna in een gecascadeerd systeem nutriënten en afvalstoffen uit het afvalwater kunt halen met het doel om deze opnieuw te gebruiken.

Watermoestuinen en aquaculturen

Er lopen verschillende experimenten met eetbare waterplanten, zoals de teelt van watermunt als smaakmaker in thee, de knol van pijlkruid om chips van te bakken, delen van lisdodde in soep en als groente de lidsteng die ook wel waterasperge wordt genoemd.

Building Balance

[Building Balance](#) is een landelijk transitieprogramma gericht op het toepassen van teelten en reststromen van Nederlandse bodem voor de productie van biobased bouwproducten. Hiervoor worden nieuwe productieketens opgezet waarin agrariërs lokaal worden gekoppeld aan producenten van bouwmaterialen en aan eindafnemers van de producten, zoals woningbouwcoöperaties.

10. Kennisleemtes

Het is belangrijk om te weten welke balans kan worden bereikt tussen optimale biomassaproductie en het leveren van andere ecosysteemdiensten, om een duurzaam en productief landgebruik op natte veengronden mogelijk te maken. Daarvoor dienen de ecosysteemdiensten verder gekwantificeerd te worden en dient onderzocht te worden wat de water-, nutriënten- en broeikasgasbalans is van natte teelten onder verschillende omstandigheden. Zeker bij opschaling en/of intensivering van de teelt gaat het dan om de manier waarop de water- en nutriëntenvoorziening bewerkstelligd wordt, welk productieverlies geaccepteerd wordt ten opzichte van de reguliere landbouw om tegelijkertijd meerdere ecosysteemdiensten te kunnen leveren en hoe die ecosysteemdiensten in het verdienmodel kunnen worden meegenomen.

11. Bronnen en links

[Abel, S., Couwenberg, J., Dahms, T., & Joosten, H. \(2013\). The database of potential paludiculture plants \(DPPP\) and results for western Pomerania. *Plant diversity and evolution*, 219-228.](#)

[Baranyai, B., Krebs, M., Oehmke, C., & Joosten, H. \(2022\). Total biomass and annual yield of *Drosera* on cultivated *Sphagnum* in north-west Germany. *Mires & Peat*, \(28\).](#)

[Bestman, M., Geurts, J., Egas, Y., Van Houwelingen, K., Lenssinck, F., Koornneef, A., Pijlman, J., Vroom, R., Van Ekeren, N. \(2019\). Natte teelten voor het veenweidengebied. Verkenning van de mogelijkheden van lisdodde, riet, miscanthus en wilg. Brochure 2019-014 LbD, Louis Bolk Instituut.](#)

[Bestman, M., Pijlman, J., Egas, Y., van Hal, O., Koornneef, A., Lenssinck, F., & van Ekeren, N. \(2022\). Eindrapportage Veen Voer en Verder II. Vervolgonderzoek lisdodde 2019 t/m 2021. Publicatienummer 2022-029 D, Louis Bolk Instituut.](#)

[Boonman, C. C., Heuts, T. S., Vroom, R. J., Geurts, J. J., & Fritz, C. \(2023\). Wetland plant development overrides nitrogen effects on initial methane emissions after peat rewetting. *Aquatic Botany*, 184, 103598.](#)

[Brix, H., Ye, S., Laws, E. A., Sun, D., Li, G., Ding, X., ... & Pei, S. \(2014\). Large-scale management of common reed, *Phragmites australis*, for paper production: A case study from the Liaohe Delta, China. *Ecological Engineering*, 73, 760-769.](#)

[Brouwer, K., de Hullu, E., & van Duinen, G., 2022. Potgrond uit paludicultuur: dubbele bescherming van het veen. *Vakblad Natuur Bos Landschap*, 188, 4-6.](#)

[De Jong, M., van Hal, O., Pijlman, J., van Eekeren, N., & Junginger, M. \(2021\). Paludiculture as paludifuture on Dutch peatlands: An environmental and economic analysis of *Typha* cultivation and insulation production. *Science of the Total Environment*, 792, 148161.](#)

[Deverel, S. J., Dore, S., & Schmutte, C. \(2020\). Solutions for subsidence in the California Delta, USA, an extreme example of organic-soil drainage gone awry. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 382, 837-842.](#)

[Dragoni, F., Giannini, V., Ragaglini, G., Bonari, E., & Silvestri, N. \(2017\). Effect of harvest time and frequency on biomass quality and biomethane potential of common reed \(*Phragmites australis*\) under paludiculture conditions. *Bioenergy Research* 10 \(4\), 1066–1078.](#)

[Daun, C., Huth, V., Gaudig, G., Günther, A., Krebs, M., & Jurasinski, G. \(2023\). Full-cycle greenhouse gas balance of a *Sphagnum* paludiculture site on former bog grassland in Germany. *Science of The Total Environment*, 877, 162943.](#)

[Dowrick, D. J., Freeman, C., Lock, M. A., & Reynolds, B. \(2006\). Sulphate reduction and the suppression of peatland methane emissions following summer drought. *Geoderma*, 132\(3-4\), 384-390.](#)

[Erkens, G., Hommes-Slag, S., Melman, R., Kooi, H., van Essen, H., van den Berg, M., ... & Smolders, F. \(2021\). Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden \(NOBV\): Data-analyse 2020-2021. NOVB.](#)

[Fritz, C., Geurts, J., Weideveld, S., Temmink, R., Bosma, N., Wichern, F., Smolders, F., & Lamers, L. \(2017\). Meten is weten bij bodemdaling-mitigatie. Effect van peilbeheer en teeltkeuze op CO₂-emissies en veenoxidatie. *Bodem*, 2, 20-22.](#)

[Geurts, J. J. M., & Fritz, C. \(2018\). Paludiculture pilots and experiments with focus on cattail and reed in the Netherlands-Technical report-CINDERELLA project FACCE-JPI ERA-NET Plus on Climate Smart Agriculture.](#)

[Geurts, J. J. M., Fritz, C., Lamers, L. P. M., Grootjans, A. P., & Joosten, H. \(2017\). Paludicultuur houdt de polder schoon-zuiveren van oppervlaktewater en uitmijnen van fosfaatrijke bodems met riet-en lisdodde-teelt. H2O-online, 23 augustus 2017.](#)

[Geurts, J. J. M., van Duinen, G. A., & van Belle, J. \(2019\). Recognize the high potential of paludiculture on rewetted peat soils to mitigate climate change. Landbauforschung – Journal of Sustainable Organic Agricultural Systems, 69\(1\), 5–8.](#)

[Geurts, J. J., Oehmke, C., Lambertini, C., Eller, F., Sorrell, B. K., Mandiola, S. R., ... & Fritz, C. \(2020\). Nutrient removal potential and biomass production by Phragmites australis and Typha latifolia on European rewetted peat and mineral soils. Science of the Total Environment, 747, 141102.](#)

[Huth, V., Günther, A., Bartel, A., Hofer, B., Jacobs, O., Jantz, N., ... & Jurasinski, G. \(2020\). Topsoil removal reduced in-situ methane emissions in a temperate rewetted bog grassland by a hundredfold. Science of the total environment, 721, 137763.](#)

[Jacobs, C. M. J., Kruijt, B., & Veraart, J. A. \(2020\). Mogelijke methaanuitstoot bij vernatting van natuurgebieden op organische bodems-Een beperkte literatuurstudie: Technische memo. Wageningen University & Research.](#)

[Kandel, T. P., Lærke, P. E., Hoffmann, C. C., & Elsgaard, L. \(2019\). Complete annual CO₂, CH₄, and N₂O balance of a temperate riparian wetland 12 years after rewetting. Ecological Engineering, 127, 527-535.](#)

[Koks, A. H. W., Fritz, C., Smolders, A. J. P., Reilmeyer, K., Elzenga, J. T. M., Krosse, S., ... & van Dijk, G. \(2022\). Sphagnum bleaching: Bicarbonate 'toxicity' and tolerance for seven Sphagnum species. Plant Biology, 24\(5\), 780-790.](#)

[Kwakernaak C., Jansen P., van Kempen M., Smolders F., van Rheenen H., 2015. Slimme oplossing voor te weinig, te veel en te vuil water, Water Matters \(kenniskatern Vakblad H2O\).](#)

[Lamers, L., Smolders, A., van Diggelen, J., Lucassen, E. C. H. E. T., Kleijn, D., & Roelofs, J. \(2008\). Pitrus, l'enfant terrible van het natte natuurbeheer? Lastige beheersvragen in de Nederlandse veenweiden. Tussen Duin & Dijk, 7\(5\), 30-36.](#)

[Liu, W., Fritz, C., van Belle, J., & Nonhebel, S. \(2023\). Production in peatlands: Comparing ecosystem services of different land use options following conventional farming. Science of the Total Environment, 875, 162534.](#)

[Marjanovic, A., Van de Kerkhof, H., Van de Crommert, J., Heijmerink, M., Pezzotta, I., Suidman, S., Bod, L., & Nij Bijvank, G. \(2021\). Eindrapportage markt- en ketenvorming natte teelten. Innovatieprogramma Veen.](#)

[Meerburg B.G., Vereijken P.H., de Visser W., Verhagen J., Korevaar H., Querner E.P., de Blaeij A.T. & van der Werf A. \(2010\). Surface water sanitation and biomass](#)

[production in a large constructed wetland in the Netherlands. *Wetlands Ecol Manage* 18, 463–470.](#)

[Moons, K. \(2013\). Gedoe om 'verlossende' woekeraar. *Trouw*, 11 maart 2013.](#)

[Pijlman, J., Geurts, J. J. M., Vroom, R. J. E., Bestman, M., Fritz, C., & Eekeren, N. V. \(2019\). The effects of harvest date and frequency on the yield, nutritional value and mineral content of the paludiculture crop cattail \(*Typha latifolia* L.\) in the first year after planting. *Mires and Peat*, 25 \(04\), 1–19.](#)

Pijlman, J., N. van Eekeren, & M. Bestman (2020). Leidt intensieve lisdoddeteelt tot methaanemissies? Notitie met bijbehorende box door J. Geurts en C. Fritz. Louis Bolk Instituut en Radboud Universiteit.

[Pijnakker, J., Arijs, Y., de Souza, A., Cellier, M., & Wäckers, F. \(2016\). The use of *Typha angustifolia* \(cattail\) pollen to establish the predatory mites *Amblyseius swirskii*, *Iphiseius degenerans*, *Euseius ovalis* and *Euseius gallicus* in glasshouse crops. *IOBC/WPRS Bull*, 120, 47-54.](#)

[Quadra, G. R., Boonman, C. C. F., Vroom, R. J. E., Temmink, R. J. M., Smolders, A. J. P., Geurts, J. J. M., Aben, R.C.H., Weideveld, S. T. J., & Fritz, C. \(2023\). Removing 10 cm of degraded peat mitigates unwanted effects of peatland rewetting: a mesocosm study. *Biogeochemistry*, 1-20.](#)

[Rahman, M., Cicek, N., & Chakma, K. \(2021\). The optimum parameters for fibre yield \(%\) and characterization of *Typha latifolia* L. fibres for textile applications. *Fibers and Polymers*, 22\(6\), 1543-1555.](#)

[RVO, 20222. Gewascodes en gewassen eco-activiteiten. RVO document.](#)

[Smolders, A. J. P., & Van Kempen, M. \(2015\). Azolla: Van plaagsoort tot groenproduct. *Vakblad Natuur Bos Landschap*, 12\(118\), 31-33.](#)

[Udawatta, R. P., Anderson, S. H., Gantzer, C. J., & Garrett, H. E. \(2006\).](#)

[Agroforestry and grass buffer influence on macropore characteristics: a computed tomography analysis. *Soil Science Society of America Journal*, 70\(5\), 1763-1773.](#)

[Van de Riet, B., Eva van den Elzen, Leon Lamers, Niels Hogeweg, 2013. Werk in uitvoering Omhoog met het Veen: herstel van veengroei in het IJperveld, *De Levende Natuur* - jaargang 114 - nummer 4, p.134-137.](#)

[Van de Riet, B., Roel van Gerwen, Hartger Griffioen, Niels Hogeweg, 2014.](#)

[Vernatting voor Veenbehoud. - carbon credits & kansen voor paludicultuur en natte natuur in Noord-Holland. *Landschap Noord-Holland*, Rapportnummer 14015.](#)

[Van der Boon, V., 2021. Het verhaal van de boer en de lisdodde. *Financieel Dagblad*, 15 oktober 2021.](#)

[Vroom, R. J. E., Geurts, J. J. M., Nouta, R., Borst, A. C. W., Lamers, L. P. M., & Fritz, C. \(2022\). Paludiculture crops and nitrogen kick-start ecosystem service provisioning in rewetted peat soils. *Plant and Soil*, 474\(1-2\), 337-354.](#)

[Vroom, R. J. E., Temmink, R. J. M., van Dijk, G., Joosten, H., Lamers, L. P. M., Smolders, A. J. P., Krebs, M., Gaudig, G., & Fritz, C. \(2020\). Nutrient dynamics of Sphagnum farming on rewetted bog grassland in NW Germany. *Science of the Total Environment*, 726, 138470.](#)

[Weerman E, Groot D, Geurts JJM, van Lamoen F \(2021\). Natte teelten in beekdalen: kans om natuur en landbouw te verbinden. *Water Matters*, juni 2021, 48-51.](#)

[Westerhof, R. \(red.\) \(2018\). Factsheet Natte teelten. Opgesteld door de deelexpeditie Natte Teelten.](#)

[Wichmann, S. \(2017\). Commercial viability of paludiculture: A comparison of harvesting reeds for biogas production, direct combustion, and thatching. *Ecological Engineering*, 103, 497-505.](#)

[Wichmann, S., Krebs, M., Kumar, S., & Gaudig, G. \(2020\). Paludiculture on former bog grassland: Profitability of Sphagnum farming in North West Germany. *Mires and Peat*, 26\(08\), 1-18.](#)

[Wichtmann, W., & Joosten, H. \(2007\). Paludiculture: peat formation and renewable resources from rewetted peatlands. *IMCG Newsletter*, 3\(2007\), 24-28.](#)

[Wuzella, G., Mahendran, A. R., Bätge, T., Jury, S., & Kandelbauer, A. \(2011\). Novel, binder-free fiber reinforced composites based on a renewable resource from the reed-like plant *Typha* sp. *Industrial Crops and Products*, 33\(3\), 683-689.](#)

[Zak, D., Stutter, M., Jensen, H. S., Egemose, S., Carstensen, M. V., Audet, J., . . . Christen, B. \(2019\). An assessment of the multifunctionality of integrated buffer zones in Northwestern Europe. *Journal of environmental quality*, 48\(2\), 362-375.](#)

[Zhao Y, Fang Y, Jin Y, Huang J, Bao S, Fu T, He Z, Wang F & Zhao H \(2015\). Pilot-scale comparison of four duckweed strains from different genera for potential application in nutrient recovery from waste water and valuable biomass production. *Plant Biology* 17, 82-90.](#)

12. Colofon

Deze Deltafact is geschreven in het kader van de projecten KLIMAP en VIP-NL Natte teelten op waterrijk veen. In het project KLIMAP ('Klimaatadaptatie in de Praktijk'), dat mede gefinancierd wordt door de Topsectoren Agri & Food en Water & Maritiem, gaan 24 partijen, waaronder regionale overheden, kennisinstellingen en bedrijven,

aan de slag met handvatten die nodig zijn voor het klimaatbestendig inrichten van de Nederlandse zandgebieden.

In het VIP-NL project Natte teelten op waterrijk veen wordt onderzocht of natte teelten een duurzaam alternatief of aanvulling kunnen vormen op de melkveehouderij. Hierbij is het doel om het land productief te benutten, terwijl tegelijkertijd bodemdaling en broeikasgasemissies worden tegengegaan én wordt gewerkt aan water- en biodiversiteitsopgaven.

Deze Deltafact is een geheel herziene versie, waarbij gebruikt gemaakt is van de eerdere Deltafact Natte Teelten opgesteld door Wageningen Plant Research en Wageningen Environmental Research.

Auteurs:

J.J.M. Geurts, KWR Water Research Institute & Radboud University

A. Balkema, Waterschap De Dommel

J. Pijlman, Louis Bolk Instituut

Versie:

8, december 2023

13. Disclaimer

De in deze publicatie gepresenteerde kennis en diagnosemethoden zijn gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteur(s) en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit deze publicatie.