ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn

Kennisnetwerk OBN

Herstelbaarheid van verdroogde beekdaltrilvenen

Status van Nederlandse veenterreinen in een Europese context





VBNE

Herstelbaarheid van verdroogde beekdaltrilvenen

Status van Nederlandse veenterreinen in een Europese context









ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn

© 2019 VBNE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren

Monitoring OBN-20-BE
Driebergen, 2019

This work was funded by the Belgian Federal Science Policy Office BELSPO and the BiodivERsA network under contract BR/175/A1/XXX-BE as project *REPEAT - REstoration and prognosis of PEAT formation in fens – linking diversity in plant functional traits to soil biological and biogeochemical processes*, by the Dutch Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit OBN and by internal funds of the University of Antwerp.

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Dit rapport is gepubliceerd op www.natuurkennis.nl en bij de Universiteit Antwerpen bij de Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer met rapportnr: ECOBE 019-R234

Foto voorkant	Drentsche Aa, ten zuiden van Oudemolen. Fotograaf Hans van den Bos.
Samenstelling	Rudy van Diggelen, Universiteit Antwerpen Camiel Aggenbach, Paludosa Research Willem-Jan Emsens, Universiteit Antwerpen Agata Klimkowska, Eco-Recover Yvonne Liczner, Universiteit Antwerpen Erik Verbruggen, Universiteit Antwerpen
Productie	Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE) Adres : Princenhof Park 7, 3972 NG Driebergen Telefoon : 0343-745250 E-mail : info@vbne.nl

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave **3**

1 Inleiding **5**

1.1 Achtergrond 5

1.2 Onderzoeksvragen 5

1.3 Onderzoeksgebieden 5

2 Resultaten **7**

2.1 Grondwaterstanden 7

2.2 Hydrochemie porievocht 8

2.3 Samenstelling microbiële gemeenschappen 10

2.3.1 Schimmels 10

2.3.2 Bacteriën 10

2.4 Functionaliteit microbiële gemeenschappen 13

2.5 Afbreekbaarheid organische stof 16

2.6 Decompositie 17

Samenvatting

In de huidige studie is onderzocht in hoeverre verdroogde beekdaltrilvenen door vernatting hersteld kunnen worden tot een vergelijkbare toestand als venen die nooit ontwaterd zijn geweest. Hiertoe zijn verschillende karakteristieken gemeten die typerend worden geacht voor natuurlijk functionerende venen, waarbij telkens nabijgelegen niet-ontwaterde, ontwaterde, en vernatte venen werden vergeleken. Voor vrijwel alle eigenschappen leken herstelde venen het meest op onverdroogde venen, terwijl de verdroogde venen zoals verwacht sterke afwijkingen vertoonden. Dit gold voor hydrologie/hydrochemie, de samenstelling, biomassa en functie-profiel van de bacterie-gemeenschap, en afbraak van verschillende organische verbindingen. Met uitzondering van deze laatste meting bevestigden de resultaten dat in natte venen zuurstofarme condities domineren, wat leidt tot een lage afbraaksnelheid en het voorkomen van bacterien die aangepast zijn aan deze omstandigheden. De uitzondering in de meting van afbraaksnelheden is te wijten aan de uitzonderlijk droge omstandigheden ten tijde van de meting. Uit deze resultaten kunnen we concluderen dat opnieuw vernatten van verdroogde venen tot op grote hoogte leidt tot een functioneel herstel van deze locaties.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Gedurende de afgelopen twee decennia zijn diverse beekdalgebieden vernat, niet alleen in Nederland maar ook elders. Onder andere in het kader van OBN zijn hier een aantal onderzoeken aan gewijd en is veel voor beheerders relevante kennis opgedaan. Eén vraag blijft echter onbeantwoord en dat is of deze voormalige veengebieden na vernatting weer terugkeren tot hun oorspronkelijke situatie of niet en welke factoren dit beïnvloeden. Dit geldt niet alleen voor Nederland, het geldt ook in andere landen. Op dit moment lijkt het erop dat onder bepaalde condities vernatting kan leiden tot een zgn. alternatieve stabiele toestand met afbraak van organische stof en mogelijk geen veenvorming of op z'n best een heel ander type veenvorming dan in het verleden. Onder dergelijke condities zou ook de uitstoot van broeikasgassen kunnen toenemen. Om te onderzoeken onder welke condities veenvorming wel of niet mogelijk is en welke processen bepalen wanneer dit het geval is is het internationale onderzoeksprogramma "REPEAT" opgestart waarbij deze vragen worden onderzocht.

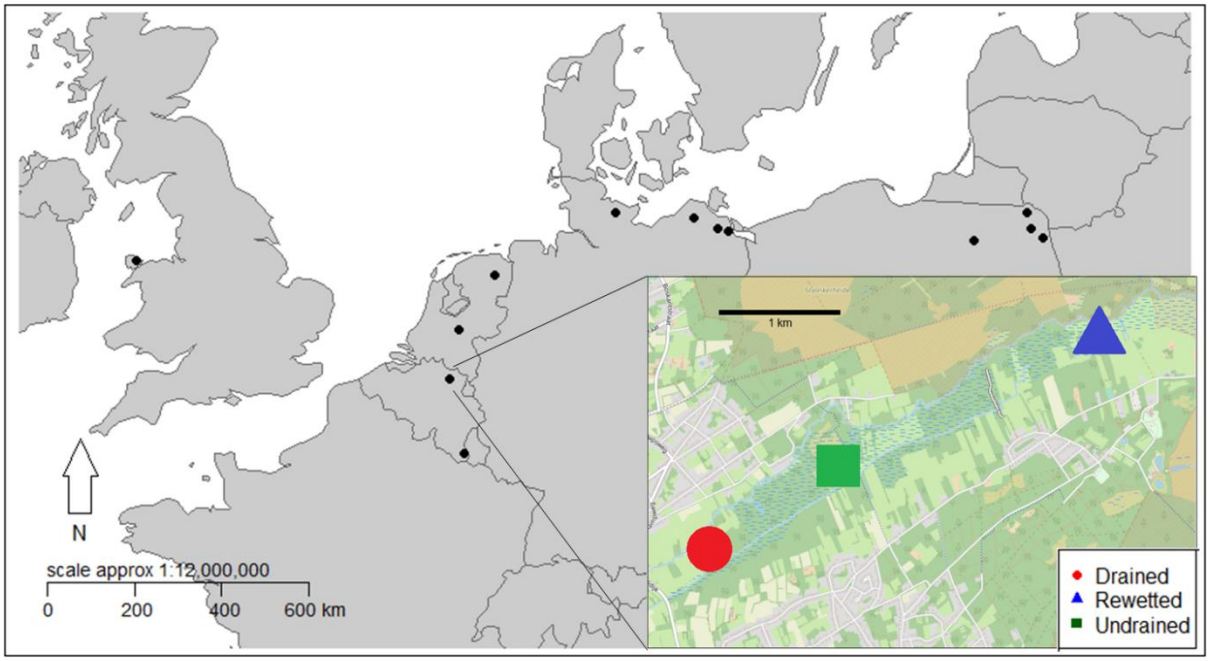
1.2 Onderzoeksvragen

In de huidige studie zijn de volgende kennisvragen onderzocht:

1. In hoeverre leidt vernatting van verdroogde beekdaltrilvenen tot hydrologische condities die vergelijkbaar zijn aan die in niet-ontwaterde venen?
2. Leidt vernatting tot herstel van hydrochemische condities die identiek zijn aan de situatie in niet-ontwaterde beekdalvenen?
3. Wat is de samenstelling en afbraakpotentieel van de bodemgemeenschap in ongestoorde, ontwaterde en vernatte beekdaltrilvenen?
4. Hebben eventuele verschillen in de samenstelling van de bodemgemeenschap (schimmels vs. bacteriën, mesofauna) consequenties voor verschillen in de capaciteit om organische stof af te breken?
5. Wat is de afbreekbaarheid van de aanwezige organische stof in ongestoorde, ontwaterde en weer vernatte beekdalvenen?
6. Zijn er verschillen in afbraak tussen ongestoorde, ontwaterde en weer vernatte beekdalvenen?

1.3 Onderzoeksgebieden

We hebben metingen uitgevoerd op 13 laagveen-locaties in West en Centraal Europa, met per regio binnen hooguit enkele km's van elkaar steeds een triplet met een verschillende hydrologische status: ongedraineerd (bijna-natuurlijk), gedraineerd (gedegradeerd) en vernat (*Figuur **1***). Vernatte sites waren minimaal 5-10 jr geleden weer vernat. De tripletten werden gerangschikt langs een climatologische gradiënt van het Atlantische klimaat in West-Europa tot het continentale klimaat van NE-Polen. Vier tripletten bevonden zich in de Benelux: Drentse Aa (DR), Binnenveld (GLD), Arlon en Zwarte Beek, de laatste twee in België.
In alle regio's zijn tripletten bemonsterd die vanuit één en hetzelfde hydrologische systeem worden gevoed en hetzelfde lokale klimaat hebben.

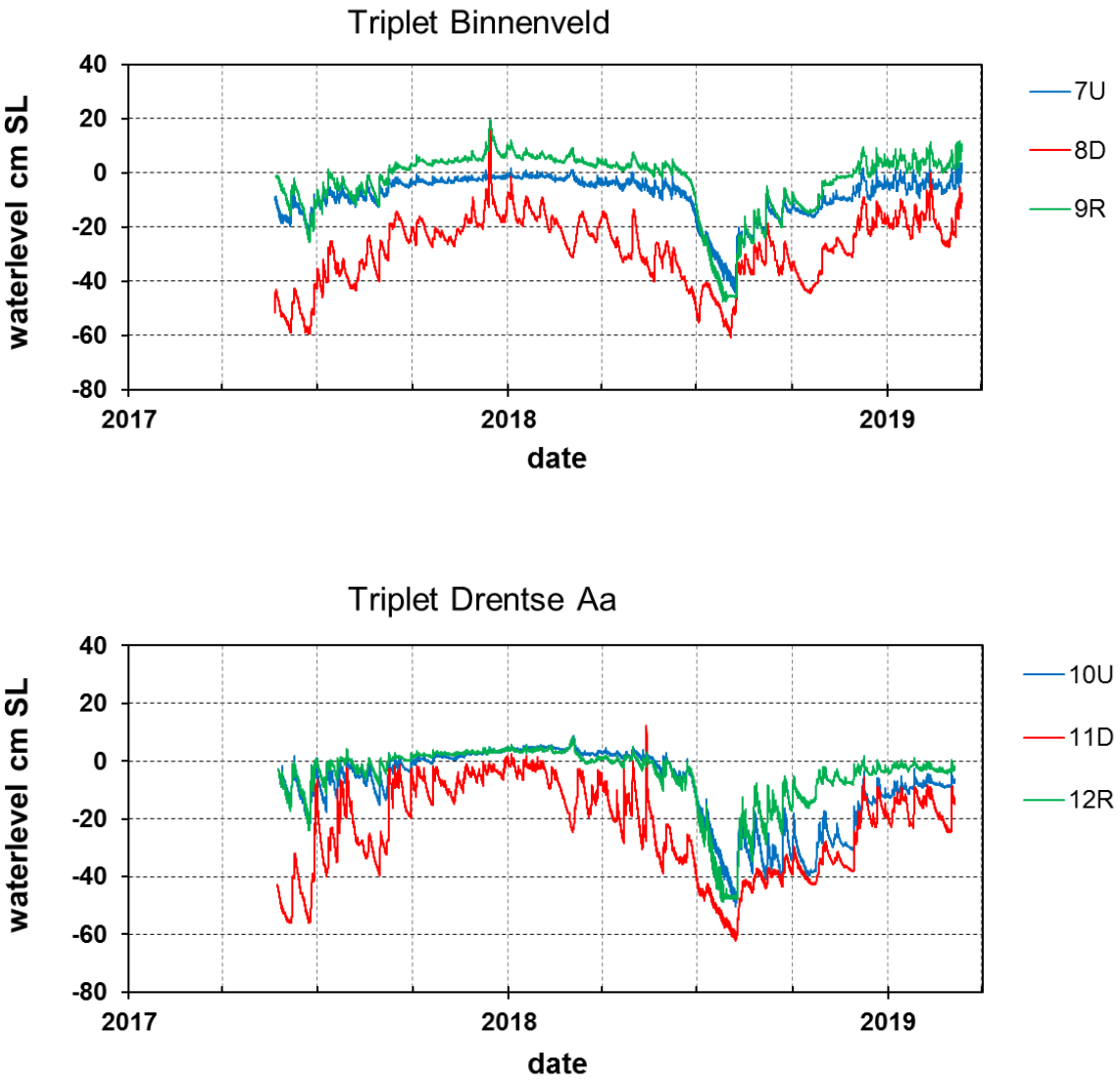


Figuur 1. Geografische spreiding van de onderzoeksgebieden over Europa. In totaal werden 39 beekdalvenen onderzocht in 13 regio's. Elke regio omvatte een niet ontwaterd veen (U-Undrained), een ontwaterd veen (D-Drained) en een weer vernat veen (R-Rewetted). Een voorbeeld van zo'n triplet is te zien in de inzet waar de drie gebieden minder dan 3 km uit elkaar liggen.

2 Resultaten

2.1 Grondwaterstanden

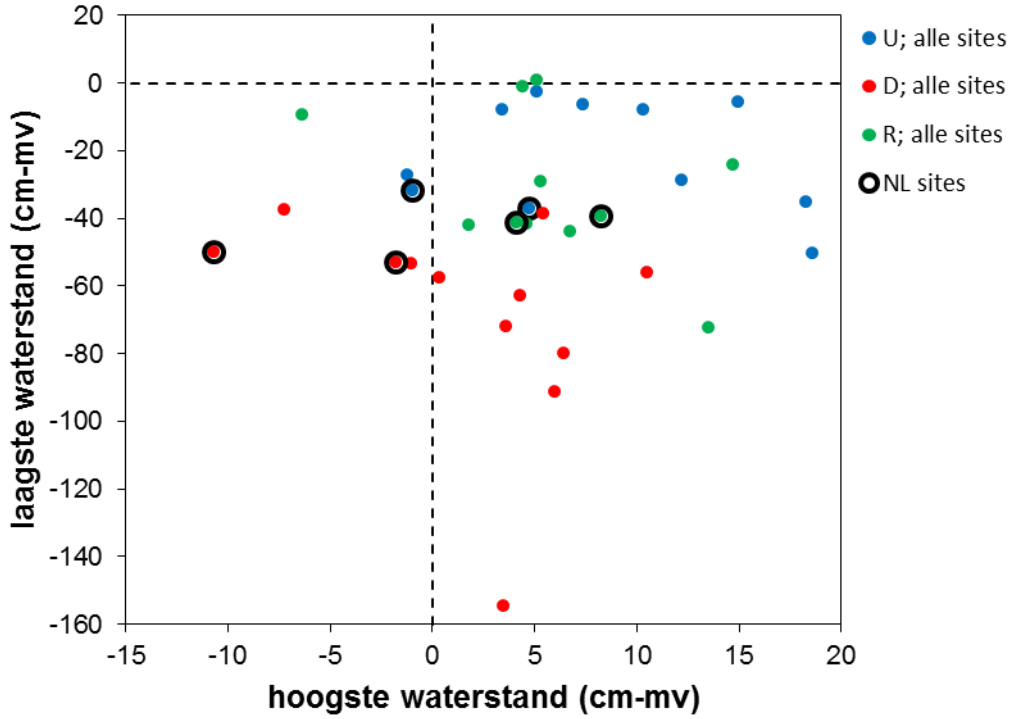
Op de onderzoekslocaties is de freatische stand gemeten met drukopnemers in ondiepe peilbuizen (meetfrequentie 1 uur). Uit het verloop van de gemeten waterstand (*Figuur **2***) blijkt dat tot de voorzomer van 2018 de niet-ontwaterde en de vernatte locaties waterstanden dicht onder of net boven maaiveld hadden. De ontwaterde locaties hebben een lagere waterstand en dan vooral in het voorjaar en de zomer. Die van het Binnenveld is ook in het najaar en winter duidelijk lager en in Drentse Aa zit deze dan vaak dicht tegen maaiveld. Een opvallend verschil is verder dat in natte perioden de ontwaterde locaties op een tijdschaal van enkele weken een veel sterke fluctuatie hebben dan de niet-ontwaterde en vernatte locaties. De waterstand van de ontwaterde locaties reageert dan sterk op het neerslagpatroon. Wanneer de standen onder maaiveld zakken hebben de niet-ontwaterde en vernatte sites ook een grilliger verloop. Uit deze patronen kan worden afgeleid dat vernatting heeft geleid tot een waterstandsregime dat sterk lijkt van niet-ontwaterde situaties met een geringere seizoensdynamiek en op kortere tijdschaal een minder sterke reactie op neerslag. Zichtbaar is dat de niet-ontwaterde en vernatte sites het voorjaar van 2017 en de zomer+najaar van 2018 uitzakkende waterstanden hebben. In het droge voorjaar van 2017 zakte hier de standen tot 10-20 cm onder maaiveld. In de extreem droge zomer van 2018 zakken de waterstanden diep uit (40-50 cm) onder maaiveld. Op het dieptepunt nadert de waterstand daarbij dicht naar de laagste stand van de ontwaterde sites. Dit duidt er op dat de grondwaterstanden in extreem droge perioden worden bepaald door een diep drainageniveau van het systeem (beek, diepe ontwatering). De extreem droogte werkt vervolgens ook door in relatief lage standen in het najaar van 2018. In de daarop volgende winter wordt op twee niet-ontwaterde sites en één vernatte site van Drentse Aa nog niet het niveau bereikt van het jaar daarvoor. Geconcludeerd kan worden dat freatische stand in niet-ontwaterde en vernatte sites in Nederland nog erg gevoelig is voor extreem droge perioden. Gekeken is hoe de seizoensdynamiek van de Nederlandse sites zich verhoudt tot de buitenlandse REPEAT sites. Niet-ontwaterde en vernatte sites in NL hebben t.o.v. de buitenlandse sites relatief ver uitzakkende lage waterstanden (*Figuur **3***). In het buitenland zijn er juist sites waarvan de waterstand nauwelijks uitzakt, zelfs niet in de extreem droge zomer van 2018. De hoge waterstanden van de Nederlandse sites zitten vrij dicht bij maaiveld (geen of geringe inundatiediepte). De ontwaterde sites in Nederland hebben een relatief lage hoogste waterstand en een relatief hoge laagste waterstand, wat ook betekent dat de seizoensfluctuatie gering is.



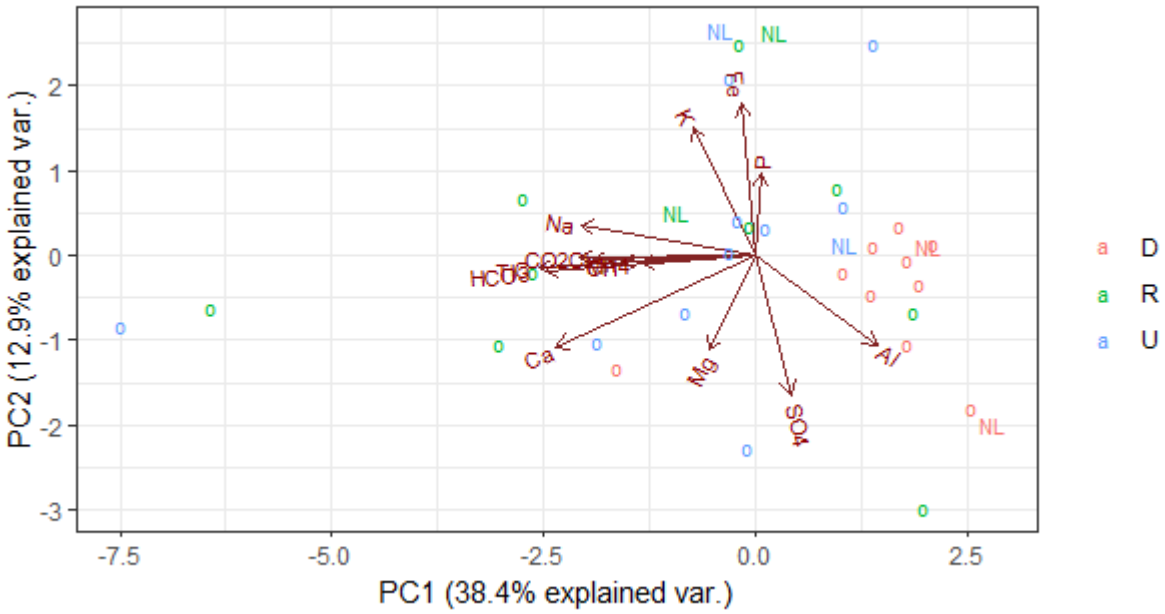
Figuur 2. Verloop van de freatische waterstand in de onderzoeksites van Binnenveld en Drentse Aa. Codering voor hydrologische status: U = niet ontwaterd, D = ontwaterd, R = vernat

2.2 Hydrochemie porievocht

De grootste verschillen in porievocht tussen de drie waterbeheertypen treden op in de toplaag (0-5 cm) van het veen. laat een PCA zien op basis van de gemeten hydrochemische variabelen in de toplaag van alle REPEAT-locaties. De eerste as verklaart een aanzienlijk deel van de hydrochemische variatie (38%). Op deze as zijn basenrijkdom (Ca, HCO3) en hoge methaan gehalte (CH4) belangrijke hydrochemische variabelen. De ontwaterde sites zijn relatief basenarm en methaanarm. De niet-ontwaterde en vernatte sites zitten meer aan de basenrijke kant en overlappen sterk. De tweede as verklaart een klein deel van de variatie (13%) en wordt sterk bepaald door een overgang van ijzer-, fosfor- en kaliumrijk naar sulfaat en magnesiumrijk. De Nederlandse sites zijn als volgt gepositioneerd: de ontwaterde sites zijn het meest basenarm, dus het sterkst uitgeloogd voor basen (verzuurd). Ook de niet-ontwaterde en vernatte sites zijn relatief basenarm en die in Drentse Aa zijn tevens ijzerrijk.



Figuur 3. Lage en hoge freatische standen van alle REPEAT sites met onderscheid voor waterbeheer (U = niet-ontwaterd, D = ontwaterd en U = vernat). De laagste waterstand betreft het 0.10 percentiel en de hoogste waterstand het 90 percentiel. De Nederlandse sites worden met een zwarte cirkel aangegeven.

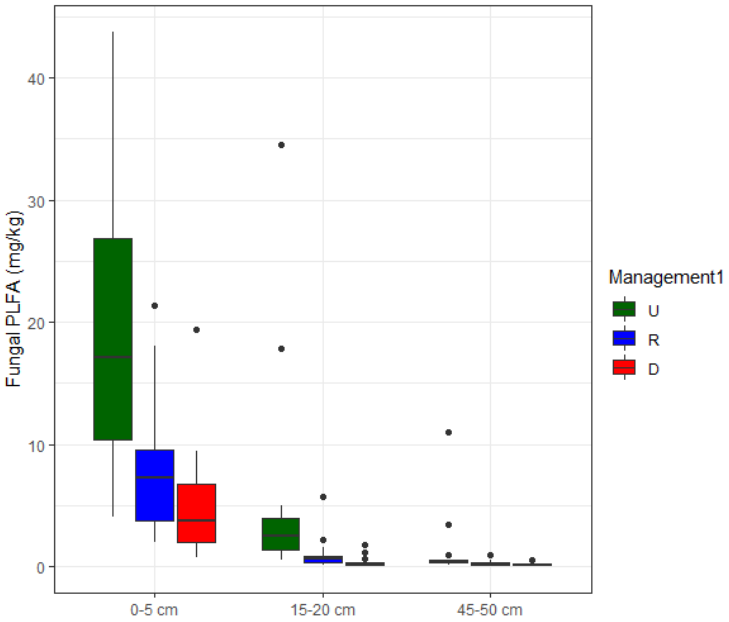


Figuur 4. PCA van hydrochemie van porievocht in de toplaag (0-5 cm) met onderscheid voor waterbeheer (U = niet-ontwaterd, D = ontwaterd en U = vernat). 'o' en 'NL' is de positie van meetpunten, waarbij NL-sites in Nederland zijn en o-sites in het buitenland. De pijlen geeft de samenhang van hydrochemische variabelen weer.

2.3 Samenstelling microbiële gemeenschappen

2.3.1 Schimmels

Een globale analyse van de microbiële gemeenschap met behulp van PLFA laat zien dat de hoeveelheid schimmels sterk gecorreleerd is met diepte en ook verschilt per ontwateringstoestand (figuur 5). De grootste hoeveelheden schimmels worden aangetroffen in de bovenste bodemlagen en in niet-ontwaterde venen. In sterk gedraineerde venen worden veel minder schimmels aangetroffen, vernatte venen nemen een tussenpositie in. Dergelijke resultaten zijn niet triviaal: enerzijds zijn schimmels veel beter dan de meeste bacteriën in staat moeilijk afbreekbare materialen af te breken, anderzijds zijn schimmel-gedomineerde systemen in het algemeen veel conservatiever in het vasthouden van nutriënten. In bacterie-gedomineerde systemen is in veel gevallen sprake van een dynamischer nutriënten-huishouding.



Figuur 5. Gehalte aan schimmels in relatie tot diepte en ontwateringstoestand.

2.3.2 Bacteriën

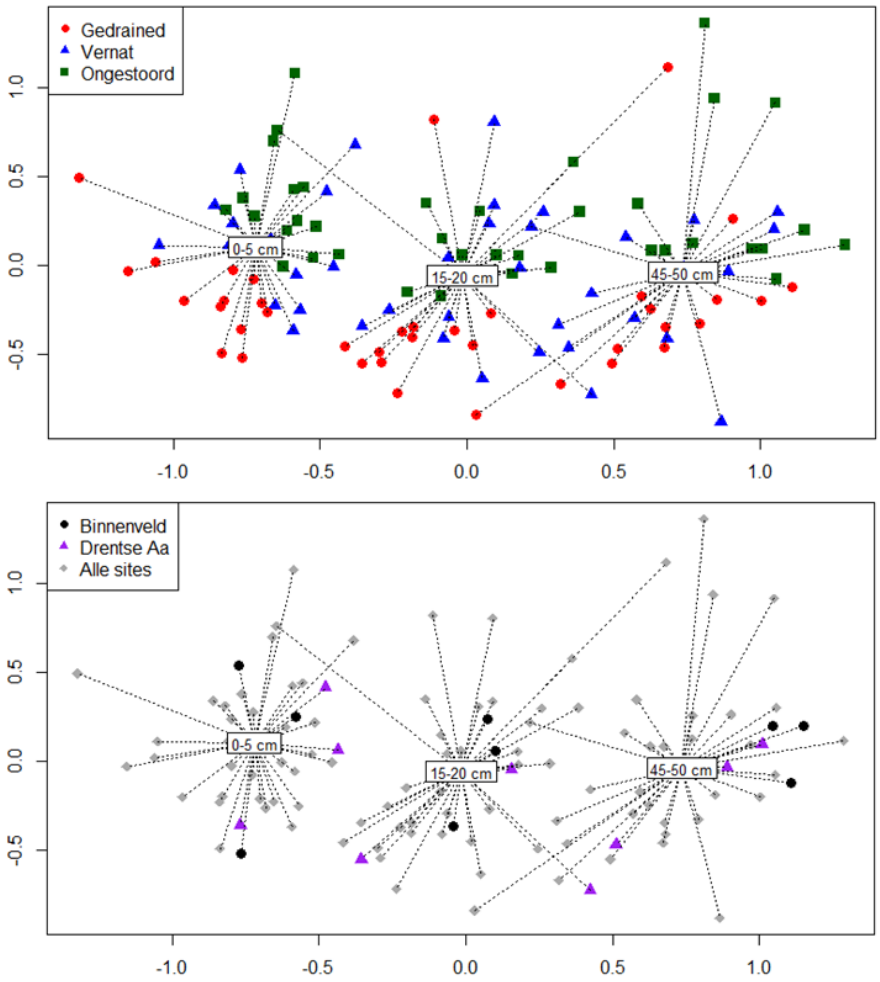
De samenstelling van bacteriële gemeenschappen in Europese laagvenen werd in detail bestudeerd op basis van de nieuwe generatie sequencing-technologie (NGS, high-throughput amplicon sequencing of 16S rRNA).

De samenstelling van de bacteriële gemeenschap (eubacteriën en oerbacteriën) in Europese laagvenen wordt voornamelijk bepaald door diepte (Permanova pseudo-F = 20.34, R^2 = 0.248, P < 0.001) (Figuur 6). Bovendien is de bacteriële gemeenschap in gedraineerde gebieden significant verschillend van deze in relatief ongestoorde venen (Permanova pseudo-F = 4.45, R^2 = 0.055, P < 0.001). De bacteriële gemeenschap in vernatte venen lijkt echter niet af te wijken van deze in ongestoorde venen (Permanova pseudo-F = 1.27, R^2 = 0.052, P = 0.168). Dit suggereert dat vernatting van gedraineerde venen leidt tot een positieve evolutie richting de oorspronkelijke situatie, tenminste op bacterieel niveau.

De Nederlandse laagvenen zijn, wat betreft bacteriële gemeenschap zeer gelijkaardig aan deze van andere Europese laagvenen (Figuur 6). Om deze reden worden de Nederlandse venen in onderstaande analysen niet verder uitgelicht. Wel geven we globale patronen weer die naar voren komen op basis van de hydrologische toestand van het veen. Relatief ongestoorde venen worden gekenmerkt door een hogere relatieve abundantie van de stam Chloroflexi, terwijl we in gedraineerde venen relatief meer Acidobacteriën, Gemmatimonadetes and en Nitrospirae terugvinden (Figuur 7). Opnieuw vinden we nauwelijks significante verschillen tussen vernatte en ongestoorde venen, met uitzondering van de stam Acidobacteria die nog iets algemener blijven in de vernatte venen.

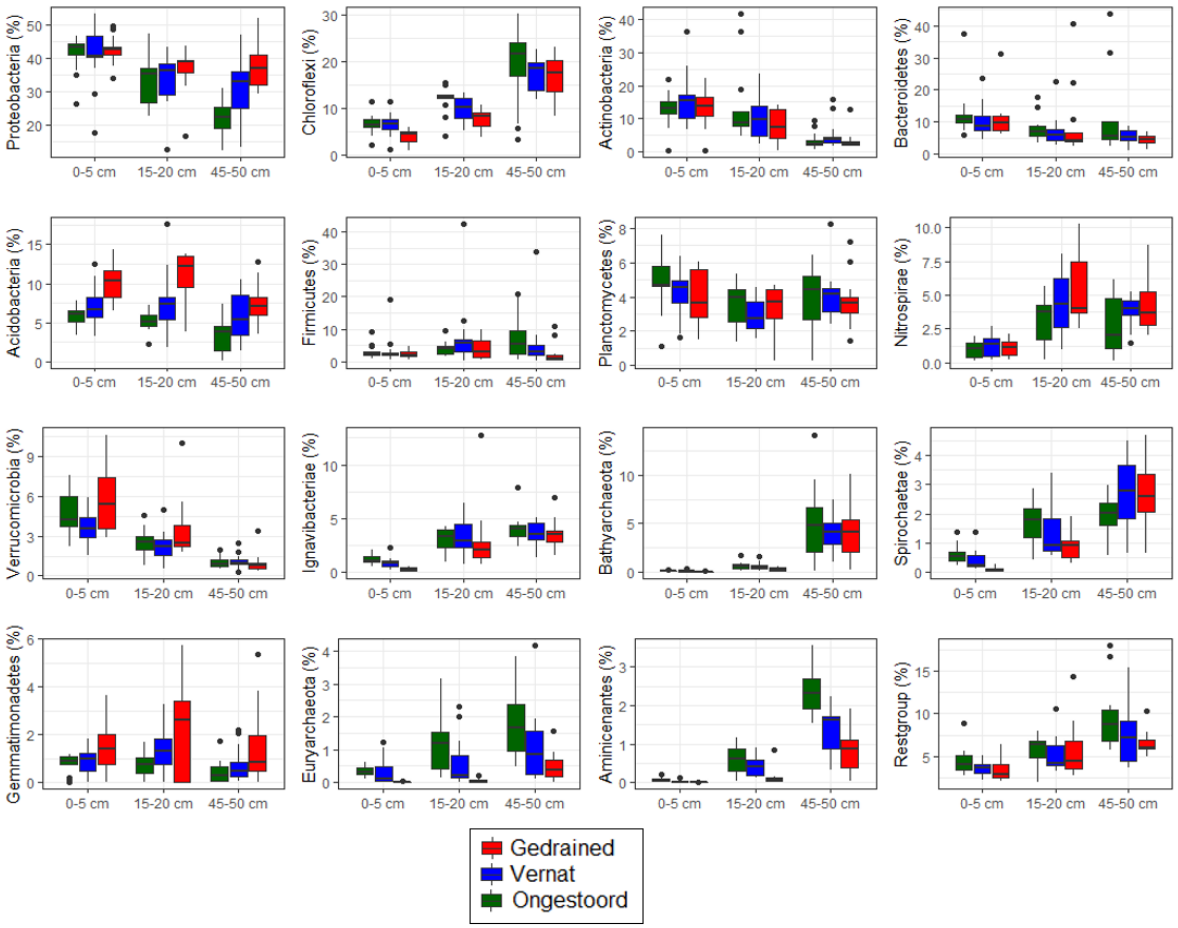
Tenslotte werd nog de bacteriële diversiteit bepaald aan de hand van NGS, en werd de bacteriële biomassa bepaald op basis van de concentratie van fosfolipide-afgeleide vetzuren (Figuur 8). Uit deze analysen blijkt dat de bacteriële diversiteit alsook de bacteriële biomassa afneemt met diepte. Verder is de bacteriële diversiteit lager in gedraineerde venen ten opzichte van ongestoorde venen, terwijl de bacteriële biomassa per liter bodem hoger is in

de gedraineerde venen. Dit laatste patroon is een rechtstreeks gevolg van de toename in bulkdichtheid van het veen door drainage.

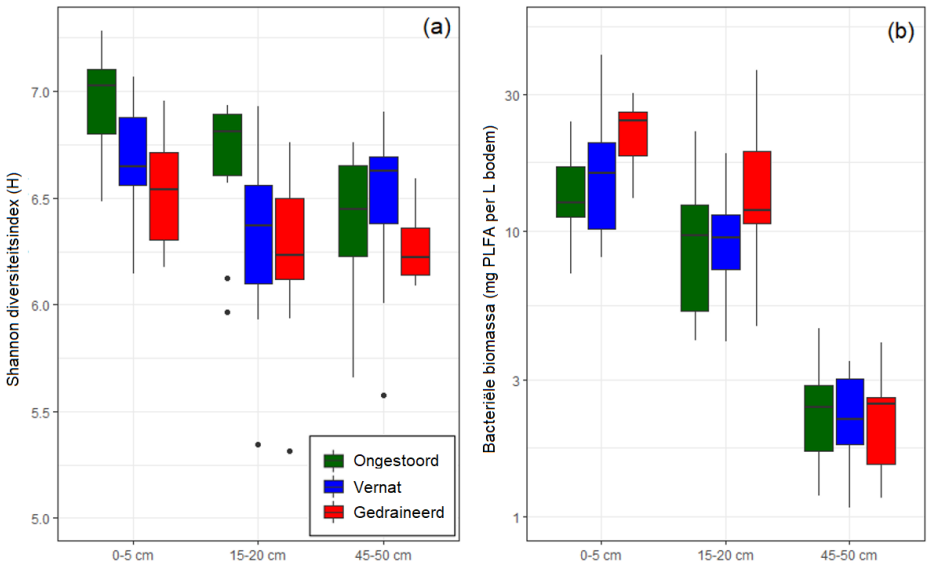


Figuur 6. Ordinatie (NMDS, stress = 0.187) van de samenstelling van bacteriële gemeenschappen op drie verschillende dieptes in 39 laagvenen in Europa. Boven: onderscheid op basis van hydrologische toestand van het veen (ongestoord, gedraineerd of vernat). Onder: de ligging van de Nederlandse locaties (Binnenveld en Drentse Aa) in de ordinatie.

Samenvattend blijkt de microbiële gemeenschap in gedraineerde venen sterk af te wijken van die in relatief ongestoorde venen. Vernatting van gedraineerde venen lijkt echter grotendeels te leiden tot een herstel van de microbiële gemeenschap. De Nederlandse laagvenen wijken microbieel niet opvallend af van de andere Europese venen: ook in Nederland leidt vernatting tot een grote mate van microbieel herstel.



Figuur 7. Relatieve abundantie van de 15 meest algemene bacteriële stammen op drie dieptes in 39 venen doorheen Europa. Er is een onderscheid gemaakt op basis van hydrologische toestand van het veen (ongestoord, gedraineerd of vernat)

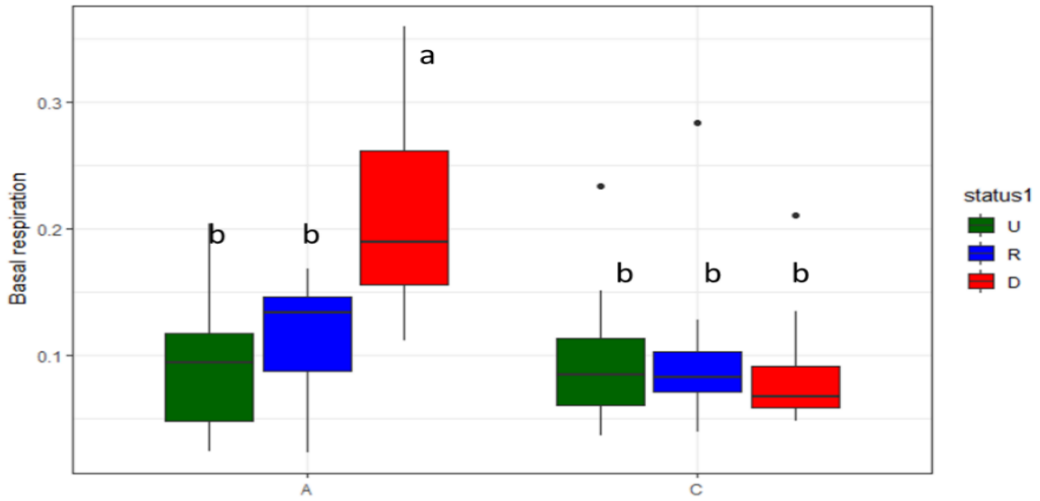


Figuur 8. Bacteriële diversiteit (a) en biomassa (b) op drie verschillende dieptes in 39 venen doorheen Europa. Er is een onderscheid gemaakt op basis van de hydrologische toestand van het veen (ongestoord, gedraineerd of vernat).

2.4 Functionaliteit microbiële gemeenschappen

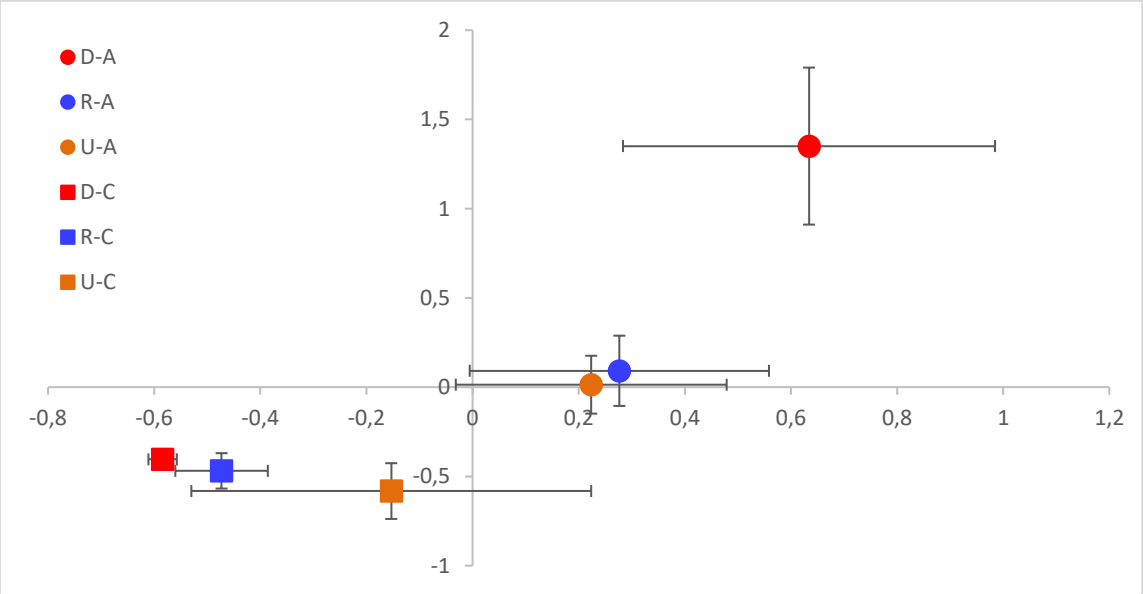
De functionele diversiteit van bodemmicrobiële gemeenschappen werd bepaald door de verschillen in (multi) substraatgeïnduceerde respiratie (mSIR) -reacties op eenvoudige koolstof-energiebronnen te meten (Chapman et al. 2007). De resulterende zgn. physiological profiling op gemeenschapsniveau (CLPP) biedt informatie over de potentiële respons van microben. Deze methode maakt een vergelijking tussen verschillende bodems mogelijk, en is een soort finger-printing. De resultaten geven een mate van functionele overeenkomst van microbiële gemeenschappen.
Voor CLPP hebben we MicroResp © (www.microresp.com) gebruikt. Toepassing van deze techniek op organische bodems is vrij nieuw en vereist aanpassingen. We volgden de MicroResp-technische richtlijnen met betrekking tot laboratoriumprotocollen en de pre-verwerking van de gegevens. Voor deze bepaling werden bodemmonsters genomen van 2 dieptes: A – de oxische bovenste laag van 0-5 cm en de (meestal) waterverzadigde laag tussen 45-50 cm. Per site en diepte werden vijf monsters genomen, samengevoegd tot 1 mengmonster en onmiddellijk gekoeld en bewaard bij 4 ° C tot analyse. Verschillende koolstofbronnen werden aangeboden, waaronder eenvoudige suikers, aminozuren en organische zuren, om CLPP te creëren.
We hebben de resultaten van de basale respiratie (BR) als indicatie gebruikt van de activiteit van de totale microbiële gemeenschap. De resultaten voor de geïnduceerde ademhaling werden gebruikt in de ordeningsanalyse om de relatieve gelijkenis van de monsters in termen van hun katabolische respons te evalueren.

We hebben gekeken naar een mogelijke relatie tussen de BR en verschillende klimatologische parameters (zoals jaargemiddelde neerslag, jaargemiddelde temperatuur, continentaliteit, klimaatvochttekort) maar vonden geen enkele relatie met deze factoren. De Benelux-sites verschilden in dit opzicht niet van de andere sites. Dit betekent dat ondanks een verschil in klimaat, de activiteit van microbiële gemeenschappen (uitgedrukt als basale ademhaling) op geografisch ver uit elkaar liggende locaties in Europa sterk vergelijkbaar is en afhankelijk is van andere factoren zoals diepte van bodemvorming en hydrologische status. Over het algemeen lijkt de toplaag van de ontwaterde sites zoals verwacht meer microbieel actief te zijn dan de diepere laag en ook meer dan de toplaag van de ongestoorde en de vernatte sites (figuur 9). Ook de met PLFA bepaalde totale microbiële biomassa was veel groter (10-15 keer) hier. Wanneer de Nederlandse en Belgische locaties afzonderlijk werden geanalyseerd, werd hetzelfde patroon waargenomen. We concluderen dat de veraarde toplaag van ontwaterde sites wordt gekenmerkt door een sterk verhoogde microbiële activiteit, vergeleken met andere monsters.



Figuur 9. Basale respiratie in de ondiepe (A) en diepere C laag in relatie tot ontwateringstoestand. U = niet ontwaterd veen, D = ontwaterd veen en R = vernat veen. Basale respiratie is uitgedrukt in µgC-CO_2 $g^{-1}h^{-1}$

De respons op diverse diverse koolstofbronnen geanalyseerd met behulp van Principale Componenten Analyse (*Figuur* 10) laat zien dat de reactie in diepere lagen niet afhangt van de hydrologische status. Voor de bovenste laag zijn de verschillen in reactiepatronen groter en terwijl de niet-uitgeteste en opnieuw geplaatste sites elkaar overlappen, verschillen de ontwaterde sites significant van de andere behandelingen. We kunnen concluderen dat, met betrekking tot de catabolische diversiteit van microbiële gemeenschappen in de bodem, de vernatte locaties redelijk vergelijkbaar zijn met de bijna natuurlijke venen. Dit suggereert dat op de herstelde sites vernatting succesvol was en de microbiële gemeenschappen hetzelfde functioneren als in niet ontwaterde venen. Bij testen met de RDA (redundantie-analyse) bleek dat de catabolische diversiteit van de gemeenschappen significant te verschillen tussen de twee dieptes (A, C) en bleken de ontwaterde sites functioneel significant anders te zijn in de A-laag dan de beide andere categorieën. De effecten bestonden vooral uit een sterkere afbraak van suikers (Arabinose, Glucose, N-acetyl-glucosamine, Trehalose, Mannitol) op de ontwaterde plaatsen. In de ordinatie (met zowel beide dieptes als alleen met de A-laag) overlappen de BeNeLux-sites met alle andere sites en werd geen clustering als gevolg van locatie waargenomen. In termen van catabolic profiling zijn deze sites niet te onderscheiden van de andere bemonsterde plekken.



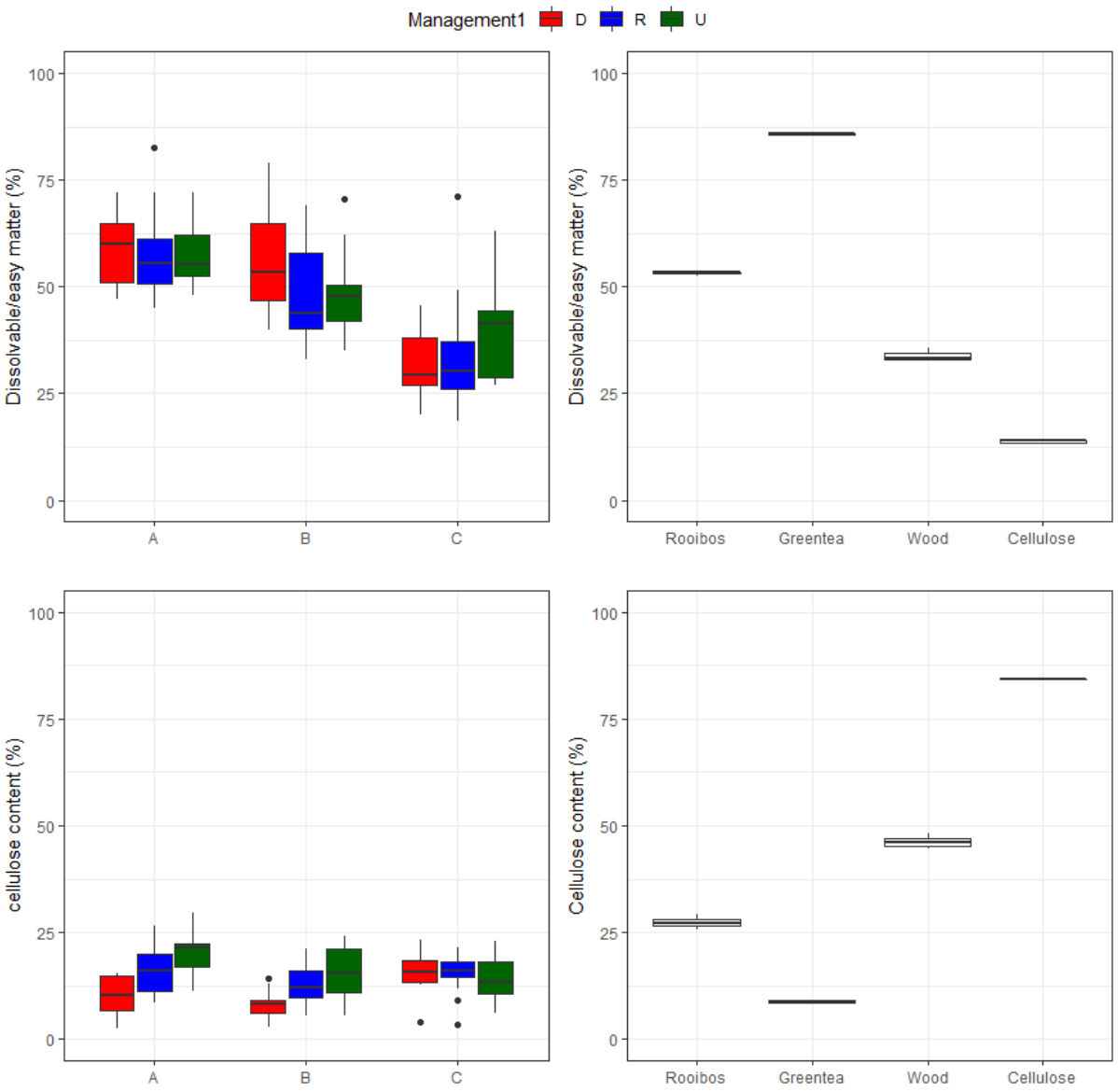
Figuur 10. PCA scores (gemiddelde en SE) op de eerste twee assen in relatie tot ontwateringstoestand (D, R, U) en diepte (A, C). De analyse is gebaseerd op de gemeten respons op 12 verschillende koolstof¬bronnen (waarden relatief ten opzichte van BR). De beide assen verklaren respectievelijk 87% en 10.4% van de variantie.

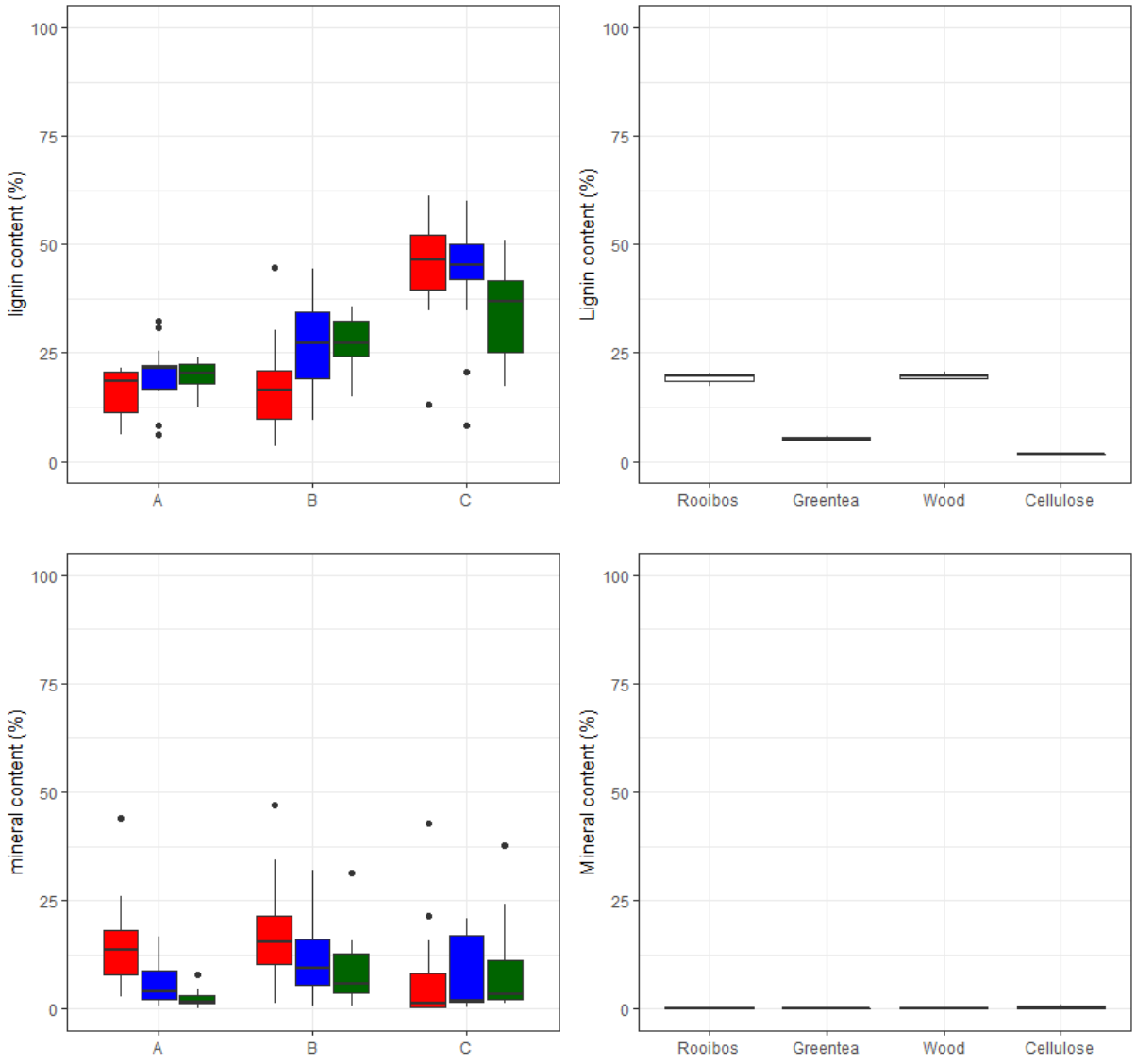
Concluderend is er sprake van een aanzienlijk hogere basale ademhaling in de toplaag van gedraineerde venen dan bij ongestoorde of vernatte gebieden. Dit suggereert dat er daar ook sprake is van een veel hogere activiteit van de microbiële gemeenschap. Verder was er geen sprake van verschillen in basale ademhaling tussen de toplaag en de diepere laag. Wat betreft de functionele diversiteit van microbiële gemeenschappen reageerde de bovenste laag anders dan de diepere laag op de toevoeging van verschillende koolstof bronnen van koolstof. De bovenste laag was meer responsief en de vernatte sites waren vergelijkbaar / overlappend met niet gedraineerde sites, wat wijst op een succesvol herstel van de functionele diversiteit na vernatting, ten minste voor de hier geteste koolstofbronnen. Geen van de gemeten karakteristieken vertoonde enige relatie met de klimatologische of geografische gradiënt. De gemeten responsen voor Benelux-sites waren niet verschillend van andere sites in dit onderzoek.

2.5 Afbreekbaarheid organische stof

De resultaten van de monsters uit de BeNeLux verschillen niet van resultaten elders in Europa en zijn bij de bespreking daarom samen genomen. De resultaten laten het volgende zien:

- De fractie oplosbaar organisch materiaal neemt af met diepte en is nauwelijks gerelateerd aan de hydrologische status van het veen. Alleen in de laag 15-20 cm lijkt het aandeel van deze fractie bij gedraineerde venen groter te zijn. Bij gedraineerde venen is deze laag echter continue droog en aeroob en hydrologisch identiek aan de toplaag, dit in tegenstelling tot de andere behandelingen waar deze laag wel afwisselend nat of droog is;
- De concentratie aan afbreekbaar organisch materiaal ('cellulose') wordt niet beïnvloed door diepte maar wel door behandeling: in vergelijking met ongestoorde venen is het cellulosegehalte duidelijk lager in gedraineerde venen. Het gehalte in vernatte venen ligt daar tussenin;
- De hoeveelheid moeilijk afbreekbare organische stof (lignine en vergelijkbare stoffen) neemt toe met diepte. De afbreekbaarheid van de diepste laag is beduidend lager dan die van hout;
- Het gehalte aan niet afbreekbare mineralen is in de bovenste twee lagen het hoogst in gedraineerde venen en het laagst in ongestoorde venen. De waardes in vernatte venen liggen hier tussenin. Dit suggereert dat de afbreekbare fracties in de gedraineerde venen voor een groter deel verdwenen zijn.





Figuur 11. Fractie oplosbaar, afbreekbaar en recalcitrante organische stof en minerale fractie in relatie tot diepte (A = 0-5 cm, B = 15-20 cm, C = 45-50 cm) en ontwateringstoestand (gedraineerd, vernat, ongestoord). Ter vergelijking zijn steeds de waarden voor een viertal standaardmaterialen (Rooibos thee, Groene thee, Fijngemalen elzenhout en filtreerpapier) bijgevoegd.

2.6 Decompositie

De mate waarin afgestorven organisch materiaal wordt afgebroken bepaalt of er sprake is van veenvorming of niet. De afbraak op zich wordt uitgevoerd door de microbiële gemeenschap, maar de mate waarin dit gebeurt is afhankelijk van randvoorwaarden zoals zuurstofspanning, afbreekbaarheid van het organisch materiaal, vegetatiesamenstelling, etc. en verschilt van site tot

site. Om een indicatie te krijgen in welke mate de verschillende gebieden en hydrologische condities op dit punt verschilden werd de potentiële decompositie gemeten. Hiervoor werd standaardmateriaal van verschillende samenstelling gebruikt: gemakkelijk afbreekbare cellulose (filtreerpapier), matig afbreekbaar materiaal (hennepvezels) en recalcitrant materiaal (zaagsel van zwart elzenhout). Dit materiaal werd in de bodem ingebracht in gesloten litter bags van nylon met een maaswijdte van 40 micron. Door deze fijne maaswijdte kunnen alleen microbiële organismen bijdragen aan de afbraak. Omdat de mate van decompositie daarnaast ook beïnvloed kan worden door de activiteit van mesofauna in de bodem werd het cellulosemateriaal ook geïncubeerd in glasvezelgaaszakken met een

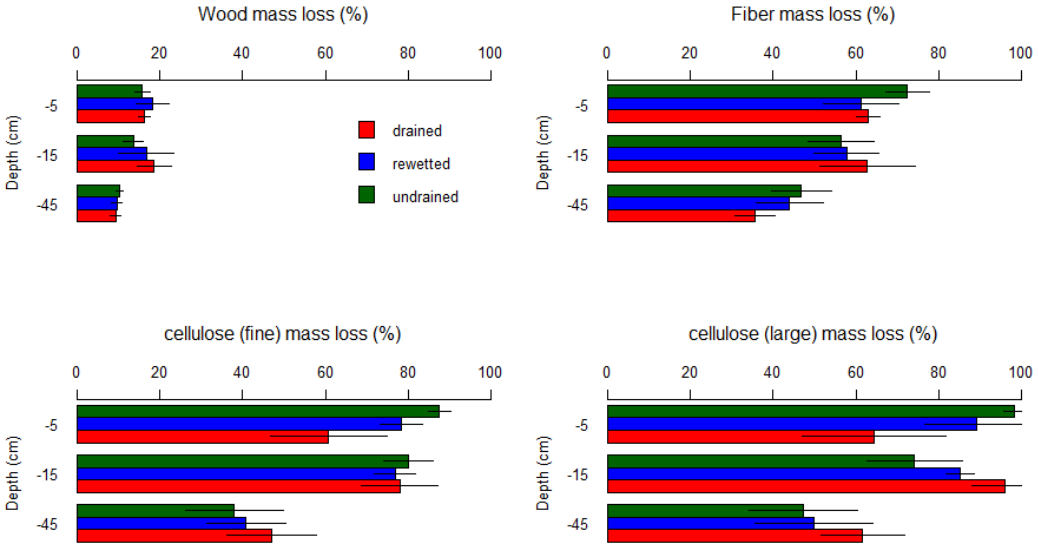
maaswijdte van 2 mm. Alle litter bags werden in nylon frames geplaatst om ze op standaarddieptes te kunnen fixeren en te beschermen tegen vraatschade door zoogdieren (*Figuur* 12). De frames werden verticaal in de grond geplaatst waardoor de litter bags zich op 3 dieptes bevonden (A: 0-5 cm, B: 15-20cm, C: 45-50 cm). Ze werden geïncubeerd voor ca. 100-110 dagen tussen begin juni en begin oktober, omdat de meest intensieve afbraak dan plaatsvindt vanwege de hogere temperaturen en in verhouding lagere waterstanden. In elke onderzoekslocatie werd één frame ingebracht. Na het ophalen werden de litter bags zorgvuldig schoongemaakt, gedroogd bij 60 ° C en gewogen om het percentage massaverlies te bepalen. Een dergelijke methode biedt een eenvoudige en robuuste kwantitatieve schatting van de potentiële decompositie, waardoor een relatieve vergelijking tussen sites (categorieën) mogelijk is. We verwachtten dat de afbraak zal afhangen van de diepte, het type materiaal en de hydrologische status van de site.

We vonden dat de afbraak afhankelijk was van de diepte, maar meer nog van het type materiaal (*Figuur* 13). De decompositie was het grootst bij cellulose (ca. 50-90% massaverlies in de toplaag, 25-60% in de diepere lagen), iets lager voor hennepvezels (ca. 50-70% massaverlies bovenaan, 30-50% in diepere lagen) en het laagst voor hout (ca. 20% massaverlies in de toplaag, ca. 10% in diepere lagen). Over het algemeen werd een grote variatie in de mate van afbraak waargenomen maar dit was niet gerelateerd aan klimatologische factoren (statistisch getest, gegevens niet getoond). Voor cellulose- en vezelmateriaal waren de verschillen deels gecorreleerd aan de hydrologische status, maar dit werd niet gevonden bij de afbraak van hout. Merkwaardigerwijze werd over het algemeen de hoogste decompositie gevonden in de toplaag van de ongedraineerde sites. Dit werd toegeschreven aan de zeer droge zomer (en bijgevolg de nog steeds vochtige bovenste laag in de ongedraineerde locaties, terwijl op andere plaatsen de toplaag dermate droog was dat er remming van decompositie optrad). In de gedraineerde sites vond de sterkste afbraak dieper in de bodem plaats. Toegang van de mesofauna tot het materiaal resulteerde in een toename van de cellulose afbraak met ca. 10%. Het effect van mesofauna was het sterkst in de B-laag (15-20 cm onder het oppervlak) en dan vooral in de ontwaterde gebieden. Hier was sprake van een toename in de cellulose-afbraak met ongeveer 20%, terwijl op niet gedraineerde plekken sprake was van een lichte, niet significante, verlaging. De gegevens voor Benelux-sites vertoonden hetzelfde patroon als de andere sites en weken voor de gemeten decompositie karakteristieken niet af (figuur 14).

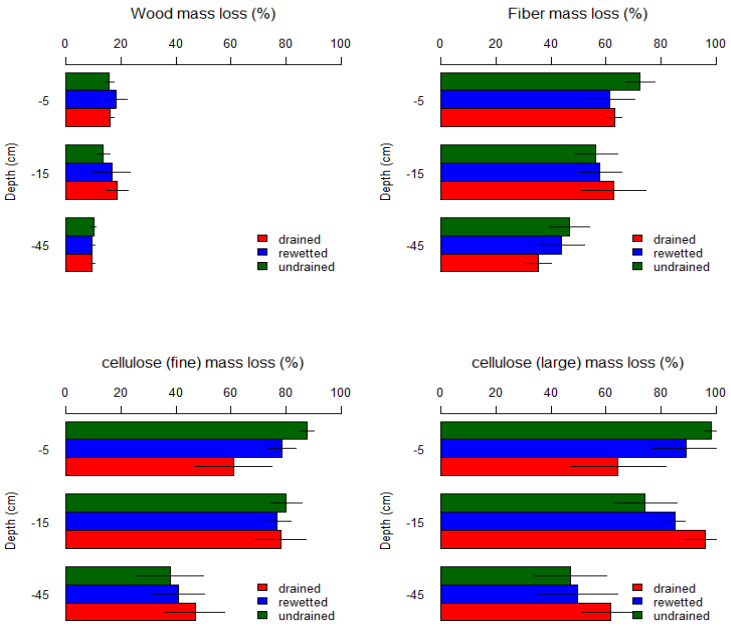


Figuur 12. Voorbeeld van een frame waarmee de litterbags in de bodem werden gefixeerd.

Daarnaast werden op elke locatie 5 additionele sets litter bags in de bovenste laag (0-8 cm) ingebracht. Die sets bestonden uit fijnmazige zakken met cellulosefilters en theezakjes om met behulp van de zogenaamde Tea Bag Index-methode de stabilisatiefactor (S) en decompositie constante K te kunnen schatten. Met betrekking tot methodologie en berekeningen van S- en K-parameters volgden we de methode van Keuskamp et al. (Methods in Ecology and Evolution 2013, www.teatime4science.org). Zoals weergegeven in Figuur 15, zijn er geen verschillen tussen de Benelux-sites en andere gebieden, en had ook de hydrologische status geen meetbaar effect op S en K.



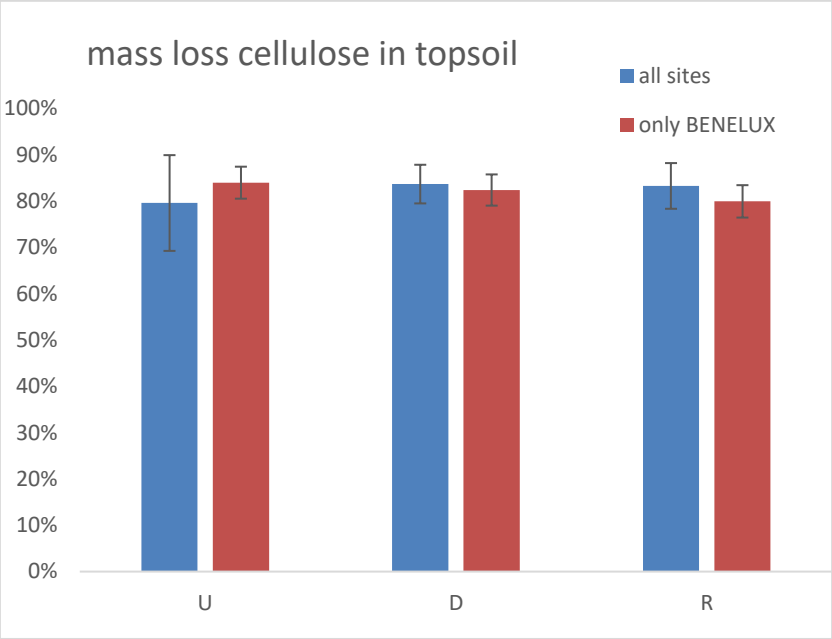
Figuur 13. Overzicht (boxplot) van het percentage gewichtsverlies door decomposition per type materiaal, diepte en hydrologicsche status. Data voor alle 39 sites. Cellulose (fine) betreft de cellulose filters in de litter bags met kleine maaswijdte (40 micron), en cellulose (large) heeft betrekking op de cellulose filters in litter bags met een grote maaswijdte (2 mm). N=39, 13 tripletten.



Figuur 14. Overzicht (boxplot) van het % gewichtsverlies voor alleen de Benelux sites. Voor verdere verklaring: zie Figuur. N=12, 4 tripletten.

Globaal (voor alle sites) werden de volgende waarden voor S gevonden (gemiddelde ± SD, (min-max)): 0,1105 ± 0,0704 (-0,0956 -0,2499). Voor k was dit: 0,0161 ± 0,005 (0,0089 - 0,0335). Voor de Benelux-sites was S: 0,1722 ± 0,0621 (-0,004 - 0,2499) en k: 0,0153 ± 0,0029 (0,0112-0,0202). Over het algemeen vertoonde de TBI-methode een lage gevoeligheid voor verschillen tussen locaties, die mogelijk deels te wijten kunnen zijn aan het type ecosysteem met overal tamelijk vergelijkbare omstandigheden, evenals aan de zeer

droge zomer tijdens incubatieperiode in 2018. In alle locaties was de bovenste laag toen droog en was er nauwelijks verschil in vochtigheid tussen terreinen met een verschillende hydrologische status.



Figuur 15. Overzicht (gemiddelde±SD) van het % massaverlies door decompositie van cellulose (fijne maaswijdte) in de toplaag

Samenvattend is de decompositie van gemakkelijk en redelijk afbreekbaar materiaal hoogst in de toplaag van ongedraineerde sites en vergelijkbaar met die in vernatte gebieden, terwijl de decompositie duidelijk lager is in ontwaterde gebieden. Mogelijk heeft dit te maken met de hogere vochtbeschikbaarheid in de droge zomer van 2018 in niet gedraineerde locaties. De waarden die in vernatte gebieden werd gemeten overlapt sterk met die van niet gestoorde venen, onafhankelijk van het type materiaal en diepte. Anders dan verwacht werd in vernatte gebieden geen hogere afbraakcapaciteit gemeten dan in niet ontwaterde plekken. Dit was wel het geval voor gedraineerde locaties maar alleen in de laag op 20 cm diepte. Dit komt overeen met de hoogste waterstanden in ontwaterde gebieden en kan vermoedelijk ook in drogere periodes vochtig blijven door capillaire opstijging. Verrassenderwijs werd ook al zo'n 20% van het hout afgebroken.
Onze studie laat zien dat sites met een verschillende hydrologische status een vergelijkbare afbraakcapaciteit hebben. Dit suggereert dat de afbraak en daarmee de mate van veenvorming eerder gerelateerd is aan de afbreekbaarheid van het geproduceerde organisch materiaal en daarmee mogelijk aan de beschikbaarheid van voedingsstoffen en de identiteit van de aanwezige plantensoorten.

ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn

Het Kennisnetwerk Ontwikkeling Beheer Natuurkwaliteit:

- is een onafhankelijk en innovatief platform waarin beheer, beleid en wetenschap op het gebied van natuurherstel en -beheer samenwerken;
- ontwikkelt en verspreidt kennis met als doel het structureel herstel en beheer van natuurkwaliteit.

vereniging van
bos- en natuurterreineigenaren
VBNE

Kennisnetwerk OBN wordt gecoördineerd door de VBNE en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en BIJ12

Vereniging van bos- en natuurterreineigenaren (VBNE)

Princenhof Park 7
3972 NG Driebergen
0343-745250

drs. W.A. (Wim) Wiersinga
Adviseur Plein van de kennis/
Programmaleider Kennisnetwerk OBN
0343-745255 / 06-38825303
w.wiersinga@vbne.nl

M. (Mark) Brunsveld MSc
Programma-medewerker Kennisnetwerk OBN
0343-745256 / 06-31978590
m.brunsveld@vbne.nl



ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit
o+bn

Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit

BIJ12