

Advies over de impact van het niet of onvoldoende nemen van maatregelen voor veenherstel in Vlaanderen

Adviesnummer:	<u>INBO.A.4788</u>
Auteurs:	Jan Wouters, Tom De Dobbelaer & Wouter Depaepe
Contact:	Lieve Vriens (lieve.vriens@inbo.be)
Kenmerk aanvraag:	e-mail van 13 december 2023; ANB-INBO-2023-38
Geadresseerden:	Agentschap Natuur en Bos Afdeling Adviezen en vergunningen T.a.v. Erwin De Meyer erwin.demeyer@vlaanderen.be
Kopij naar:	Agentschap Natuur en Bos Joris Janssens (joris.janssens@vlaanderen.be)

Dr. Hilde Eggermont
Administrateur-generaal

Wijze van citeren: Wouters J., De Dobbelaer T. & Depaepe W. (2024). Advies over de impact van het niet of onvoldoende nemen van maatregelen voor veenherstel in Vlaanderen. Adviezen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Nr. INBO.A.4788. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Aanleiding

Binnen de projectgroep Veenbescherming van de Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid (CIW) werd een ontwerp van beleidskader uitgewerkt voor een betere bescherming en een effectiever herstel van veengebieden in Vlaanderen. Dit ontwerp richt zich op oppervlakteveen en veen in het bodemprofiel, dus tot maximum 1,50 m onder het maaiveld. Beide typen veenbodems spelen een belangrijke rol in het klimaat- en het waterbeleid omwille van respectievelijk de opslag van koolstof en waterretentie. Het eerste type is bovendien ook belangrijk voor het natuurbeleid als standplaats en leefgebied van een hele reeks zeldzame vegetaties en soorten.

Om goedkeuring van het ontwerp van beleidskader te ondersteunen heeft de projectgroep nood aan richtcijfers of kengetallen over het verlies aan biodiversiteit, de verlaging van de grondwaterstanden en de uitstoot van broeikasgassen wanneer de Vlaamse veengebieden verder zouden degraderen door uitdroging en/of eutrofiëring.

Vragen

1. Wat is de impact van het niet of onvoldoende nemen van maatregelen om veengebieden in Vlaanderen te beschermen en te herstellen?
2. Is bijkomend onderzoek nodig om vraag 1 volledig te beantwoorden? Zo ja, wat moet dit onderzoek inhouden en wat zou dit kosten?

Toelichting

1 Afbakening vraagstelling

De vraagstelling is te breed om binnen de beperkte termijn en het kader van een adviesvraag omvattend te kunnen beantwoorden. Zo is er bijvoorbeeld geen onderscheid gemaakt in de aard van de maatregelen. In dit advies beperken we ons tot hydrologische maatregelen. Soms hebben maatregelen die de hydrologie veranderen een impact op een relatief groot ruimtelijk gebied, waardoor het vaak ook nodig is om, en dan liefst eerst (Herr *et al.*, 2021), ruimtegebonden maatregelen te nemen.

In dit advies richten we ons op het evalueren van maatregelen met betrekking tot biodiversiteit en klimaat. De socio-economische aspecten van de maatregelen worden hier niet of slechts zijdelings behandeld.

Ons doel in dit advies is om de focus te leggen op het identificeren van waarden en/of meetvariabelen die het effect van hydrologische maatregelen op biodiversiteit, bodemkwaliteit en klimaat kunnen kwantificeren.

2 Veen en veenvorming

Veen is een type bodem dat hoofdzakelijk bestaat uit organisch materiaal (vooral plantenresten), dat gedeeltelijk is afgebroken en zich heeft opgehoopt in waterverzadigde omstandigheden. Om het onderscheid te maken tussen een veen- en een minerale bodem, worden verschillende referenties gehanteerd afhankelijk van de hoeveelheid organische stof en de dikte van de laag. De hoeveelheid organisch materiaal is een doorslaggevende factor. Bodems met 'minstens 30% organische stof' (op basis van drooggewicht) worden vrij eensluidend als een veenbodem beschouwd. Internationaal geldt als norm dat een veenbodem (histosol) vanaf de oppervlakte binnen 1 m profiel minstens uit 40 cm¹ organisch materiaal (20% organische koolstof²) bestaat (IUSS Working Group WRB, 2022). De Belgische definitie van een veenbodem zoals ze gehanteerd werd bij de bodemkartering is strenger dan de internationale, omdat de veenlaag (min. 30% organische stof) zich aan de oppervlakte moet bevinden.

Met een veen kan ook een landschapsvorm bedoeld worden waar veenbodems primeren, zoals laag- of hoogveen. In dit advies worden met venen in de eerste plaats de veenbodems bedoeld, tenzij expliciet een hoog- of laagveen vermeld wordt.

Veeenvorming is de resultante van complexe processen waarbij de vorming van organische stof deze van de afbraak ervan merkkelijk overtreft. De verhouding tussen deze twee processen wordt beïnvloed door verschillende factoren.

1. Klimaat:
 - Neerslag: regio's met een groot neerslagoverschot herbergen meer venen.
 - Temperatuur: koude temperaturen remmen het proces van organische afbraak, wat gunstig is voor veenvorming.
2. Waterstand:
 - Hoge grondwaterstand: een permanente of periodieke hoge grondwaterstand is cruciaal voor de vorming van veen. Het zuurstoftekort verhindert de volledige ontbinding van organisch materiaal.
3. Organisch materiaal:
 - Productiviteit van plantaardig materiaal: de opeenhoping van dode plantenresten, zoals mossen en veenmos, draagt bij aan de vorming van veen.
4. Geomorfologie:
 - Depressies/valleien: veen wordt vaak gevonden in gebieden met een beperkte waterafvoer en/of een relatief sterke aanvoer van (grond)water.
 - Aanwezigheid van slecht doorlatende lagen (bv. klei) kunnen de waterretentie bevorderen.
5. Chemische waterkwaliteit:
 - Zuur milieu³: zure omstandigheden remmen de afbraak van organisch materiaal. Veengebieden hebben vaak relatief lage pH-waarden.
 - Milieu arm aan voedingsstoffen en mineralen: bij een gebrek aan voedingsstoffen en mineralen zal de afbraak van organisch materiaal vertragen.

Afhankelijk van de geomorfologie en de waterkwaliteit kunnen verschillende veentypen onderscheiden worden. In depressies die sterk onder invloed staan van neerslagwater kunnen

¹ Als het organisch materiaal voor >75% (volume) uit veenmos bestaat is de minimale dikte 60 cm.

² 20% organische koolstof komt ongeveer overeen met 35-40% organische stof.

³ Hoewel een zuur milieu de veenvorming bevordert, is het hier niet toe beperkt, getuige het voorkomen van circum-neutrale en zelfs alkalische laagvenen. Ook kan een verzurend milieu leiden tot het ongewenste processen, zoals het vrijstellen van fosfaten.

zich hoogvenen vormen met ombrotroof veen. In valleien die vooral door grond- en/of oppervlaktewater gevoed worden, zullen zich laagvenen vormen met minerotroof veen.

Hoewel in het verleden een aanzienlijke oppervlakte hoogveen in Vlaanderen te vinden was (Vanden Berghen, 1948; Leenders, 1989; Jansen & Grootjans, 2019), is dit actueel voor het oppervlakkig veen niet meer zo. De grote meerderheid van de veenbodems in Vlaanderen zijn minerotrofe veenbodems.

3 Hoe veen conserveren of herstellen?

Het behoud en/of herstel van veengebieden begint met de kennis over hoe veen(bodems) kunnen behouden of hersteld worden.

3.1 Hoe veenbodems conserveren?

Hoewel veenvorming een complex proces is, zijn er slechts weinig handvatten om bestaand veen te conserveren of nieuwe vorming te stimuleren. Een essentiële, maar nog niet voldoende, maatregel om veen te conserveren is het zorgdragen voor een zo stabiel mogelijke hoge waterstand. Dit voorkomt dat aerobe processen veenafbraak versnellen.

Ook de waterkwaliteit speelt een rol. Naarmate het water waarmee het veen gevoed wordt, rijker is aan oxidanten (zoals zuurstof, nitraat en vooral sulfaat), kan het organisch materiaal verder afgebroken worden. De aanwezigheid van bufferende stoffen zoals bicarbonaat houdt bovendien ook de zuurtegraad in balans, waardoor het milieu niet te zuur wordt.

De doorstroming is ook een sturende factor. Naarmate deze toeneemt, worden bij eenzelfde concentratie ook weer meer oxidanten aangevoerd.

Het verhogen van de productiviteit is theoretisch gezien ook een mogelijkheid. Vaak gaat dit echter ten koste van biodiversiteitsverlies door het vervangen van kwetsbare mesotrofe levensgemeenschappen door relatief algemene eutrofe. Het is een optie die kan toegepast worden in veengebieden die onderhevig geweest zijn aan intensieve landbouw en waar het verwijderen van de nutriënten door phytoextractie of afgraven van de aangerijkte toplaag (financieel) niet mogelijk is.

Tot slot is de temperatuur ook belangrijk. In een gematigd klimaat zal een stijgende temperatuur zowel de productiviteit als de afbraak van organische stof stimuleren. Meestal is de balans negatief: de afbraak zal meer stijgen dan de productiviteit (Silvianingsih *et al.*, 2022).

De redoxpotentiaal (de graad van anaërobie) in de bodem kan men moeilijk direct aansturen; het is een beetje de sluitpost van voorgaande processen. Hoewel een lagere redoxpotentiaal, dus een hogere graad van anaërobie, de veenvorming meestal ten goede komt, kan het toch zijn dat men beter dit niet tot het uiterste drijft. De productiviteit kan dan soms stilvallen of juist sterk toenemen door het vrijstellen van fosfaten ten gevolge van FeS-vorming, met een omslag naar eutrofe condities (interne eutrofiëring) als gevolg.

Wanneer zich slechts enkele centimeters bovenin het veenprofiel een licht anaërobie (anoxische) toestand voordoet, kan deze zone als een filter fungeren tegen methaangassen die worden gevormd in een dieper, sterk anaëroob milieu in het veenprofiel.

Conclusie: het waarborgen van een constante aanvoer van relatief mineraalarm grondwater, wat resulteert in een constant hoog waterpeil tot vlakbij het maaiveld en een lichte doorstroming (en afkoeling), is ideaal voor het behoud en de vorming veen in laagvenen.

3.2 Behoud en/of herstel van veengebieden

Om veengebieden te kunnen conserveren is het in eerste instantie noodzakelijk om hun ligging en eigenschappen te kennen. De klimaatakkoorden van Parijs impliceren dat zowat alle gedraineerde veengebieden wereldwijd vernat moeten worden, en alle intacte veengebieden

niet verder mogen degraderen. Conservering van de intacte veengebieden heeft dan ook de hoogste prioriteit.

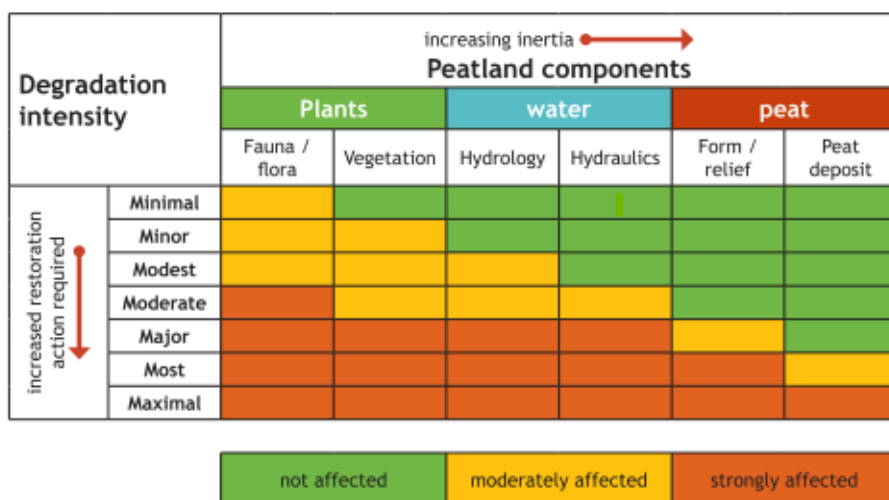
Intacte, onaangeroerde veengebieden vinden we niet meer terug in onze regio. We spreken hier voornamelijk van half-natuurlijke systemen. Deze veensystemen kunnen nog relatief goed intact zijn maar zijn dan meestal onderhevig aan een bepaalde vorm van beheer om hun oorspronkelijke biodiversiteit in stand te houden.

In veensystemen is er een sterke samenhang tussen drie componenten: water, vegetatie en de veenbodem. De omstandigheden waarin veenvorming optreedt is een "stressvolle" leefomgeving. Natte, zuurstofarme condities en beperkte beschikbaarheid van voedingsstoffen zorgen ervoor dat gespecialiseerde stresstolerante plantensoorten zich hier kunnen ontwikkelen (Horsák *et al.*, 2012). Deze plantensoorten kunnen we als ecosystem-engineers beschouwen. Ze vervullen een belangrijke regulerende functie en vormen het veen.

Zodra deze samenhang wordt verstoord, meestal start dit via ingrijpen in de waterhuishouding, begint het systeem te destabiliseren. Het veen komt meer in contact met zuurstof en wordt microbiëel afgebroken. Hierbij komen de nutriënten in het veen ter beschikking. De stress van waterverzadiging en nutriëntenschaarste vermindert dus, waardoor andere plantensoorten zich kunnen vestigen. Deze verstoring in de hydrologie, interne eutrofiëring en bijgevolg toename in competitie leidt naar de eerste fase van veendegradatie (Klimkowska *et al.*, 2010).

Veensystemen kennen verschillende vormen van degradatie (Figuur 1, Joosten, 2021a). Doorgaans geldt de regel hoe kleiner het degradatieniveau, hoe eenvoudiger het herstel tot een functioneel veensysteem. De inertia (traagheid van reactie) van de verschillende componenten in een veensysteem staat in relatie tot de verschillende degradatieniveaus. Wanneer bij het uitblijven van herstelmaatregelen een verdere degradatie van het systeem optreedt zullen dus componenten met een hogere inertia aangetast worden. Zo zal bijvoorbeeld een recent gedraineerd veengebied eenvoudiger te herstellen zijn dan een gebied dat al enkele decennia is gedraineerd. Bij laatstgenoemde kan compactie en een gewijzigde hydraulische geleidbaarheid de eigenschappen van het veen dusdanig aangetast hebben dat herstel van een functioneel veensysteem enkel mogelijk is via o.a. het (prijzige) afgraven van de veraarde veenlaag. Bij een recent gedraineerd gebied kan het dempen of afdammen van de drainagestructuur al voldoende zijn voor spontane regeneratie.

Uitstellen van maatregelen heeft dus zowel gevolgen voor de techniciteit en kostprijs van de maatregelen als duurtijd van het herstel.



Figuur 1: Relatie tussen de degradatie-intensiteit en de inertia (traagheid van reactie) van verschillende componenten in veengebieden (Joosten, 2021a)

De meest voorname herstelmaatregelen zijn het volledig vernatten en regeneratie van de veenvormende vegetaties. Stabiele hoge waterstanden zijn een must. Zonder deze maatregelen zal het veen blijven inklinken en koolstof naar de atmosfeer blijven uitstoten.

We gaan hier niet verder in op de lijst aan maatregelen die genomen kunnen worden omdat dit buiten het tijdsbestek van een adviesvraag ligt. We geven wel nog een niet limitatieve lijst mee van bestaande referentiewerken voor veenherstel en enkele belangrijke key messages.

- Veengebieden vertonen grote verschillen, maar delen ook veel gemeenschappelijke principes. Maatregelen uit andere herstelprojecten zijn dan ook vaak overdraagbaar. Toch is het aanbevolen om deze maatregelen steeds aan te passen op maat van het gebied.
- Herstelmaatregelen kunnen niet alle verloren gegane waarden terugbrengen. Daarom moet de eerste prioriteit de bescherming van de nog resterende venen de eerste prioriteit zijn.
- Hersteldoelen kunnen worden geformuleerd in termen van 'ecosysteemdiensten', best zo concreet mogelijk en met een duidelijke prioritering.
- Herstel van veengebieden moet steeds op landschappelijke schaal gebeuren. Systeembeheer heeft dus voorrang op perceelbeheer, waarbij zo min mogelijk actief ingrijpen de beste aanpak is. Men moet steeds alert zijn dat ook effecten in het infiltratiegebied (pollutie, bemesting, bodemafdekking, ...) kunnen leiden tot een degradatie van het veen. Volledige vernatting (venen bestaan voor 90-95% uit water) kan negatieve effecten hebben op nabijgelegen economische activiteiten of bebouwde zones. Daarom is het cruciaal om extern beheer en een doordacht pakket van (eenmalige) inrichtingsmaatregelen te plannen. Een grondige kennis van de hydrologie is hierbij onontbeerlijk.
- Het succes van een herstelproject hangt af van de planning, uitvoering en opvolging van de herstelmaatregelen. Het is essentieel om bij aanvang van een project een referentiebeeld met duidelijke doelen te stellen en deze na uitvoering van de maatregelen te evalueren. Op basis hiervan kunnen maatregelen worden bijgesteld en toegepast in vergelijkbare gebieden.
- Het succes van herstelprojecten hangt ook vaak af van de samenwerking tussen verschillende partners, en zeker de lokale gemeenschap en actoren. Publieke participatie is hierbij een essentieel onderdeel.

Lijst met voorbeelden van herstelmaatregelen:

Wheeler & Shaw, 1995; Rochefort *et al.*, 2003; Herbichowa *et al.*, 2007; Schumann & Joosten, 2008; Makles *et al.*, 2014; Parry *et al.*, 2014; Similä *et al.*, 2014; Grand-Clement *et al.*, 2015; Berastegi Gartzandia *et al.*, 2016; Andersen *et al.*, 2017; Mackin *et al.*, 2017; Staňko *et al.*, 2018; Taylor *et al.*, 2018; Gann *et al.*, 2019; Calvar *et al.*, 2021; Pakalne *et al.*, 2021; Joosten, 2021a; Joosten, 2021b; Salm *et al.*, 2021.

4 Mogelijke gevolgen van veenafbraak voor een aantal ecosysteemdiensten

Lamers *et al.* (2015) geven een uitgebreid overzicht van de ecosysteemdiensten die venen leveren en wat veendegradatie tot gevolg kan hebben (Tabel 1). Hieronder worden de belangrijkste effecten besproken.

Tabel 1: Overzicht van de belangrijkste ecosystemendiensten geleverd door venen en hoe deze kunnen wijzigen (gewijzigd naar Lamers *et al.*, 2015)

	Originele diensten	Gewijzigde diensten
Producterende diensten	Drinkbaar water	Verlies aan drinkbaar water, verslechtering van de waterkwaliteit
	Voedselproductie (vis, wild)	Productie van andere voedselbronnen
	Bouwmateriaal (riet, lisdodde, ..)	Verlies van dit soort bouwmateriaal
Ondersteunende diensten	Veen/turf voor brandstof, voor tuinbouw, sorptie van vervuilende stoffen, medicijnen (sorptiemiddel)	Bij afgraven verlies van deze bronnen
	Biodiversiteit (op niveau van landschap, ecosysteem en soort)	Verlies aan biodiversiteit op alle schalen
Regulerende diensten	Regulering van oppervlakte- en grondwaterpeilen	Verstoring/wijziging van hydrologische regimes, verdroging, verzuring
	Opslag van nutriënten, waterzuivering	Verslechtering van de waterkwaliteit
	Koolstofsink	Koolstofbron
	Overstromingspreventie	Hoger risico op overstromingen door verminderde buffering, verlies aan land
Overige diensten	Recreatie in natuur	Gewijzigde recreatievormen
	Variatie aan cultuur-historische landschapsvormen	Egalisering van landschapsvormen, verlies aan cultuur-historische waarde
	Natuur- en milieueducatie	Educatie over veendegradatie
	Archeologische en paleontologische restanten in veen	Verlies van deze restanten
	'Inspirerende' waarden (bv. kunst)	Verlies van deze waarden

4.1 Producterende diensten

De potentieel belangrijkste producerende diensten van venen zijn de productie van drinkwater en van veen/turf.

4.1.1 Productie van drinkwater

In goed functionerende laagvenen wordt het water afgevoerd naar het oppervlaktewater, niet naar (diepere) grondwaterlagen. Oppervlaktewater is voor Vlaanderen een erg belangrijke ruwwaterbron: ongeveer de helft ervan is oppervlaktewater (Vlaamse Milieumaatschappij, 2019). Uit de ligging van de productiecentra (vijf van de zeven centra zijn gelegen in West- en Oost-Vlaanderen, regio's arm aan oppervlakkig veen) en/of uit de ruwwaterbron (Maaswater uit het Albertkanaal) kan echter het actuele verlies aan deze dienst door het niet nemen van herstelmaatregelen eerder als laag ingeschat worden.

Het inschatten van het potentieel verlies, oftewel in welke mate veenherstel kan bijdragen tot de drinkwaterproductie (het niet nemen van herstelmaatregelen ondermijnt deze potentie), is moeilijker te beantwoorden en vereist veel aanvullend onderzoek. Zo'n studie vergt een grondige hydrologische kennis (waterbeweging en stoftransporten in oppervlakte- en grondwater, bodemeigenschappen), kennis over drinkwaterproductie en ecohydrologische kennis (impactstudie in de ruime omgeving van de afnamepunten).

Bekkens waar de aanwezigheid van veen de waterkwaliteit kan verbeteren, zijn het Netebekken (Kleine en Grote Nete) en gedeeltelijk het Demerbekken.

4.1.2 Productie van veen/turf en andere grondstoffen

In Vlaanderen wordt momenteel geen veen gewonnen om te dienen in de (tuin)bouw of energieproductie. Dat is in het verleden ooit anders geweest (bv. Leenders, 1989). Het niet nemen van herstelmaatregelen heeft dus momenteel geen negatieve impact op deze dienst. Er is echter wel mogelijk een potentieel verlies door de productie van andere grondstoffen door het toepassen van natte landbouw (paludicultuur).

In Vlaanderen is natte landbouw echter nog niet goed bekend en er zijn meer onderzoek/proefprojecten nodig om te bepalen welke gewassen meer geschikt zijn voor de Vlaamse omstandigheden en marktmogelijkheden voordat het een reële optie is voor landbouwers. De relatief kleine percelen in Vlaanderen kunnen een beperkende factor zijn om paludicultuur op industrieel niveau rendabel te maken; verwerking en gebruik op lokale schaal kunnen in dat geval meer geschikt zijn (Estrella *et al.*, 2023).

Het ILVO geeft volgende aanbevelingen voor verder onderzoek in Vlaanderen, grotendeels gebaseerd op Ziegler *et al.* (2021) en de resultaten van verschillende proefprojecten die reeds in Nederland en Duitsland zijn uitgevoerd (Estrella *et al.*, 2023).

- Samenwerking zoeken met andere bedrijven en organisaties die geïnteresseerd zijn in het testen en verder ontwikkelen van paludicultuur.
- Opzetten van langlopende pilots of demonstratieprojecten om de unieke eigenschappen van paludicultuurgewassen te onderzoeken en hun levensvatbaarheid in Vlaanderen aan te tonen. Deze proeven kunnen ook dienen om gewasmodellen te kalibreren voor deze natte teelten.
- Bij onderzoeksprojecten en nieuwe initiatieven aandacht hebben voor het opzetten van een participatief traject met belanghebbenden, om hun behoeften en kennis mee te nemen, het bewustzijn over klimaatverandering te vergroten en een nieuwe cultuur van duurzame landbouw tot stand te brengen.

We menen dat het ook nodig is om zowel op bedrijfs- als op regionaal niveau kosten-batenanalyses uit te voeren om de overgang van 'droge' naar 'natte' landbouw met potentiële gewassen nauwkeurig te kunnen becijferen. Op basis van deze analyses kunnen passende subsidievoorstellen worden opgesteld om de transitie te faciliteren.

4.2 Ondersteunende diensten

Hier beschouwen we de impact op de biodiversiteit als een ondersteunende dienst. We beperken ons (in het kader van deze adviesvraag) tot een analyse van de oppervlakte van habitattypen en regionaal belangrijke biotopen (rbb) die actueel in vennen te vinden zijn en/of zich in een zoekzone bevinden (Tabel 2).

Tabel 2: Habitattypen en regionaal belangrijke biotopen (rbb) met minimaal 5% van de actueel oppervlakte gelegen op veen

	Biotoop (verkorte naam)	actuele oppervlakte (ha) (De Saeger et al., 2020)	actuele opp. op veen (bodemkaart) (ha)	actueel aandeel (%)	actuele opp. en zoekzone op veen (ha)
7140_BASE	basenrijk trilveen	2	1	47	1
7140	overgangs- en trilveen	21	9	45	128
7210	galigaanmoerassen	2	1	42	5
7140_meso	circum-neutraal overgangsveen	183	71	39	71
6410_ve	veldrusassociatie	2	1	31	1
91E0_vm	mesotroof broekbos	2976	809	27	809
rbbms	kleine zeggenvegetatie niet vervat in 7140	205	39	19	39
91E0_vo	oligotroof broekbos	534	97	18	97
rbbmf	moerasbos van breedbladige wilgen	1539	215	14	215
7140_mrd	rietland op drijftillen	8	1	13	1
rbbso	vochtig wilgenstruweel op venige of zure grond	201	25	12	25
rbbm	gagelstruweel	149	17	11	17
rbbhf	moerasspirearuijge met graslandkenmerken	2302	230	10	230
7230	alkalisch laagveen	10	1	9	3
rbbhc	dotterbloemgrasland	2325	198	9	198
6410	blauwgraslanden	31	2	8	25
6430_hf	moerasspirearuijge	64	5	8	5
6430	voedselrijke zoomvormende ruigten	1321	99	7	227
3130_na	dwergbiezenvegetaties	648	48	7	48
91E0_vc	goudveil-essenbos	368	25	7	25
rbbmr	rietland en andere vegetatie van het rietverbond	2581	171	7	171
6410_mo	blauwgrasland	44	3	6	3
3150	van nature eutrofe wateren	488	29	6	130
rbbmc	grote zeggenvegetatie	479	28	6	28
rbbzil+	soortenrijk zilverschoongrasland	25	1	5	1
91E0	vochtige alluviale bossen	262	14	5	532
7140_oli	zuur overgangsveen	97	5	5	5
3130	zwakgebufferde vennen	76	4	5	18

Diverse habitattypen (acht op hoofdniveau, veertien op subtype-niveau) en regionale belangrijke biotopen (rbb) (negen biotopen) zijn te vinden op veenbodems. Voor sommige typen, zoals verschillende moerassen en broekbossen, geldt dat in aanzienlijke mate, in totaal voor circa 2150 ha (volgens bodemkaart). De tabel geeft ook aan dat de instandhoudingsdoelstellingen van deze typen grotendeels in veengebieden worden gelegd. In totaal (actueel en zoekzone) liggen voor deze typen circa 3060 ha op veenbodems (volgens bodemkaart).

Geen van deze habitattypen verkeert actueel in een gunstige staat van instandhouding. Momenteel hebben we geen inzicht in welke mate de veenkwaliteit (of het uitblijven van herstelmaatregelen) voor een ongunstige lokale staat van instandhouding verantwoordelijk is. Dit vergt gebiedsgericht onderzoek. Binnen het kader van het Meetnet Natuurlijk Milieu zal op middellange termijn wel een globaal inzicht worden verkregen in de hydrologische toestand (zowel waterregime als waterkwaliteit), die in grote mate de veenkwaliteit bepalen.

4.3 Regulerende diensten

4.3.1 Regulering van oppervlakte- en grondwaterpeilen / preventie van overstromingen

Vaak worden de veenbodems vergeleken met sponzen: ze zijn meer dan andere bodems in staat om bij een aanvoer van water dit water vast te houden en slechts langzaam weer vrij te geven. Deze eigenschap is vooral van hoogvenen bekend, deze momenteel niet meer voorkomen in Vlaanderen, maar ook laagvenen bezitten deze eigenschap.

Deze sponswerking bevordert de waterretentie (het vasthouden van water), waardoor piekafvoeren in waterlopen worden afgezwakt en overstromingen vaker kunnen worden vermeden.

Deze eigenschap hebben (laag)venen vooral te danken aan de structuur van de veenbodems, waarbij het organische materiaal in deze bodems een cruciale rol speelt.

Veenbodems verschillen van minerale bodems niet alleen in de aard van de bodemmaterie, maar ook in hun specifieke structuur (Tabel 3):

- ze hebben een (zeer) hoog poriëngehalte: meer dan 60% van het bodemvolume bestaat uit holten
- er is een relatief grote fractie aan middelgrote en grote poriën.

Op basis van deze tabel kan bijvoorbeeld worden afgeleid dat een veen van 1 ha met een dikte van 1 m veen 6000-9000 m³ water kan bevatten.

Tabel 3: Poriëngehalte, grootteverdeling en waterdoorlaatbaarheid (Willemse, 2021)

Bodemsoort	Poriëngehalte %	Aandeel poriënklassen in %				Waterdoorlaatbaarheid cm per dag
		<0,2 µm	10-0,2 µm	50-10 µm	> 50 µm	
Zandgrond	25-45	2-8	10-15	8-20	10-20	5000-100
Loess	40-55	10-20	10-20	5-15	0-10	30-5
Kleiige siltgrond	35-60	5-20	5-15	0-10	5-10	10-1
Kleigrond	35-55	25-40	10-15	0-5	0-5	5-0,1
Veengrond*	60-90	15-25	30-55	0-10	7-30	10-0,05**

*bij hoogveen hoge waarden voor het bovenste deel met levende planten en zeer lage waarden voor de samengedrukte laag met afgestorven plantenresten.

**Bij laagveen is de waterdoorlatendheid afhankelijk van de kleibijmenging en de structuur en humificatiegraad van de plantenresten.

Water kleeft in zekere mate aan de bodemdeeltjes (adsorptie). Deze kleefkrachten zijn sterker naarmate de poriën kleiner worden. Hierdoor vergroot de kans dat kleinere poriën op het

moment van een hevige bui al water bevatten. In grote poriën (>50 µm) overheerst de zwaartekracht boven de kleefkracht, waardoor ze na korte tijd al leeglopen. In de kleinste poriën (<0.2 µm) zijn de kleefkrachten dan weer zo sterk dat het water niet beschikbaar is voor planten, ook niet verdampt en daardoor vrijwel permanent met water gevuld blijft.

Afhankelijk van periode van het jaar en de recente neerslaghoeveelheden kan een bodem meer of minder water opnemen. Het relatief grote aandeel van grotere poriën van veenbodems maakt ze relatief beter geschikt om een extra aanvoer van water (tijdelijk) op te vangen. Ze dragen ook bij aan het vertragen van het stijgen van het grondwaterpeil, waardoor mogelijke afwatering naar het oppervlaktewater minder snel toeneemt.

Anderzijds moeten veenbodems waterverzadigd zijn om de afbraak van organisch materiaal door oxidatie te voorkomen. Echter, dit geldt niet voor de toplaag (1-5 cm) van venen. Deze vervult wel een bufferende functie. Een levend veen van 1 hectare kan naar schatting 7 tot 150 m³ extra (regen)water stockeren. Belangrijker dan deze relatief beperkte hoeveelheid water, is het vermogen van het veen om water goed vast te houden, mede doordat de veenbodem relatief moeilijk water doorlaat (Tabel 3).

Als herstelmaatregelen achterwege blijven, kan het veen verder afbreken (oxideren), waardoor het nuttige poriëngehalte afneemt. Men kan dan poriëngehaltes tussen de 30-40% verwachten: dezelfde ha veen met een gedegradeerde veenbodem kan slechts tussen 3000-4000 m³ stockeren. Veendegradatie gaat bovendien gepaard met bodemverdichting en een bijhorend verlies van de relatief grotere poriën. Hierdoor neemt ook de capaciteit af om neerslagoverschotten te bergen. Onderzoek heeft aangetoond dat de bufferende werking van een gedegraderd veen, waarbij de grondwaterpeilen zijn hersteld (verhoogd), beter is dan die van een niet hersteld gedegraderd veen (Ahmad *et al.*, 2020). M.a.w. de winst aan berging door een toename van (lege) poriën als gevolg van een verlaging van het grondwaterpeil weegt niet op tegen het verlies aan berging door het verdwijnen van de grotere poriën.

Er is echter meer aan de hand:

- Wanneer veenbodems uitdrogen, vormen zich krimpscheuren die zich na aanvulling van water deels niet meer zullen herstellen. Het krimpen van venen is daarom deels onomkeerbaar (van Asselen *et al.*, 2020).
- Door veenafbraak daalt het maaiveld als gevolg van zowel oxidatie (effectief verlies aan organische stof) als het compacter worden van de resterende fractie (verhoging van de bodemdichtheid). De vuistregel hiervoor is dat bij een permanente blootstelling aan lucht een veenbodem gemiddeld 1 cm/jaar zal dalen (Jansen *et al.*, 2009; Osinga *et al.*, 2014). Een stijging van de bodemtemperatuur (bv. door klimaatopwarming) zal dit proces nog versnellen (Osinga *et al.*, 2014). Op zich heeft dit geen effect (of is het zelfs positief) op de berging door het vergroten/verdiepen van de kom. Echter, de kans dat ze onder water komen te staan neemt ook toe, wat van invloed zal zijn op het landgebruik.

Het kwantificeren van de impact van het nalaten van herstelmaatregelen op het oppervlaktewaterregime vereist een gebiedsgericht onderzoek, waarbij kennis over de aanwezigheid van de veenlagen (dikte, diepte), hun eigenschappen (doorlatendheid, poriëngehalte) en de opmaak van oppervlaktewatermodellen centraal staan.

4.3.2 Opslag van nutriënten, waterzuivering

De grondstof voor veen is organische stof, voornamelijk gevormd tijdens de groei van planten. Tijdens deze groei nemen planten nutriënten op, die in de vegetatie worden opgeslagen in organische vorm. Dit geldt voor alle levende vegetaties.

Wat venen onderscheidt van vele andere biotopen is wat er na verloop van tijd met de organische stof in de bodem gebeurt. In vele biotopen wordt de organische stof merendeels relatief snel (binnen enkele jaren) afgebroken, waarbij de nutriënten weer in het milieu

vrijkomen. In venen verlopen deze afbraakprocessen in afwezigheid van zuurstof (of andere oxidanten) veel trager (zie hoger). Actieve venen fungeren zo als een sink voor nutriënten en vervullen als het ware de rol van nieren in een blauw adernetwerk (Zak *et al.*, 2022). Als onderdeel van de waterkringloop dragen ze bij aan de zuivering van grond- en oppervlaktewater.

Enkele aspecten zijn hierbij te vermelden:

- De processen zijn relatief onafhankelijk van het vegetatietype (open/gesloten) die in deze venen voorkomen.
- De processen zijn reversibel: de nutriënten die in organische vorm zijn opgeslagen, kunnen weer vrijkomen bij afbraak.

Bij het niet nemen van herstelmaatregelen kan men zich aan het omgekeerde (een bron van nutriënten) verwachten, aangezien de processen omkeerbaar zijn. Dit kan leiden tot waterverontreiniging, maar ook tot (interne) eutrofiëring van de aanwezige levensgemeenschappen. Zoals hoger vermeld, hebben we momenteel geen goed beeld van in hoeverre veenaftbraak de aanwezige levensgemeenschappen verstoort.

Het berekenen van de invloed van het niet uitvoeren van herstelmaatregelen vereist een diepgaande kennis van de bodem (samenstelling, nutriëntenpool, biogeochemische processen) en de nutriëntenstromen.

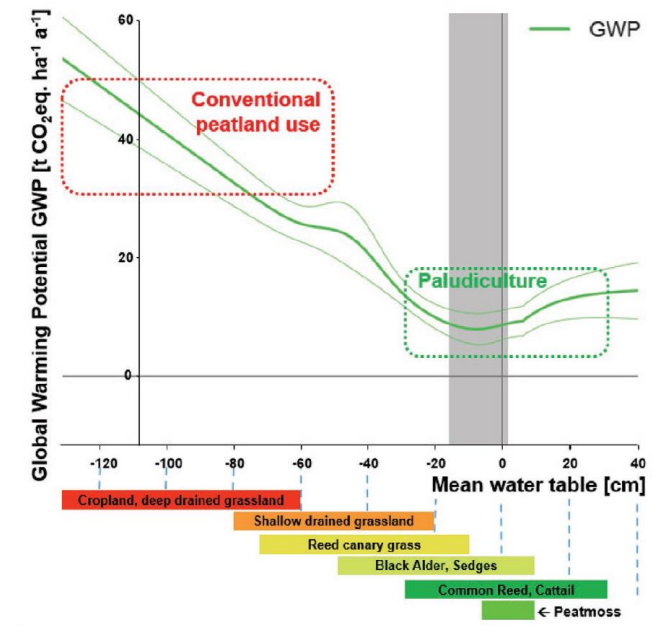
4.3.3 Opslag van koolstof en broeikasgassen

Actieve venen slaan per definitie koolstof op ('*sink*'). Echter, er is meer discussie over het feit of ze een netto bron van broeikasgassen zijn ('*source*') of niet ('*sink*'). Dit hangt samen met het gegeven dat in venen met actieve veengroei methaan CH₄ vrij kan komen wanneer het grondwaterpeil bij of boven maaiveld staat. Methaan is een gas dat 23 keer krachtiger is in het veroorzaken van opwarming dan CO₂, waardoor zelfs kleine emissies naar de atmosfeer een relatief grote impact hebben. Gelukkig heeft methaan slechts een relatief korte levensduur in de atmosfeer. In (licht) degraderende venen kan dan weer lachgas N₂O vrijkomen. Lachgas is een gas dat zelfs 296 keer krachtiger is dan CO₂ en, net zoals CO₂, lang in de atmosfeer kan blijven. Het mogelijke verlies ('*source*') van methaan en/of lachgas is volgens Valach *et al.* (2021) kleiner dan de winst ('*sink*') door vastlegging van koolstof. Volgens Tanneberger *et al.* (2021) is er meestal sprake van een kleine '*source*'.

Bij het niet nemen van herstelmaatregelen, zal de afbraak van actueel gedegradeerde venen doorgaan, waarbij aanzienlijke hoeveelheden broeikasgassen (CO₂, maar ook N₂O) een opwarmend effect zullen hebben op het klimaat (Günther *et al.*, 2020), veel meer dan bij actieve venen. Dit is een zwaarwichtigere reden om herstelmaatregelen te nemen, dan de resulterende koolstofbalans van een veen ('*sink*' vs '*source*'). Een hectare gedegradeerd veen stoot tussen de 20 en 30 ton CO₂/jaar uit (Kwakernaak *et al.*, 2010; Couwenberg *et al.*, 2011) en 0 tot 60 kg N₂O/jaar (Couwenberg *et al.*, 2011)⁴. Dit gaat door totdat al het veen is verdwenen. Dit is aanzienlijk meer dan 1 ha actief veen (< 10 ton CO₂-equivalent/jaar) (Figuur 2). Bij een verdere daling van de grondwatertafel wordt naar schatting nog ongeveer 5 ton CO₂/ha/jaar extra toegevoegd voor elke 10 cm daling (cfr. Figuur 2).

Pas wanneer de gemiddelde grondwatertafel stijgt boven de 0,5 m onder maaiveld stijgt, zal de uitstoot verminderen.

⁴ 0 tot 60 kg N₂O/jaar komt overeen met 0 – 18 ton CO₂-equivalent/jaar

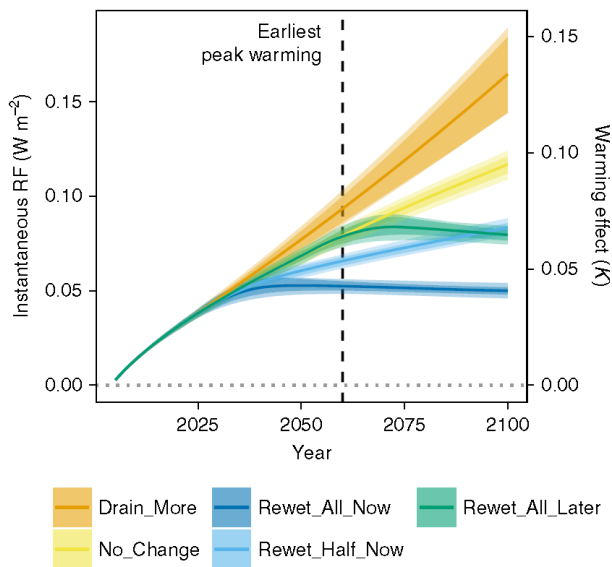


Figuur 2: Relatie van de uitstoot van broeikasgassen CO₂, N₂O en CH₄, waarbij de laatste twee uitgedrukt worden in CO₂-equivalent, en het gemiddelde grondwaterpeil. Tevens is vermeld welk landgebruik hiermee kan verbonden worden (Tanneberger *et al.*, 2021).

Günther *et al.* (2020) hebben het effect van verschillende herstelscenario's op het wereldwijde opwarmingsvermogen onderzocht. Ze analyseerden de gevolgen van een toenemende verdroging (toename van de oppervlakte gedegradieerd veen), een standstill en drie herstelscenario's waarbij het herstel al dan niet gespreid in de tijd werd. Figuur 3 visualiseert de uitkomsten van de onderzochte herstelscenario's wereldwijd.

Zelfs bij een standstill (geen verdere degradatie van intacte venen, maar de afbraak van reeds degraderende venen wordt niet gestopt = scenario 'no change') blijft er nog steeds een netto-uitstoot van CO₂, wat leidt tot een voortdurende toename van het klimaatopwarmend vermogen.

Het is opmerkelijk dat bij de herstelscenario's het uitstellen van herstelmaatregelen in de tijd resulteert in een tussentijdse toename van het opwarmend effect, dat binnen de beschouwde tijdshorizont niet meer kan worden terugschroefd.



Figuur 3: Opwarmend effect van verschillende veenherstel-scenario's (wereldwijd). 'Drain-more': degradatie van venen aan hetzelfde tempo van tussen 1990 – 2017; 'No_Change': standstill van de oppervlakte gedegradeerde venen; 'Rewet_All_Now': alle gedegradeerde venen worden hersteld tussen 2020-2040, 'Rewet_Half_Now': de helft van de oppervlakte gedegradeerde veen wordt hersteld tussen 2020-2040, de andere helft in 2050-2070; 'Rewet_All_Later': alle gedegradeerde venen worden hersteld in 2050-2070 (Günther *et al.*, 2020).

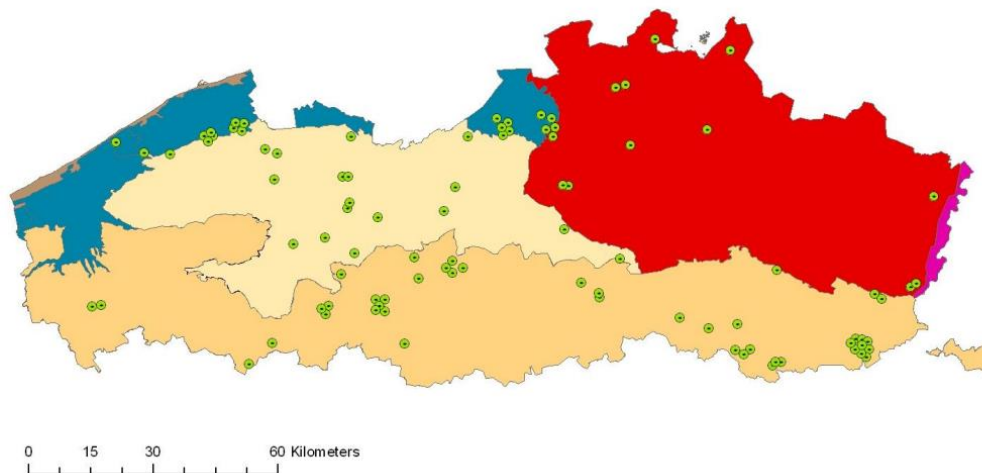
Aan de hand van een indirecte GEST (Global emission site types) benadering (Jarašius *et al.*, 2022) kan de invloed van het niet nemen van herstelmaatregelen in kaart gebracht worden. (desktopanalyse, met eventuele kalibratie voor types binnen bepaalde regio).

4.4 Overige diensten

De meeste van deze diensten vermeld in Tabel 1 zijn moeilijk kwantificeerbaar (natuur- en milieueducatie), soms vooral indirect verbonden met venen (landschappelijke waarden) en soms ook van persoonlijke/subjectieve aard (inspirerende waarden). We vermelden ze hier, maar gaan er niet verder op in.

Over de wijzigingen in recreatie die verbonden zijn met veendegradatie, hebben we geen weet van specifiek onderzoek.

Veenafbraak heeft een duidelijke weerslag op onze kennis over het verleden. Permanent natte omstandigheden (onder de permanente grondwatertafel) vertragen de afbraak en zorgen daarom voor goede bewaaromstandigheden. Archeologisch en paleontologisch onderzoek van veenbodems verliep in Vlaanderen geruime tijd vooral lokaal en fragmentarisch (Allemeersch *et al.*, 2023), waardoor deze belangrijke kennisbron vaak nog onontgonnen terrein is. Belangrijke blinde vlekken voor het archeobotanisch onderzoek van zaden en vruchten zijn o.a. de westelijke kustpolders en grote delen van de Antwerpse en de Limburgse Kempen, evenals de West-Vlaamse delen van zandig Vlaanderen (Bastiaens & Cooremans, 2020) (Figuur 4). Ook het archeobotanisch onderzoek naar pollen en sporen (palynologie) is geografisch nog zeer beperkt (Deforce, 2020). Bij veenafbraak gaan deze restanten verloren.



Figuur 4: Lokalisatie van alle in Vlaanderen op zaden onderzochte natuurlijke afzettingen (Bastiaens & Cooremans, 2020)

5 Beleid

Om beleidskeuzen wetenschappelijk te onderbouwen, willen we enkele punten benadrukken.

De klimaatakkoorden van Parijs impliceren dat zowat alle gedraineerde veengebieden wereldwijd vernat moeten worden, en alle intacte veengebieden niet verder mogen degraderen. Conservering van de intacte veengebieden heeft dan ook de hoogste prioriteit.

Ook andere wetgeving, vooral op internationaal vlak, zoals de Natura2000-wetgeving en het biodiversiteitsverdrag van Montreal houden herstelopgaven in voor een breed scala aan biotopen. Voor sommige biotopen (cfr. Tabel 2) zal herstel, zowel binnen als buiten Natura2000-gebieden, onlosmakelijk verbonden zijn met de noodzaak de veenvorming op huidige en deels ook historische locaties te herstellen.

“Stilstaan is achteruitgaan”: Het nalaten van veenherstelmaatregelen resulteert in voortzetting van het veenafbraakproces in degraderende veenbodems. Dit is op plaatsen met actuele natuurwaarde in strijd met bestaande Vlaamse wetgeving (cfr. de natuurtoets buiten het VEN en de verscherpte natuurtoets binnen het VEN) evenals met bestaande en mogelijke Europese wetgeving (natuurherstelwet), die o.a. geen verslechtering van de fysische toestand (inclusief waterhuishouding, bodem en microreliëf) toelaat.

In dat opzicht achten we het zinvol om een beoordeling te kunnen geven van de huidige staat van de veenbodems in Vlaanderen. Momenteel voert het INBO i.o.v. het ANB een studie uit naar de veenkwaliteit in Vlaanderen. De resultaten van deze studie worden pas in juli 2024 verwacht.

Op basis van de actueel voorkomende vegetaties kan een inschatting gemaakt worden van het vermogen (of de kans) dat er op een locatie veenvorming plaatsvindt (Couwenberg *et al.*, 2011; Jarašius *et al.*, 2022).

We richten ons hierbij alleen op de veenbodems die zijn geïnventariseerd tijdens de kartering voor de Belgische bodemkaart, wat neerkomt op 6062 hectare. Er bevindt zich ook nog veen

buiten deze gebieden⁵, maar de onzekerheid over de aanwezigheid van veen neemt wel toe. Aan de andere kant is het mogelijk dat gebieden die tijdens de bodemkartering (~ 1950-1970) als veenbodem werden geïdentificeerd, tegenwoordig bv. door veenafbraak niet meer als zodanig worden gekwalificeerd (zie verder).

Voor het bepalen van de vochttoestand maken we gebruik van de vochtindicatieve waarde van de karteringseenheden van de Biologische waarderingskaart (BWK). Op basis van deze vochtindicaties kunnen we de veenlocaties onderverdelen in twee groepen: enerzijds locaties die veenconserverend zijn en anderzijds locaties waar de (grond)waterstand zo laag is dat het oppervlakkige veen door mineralisatie zal worden afgebroken.

Op vermoedelijk meer dan 40% van de veenbodems is momenteel een vegetatie aanwezig waarbij veenafbraak (zeer) waarschijnlijk is (Tabel 4). Voor minder dan 40% van de locaties zijn er kansen voor veenvormende vegetaties.

Ongeveer 1000 hectare van de locaties waar veenafbraak waarschijnlijk is (vochtklasse = vochtig tot droog) bevindt zich binnen het VEN (Tabel 5), wat overeenkomt met 15% van de totale oppervlakte. Hier reikt de huidige wetgeving al voldoende handvatten aan om verdere degradatie tegen te gaan.

Meer dan 800 hectare (13%) ligt buiten het VEN of het Natura2000-netwerk (SBZ), cfr. Tabel 5. Ongeveer het dubbele van deze oppervlakte (ongeveer 1615 hectare oftewel 25%, niet getoond in Tabel 5) bevindt zich alleen binnen SBZ en heeft actueel geen habitatwaardige vegetatie of een regionaal belangrijk biotoop. Dit betekent dat meer dan 1/3 van de veenbodems momenteel relatief weinig juridische bescherming geniet.

Tabel 4: Oppervlakteverdeling van veenbodems volgens vochtklasse o.b.v. actuele vegetatie. De klasse onbepaald groepeert de BWK-karteringseenheden zonder vochtindicatie (bv. geurbaniseerd terrein).

Vochtklasse	GVG (cm onder maaiveld)	Veenproces	Oppervlakte (ha)	Aandeel
vochtig tot droog	> 40	afbraak	1814	30%
matig nat	25 - 40	status quo of afbraak	49	1%
nat tot zeer nat	< 25	status quo of aangroei	2305	38%
water	> 0	status quo	1245	21%
onbepaald		afbraak ?	647	11%
totaal			6060	

⁵ Veenprikboringen uitgevoerd in verschillende (Kempische) beekdalen geven dit aan.

Tabel 5: Oppervlakteverdeling van veenbodems volgens vochtclassen afhankelijk van hun ligging in VEN/IVON en/of SBZ

vochtklasse	Opp. binnen VEN en SBZ (ha)	Opp. aandeel binnen vochtkl.	Opp. binnen VEN, buiten SBZ (ha)	Opp. aandeel binnen vochtkl.	Opp. buiten VEN, binnen SBZ (ha)	Opp. aandeel binnen vochtkl.	Opp. buiten VEN en SBZ (ha)	Opp. aandeel binnen vochtkl.	Opp. vochtklasse (ha)
vochtig tot droog	241	13%	709	39%	576	32%	287	16%	1814
matig nat	3	5%	8	16%	28	58%	10	21%	49
nat tot zeer nat	183	8%	343	15%	1485	64%	294	13%	2305
water	157	13%	311	25%	605	49%	172	14%	1245
onbepaald	71	11%	355	55%	173	27%	48	7%	647
totaal	654	11%	1726	28%	2867	47%	811	13%	6060

In het kader van het veenonderzoek werden 78 locaties bezocht die volgens de bodemkaart als veenbodem werden geclassificeerd. Van deze locaties bleken er 16 geen veenbodem te bezitten (20%). Vaak ontbrak zelfs een dunne veenlaag. Naast mogelijke fouten of onnauwkeurigheden in de bodemkartering kan deze afwezigheid ook worden toegeschreven aan veenaafbraak. Aangezien de kartering meer dan 50 jaar heeft plaatsgevonden, is het aannemelijk dat in die periode vrijwel volledig kan zijn afgebroken met een afbraaksnelheid van 1 cm/jaar.

Conclusies

Wat is de impact van het niet of onvoldoende nemen van maatregelen om veengebieden in Vlaanderen te beschermen en te herstellen?

In dit advies hebben we het nalaten of onvoldoende nemen van maatregelen ter bescherming of herstel van veengebieden in de eerste plaats beoordeeld aan de hand van ecosysteemdiensten die deze gebieden leveren (cfr. Tabel 1).

- Productie van drinkwater
 - Actueel heeft dit weinig tot geen impact, omdat de ruwwateraanvoer weinig wordt beïnvloed door Vlaamse veenbodems.
 - Potentieel kan dit echter anders zijn, vooral als overwogen wordt om extra oppervlaktewaterbronnen aan te spreken, met name voor het Nete- en Demerbekken.
- Productie van veen/turf en andere grondstoffen
 - Actueel heeft dit weinig tot geen impact, omdat er momenteel geen turf of aan veenbodems aangepaste teelten worden gewonnen.
 - Natte landbouw heeft echter potentieel, maar deze nieuwe teelttechnieken staan momenteel nog in de kinderschoenen.
- Verlies van biodiversiteit
 - In dit advies hebben we alleen de impact op de verspreiding en kwaliteit van habitattypen en regionaal belangrijke biotopen toegelicht.

- Diverse habitattypen (acht op hoofdniveau, veertien op subtype-niveau) en regionale belangrijke biotopen (rbb) (negen biotopen) zijn te vinden op veenbodems, waarvan sommige, zoals verschillende moerassen en broekbossen, in aanzienlijke mate. In het geval van habitattypen liggen ook een behoorlijke oppervlakte van hun zoekzones op veenbodems.
- Het Meetnet Natuurlijk Milieu kan inzicht bieden in de invloed van het grondwaterpeil en de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater (de belangrijkste variabelen die de veenkwaliteit sturen) op de lokale staat van instandhouding.
- Regulering van oppervlakte- en grondwaterpeilen / preventie van overstromingen
 - Veenbodems kunnen dienen als sponzen, die in goede conditie relatief gemakkelijk water opnemen en het slechts langzaam weer afgeven, waardoor ze geschikt zijn voor het voorkomen van overstromingen.
 - Bij veenafbraak verdwijnen deze nuttige eigenschappen echter gemakkelijk en het herstel ervan is moeizaam en onvolledig.
- Opslag van nutriënten, waterzuivering
 - Veenbodems fungeren als nieren van laaglandbeekvalleien. Tezamen met de organische stof worden ook nutriënten (en andere plantopneembare stoffen) mogelijk op lange termijn vastgelegd.
 - Zonder herstelmaatregelen zijn degraderende venen een bron van nutriënten die zowel nadelig is voor de waterkwaliteit als oorzaak kan zijn van een interne eutrofiëring van de levensgemeenschappen die aan deze venen verbonden zijn.
- Opslag van koolstof
 - Actieve venen slaan per definitie koolstof op. Op het vlak van broeikasgassen is het een dubbeltje op zijn kant, omdat er naast opslag van koolstof via opname van CO₂ er ook emissies zijn van relatief krachtigere broeikasgassen namelijk methaangas CH₄ (23 keer krachtiger, echter met een korte verblijfperiode) en lachgas N₂O (bijna 300 keer krachtiger, langblijvend). Methaangas wordt ook in venen in goede conditie gevormd, lachgas vooral in (licht) degraderende venen.
 - Belangrijk(er) bij het beoordelen van herstelmaatregelen is dat degraderende venen een grote bron zijn van broeikasgassen (meer dan 20-40 ton CO₂-equivalent/ha/jaar).
 - Uitstel van veenherstel heeft op (zeer) lange termijn gevolgen voor het klimaatopwarmend vermogen.
- Overige diensten
 - Hoewel deze diensten moeilijk te kwantificeren zijn, zijn ze niet minder belangrijk. We hebben kort stilgestaan bij het belang van veenbodems voor archeologisch en palynologisch onderzoek. Sporen uit ons verleden blijven verdwijnen door veendegradatie.

Is bijkomend onderzoek nodig om vraag 1 volledig te beantwoorden? Zo ja, wat moet dit onderzoek inhouden en wat zou dit kosten?

In het advies geven we een algemene beschouwing over de mogelijke gevolgen van het niet of onvoldoende nemen van hydrologische maatregelen ter bescherming of herstel/ontwikkeling van veen. Voor een volledig overzicht is er bijkomend onderzoek nodig. We beperken ons hier tot een opsomming van wat dit kan inhouden. Wij hebben geen zicht op wat dit zou kosten op schaal van Vlaanderen.

- Opslag van nutriënten, waterzuivering

Het berekenen van de invloed van het niet uitvoeren van herstelmaatregelen vereist diepgaande kennis van de bodem (samenstelling, nutriëntenpool, biogeochemische processen) en de nutriëntenstromen.

- Opslag van koolstof

We hebben in het advies enkele vuistregels gegeven. Het effectief berekenen van de impact vergt meer onderzoek. Aan de hand van een indirecte GEST (Global emission site types) benadering (Jarašius *et al.*, 2022) kan de invloed van het niet nemen van herstelmaatregelen in kaart gebracht worden (desktopanalyse, met eventuele kalibratie voor types binnen bepaalde regio).

Beleidsadvies

We formuleerden enkele aandachtspunten voor het beleid.

Ter ondersteuning van een herstelbeleid hebben we enkele richtwaarden berekend. Naar schatting 40% van de veenbodems degraderen door een te lage waterstand. Voor minder dan 40% van de veenlocaties zijn er kansen voor veenvormende vegetaties. Er is onderzoek lopende om de kwaliteit van de gekende veenbodems in kaart te brengen.

Het naleven van internationale verdragen (klimaatakkoord van Parijs, biodiversiteitsverdrag van Montreal), Natura2000-wetgeving houden herstelopgaven in voor venen. Ook Vlaamse wetgeving (zoals het standstill-principe in het natuurdecreet) is een belangrijk gegeven om de verdere degradatie van venen een halt toe te roepen.

Meer dan 1/3 van de veenbodems geniet momenteel relatief weinig juridische bescherming, omdat ze buiten het VEN/SBZ ligt of er een niet habitatwaardige vegetatie op voorkomt.

Referenties

Ahmad S., Liu H., Günther A.B., Couwenberg J. & Lennartz B. (2020). Long-term rewetting of degraded peatlands restores hydrological buffer function. *Science of The Total Environment* 749:141571.

Allemeersch L., Cruz F., Germonpré F., Laloo P., Mikkelsen J.H., Storme A., Vergrauwe R., Verhegge J. & Verwerft D. (2023). Veen als venster op het verleden. Een archeologisch syntheseonderzoek naar veen en de relatie met menselijke activiteiten in het oostelijk kustgebied van de prehistorie tot en met de Romeinse periode. SYNTAR, nr. 16. Brusel: Agentschap Onroerend Erfgoed. 200 p.

Andersen R., Farrell C.A., Graf M.D., Muller F., Calvar E., Frankard P., Caporn S.J.M. & Anderson P. (2017). An overview of the progress and challenges of peatland restoration in Western Europe. *Restoration Ecology* 25(2):271-282.

Bastiaens J. & Cooremans B. (2020). Archeobotanisch onderzoek: zaden en vruchten. In: Eryvncq A., Lentacker A. (red.). *Onderzoeksbalans archeologie in Vlaanderen Versie 1, 11/12/2008: Natuurwetenschappelijk onderzoek en dateringen. Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed, nr. 147. Brussel: Agentschap Onroerend Erfgoed. p. 37-65.*

Berastegi Gartzandia A., Zaldua Esteban A., Ibarrola Manterola I., Larumbe Arricibita J., Perez Perez J., Zulaika J., Carreras J., Valderrabano Luque J., Diaz Gonzales T.E., Bueno Sanches A., Mora Cabelo de Alba A., Fernandez Pascual E., Rubinos M., Hinojo B. & Ramil P. (2016). *Manual de buenas prácticas en la gestión de turberas y humedales: Equipo de Life Tremedal.* 117 p.

Calvar E. (red.), Magnon G., Durllet P., Moncorge S., Collin L., Resch J.-N., Langlade J., Mazuez C., Decoin R., Vergon-Trivaudey M.-J. & Hagimont A. (2021). *Recueil d'expériences - Restauration fonctionnelle de tourbières dans le massif du Jura.* CENFC ; EPAGE HDHL ; PNR HJ ; SMIX DD ; ARNLR ; DREAL BFC. LIFE13 NAT/FR/762: Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté,. 112 p.

Couwenberg J., Thiele A., Tanneberger F., Augustin J., Bärtsch S., Dubovik D., Liashchynskaya N., Michaelis D., Minke M., Skuratovich A. & Joosten H. (2011). Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. *Hydrobiologia* 674(1):67-89.

De Saeger S., Guelinckx R., Oosterlynck P., De Bruyn A., Debusschere K., Dhaluin P., Erens G., Hendrickx P., Hennebel D., Jacobs I., Kumpen M., Opdebeeck J., Spanhove T., Tamsyn W., Van Oost F., Van Dam G., Van Hove M. & Wils C. (2020). Biologische Waarderingskaart en Natura 2000 Habitatkaart, uitgave 2020. Paelinckx D. (red.). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020, 35. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. 25 p.

Deforce K. (2020). Archeobotanisch onderzoek: pollen en sporen. In: Eryvynck A., Lentacker A. (red.). Onderzoeksbalans archeologie in Vlaanderen Versie 1, 11/12/2008: Natuurwetenschappelijk onderzoek en dateringen. Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed, nr. 147. Brussel: Agentschap Onroerend Erfgoed. p. 6-36.

Estrella D., De Swaef T. & Garré S. (2023). Peilimpact eindrapport Merelbeke: Vlaams Instituut voor Landbouw V.e.v. ILVO Mededeling D/2023/05. 147 p.

Gann G.D., McDonald T., Walder B., Aronson J., Nelson C.R., Jonson J., Hallett J.G., Eisenberg C., Guariguata M.R. & Liu J. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology* 27(S1):S1-S46.

Grand-Clement E., Anderson K., Smith D., Angus M., Luscombe D.J., Gatis N., Bray L.S. & Brazier R.E. (2015). New approaches to the restoration of shallow marginal peatlands. *Journal of Environmental Management* 161:417-430.

Günther A.B., Barthelmes A., Huth V., Joosten H., Jurasinski G., Koebsch F. & Couwenberg J. (2020). Prompt rewetting of drained peatlands reduces climate warming despite methane emissions. *Nature communications* 11(1):1644.

Herbichowa M., Pawlaczyk P. & Stanko R. (2007). Conservation of Baltic raised bogs in Pomerania, Poland. Experience and Results of the LIFE04NAT/PL/000208 PLBALTBOGS Project. Świebodzin: Naturalists Club Poland. 149 p.

Herr C., De Becker P. & Adriaens D. (2021). Advies over prioriteiten voor hydrologisch herstel in het kader van de PAS. Adviezen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Brussel: Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. INBO.A.4215. 14 p.

Horsák M., Hájek M., Spitale D., Hájková P., Dítě D. & Nekola J.C. (2012). The age of island-like habitats impacts habitat specialist species richness. *Ecology* 93(5):1106-1114.

IUSS Working Group WRB. (2022). World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. Wenen: International Union of Soil Sciences (IUSS). 236 p.

Jansen A. & Grootjans A.P. (red.) (2019). Hoogvenen. Gorredijk: Noordboek. 392 p.

Jansen P.C., Hendriks R.F.A. & Kwakernaak C. (2009). Behoud van veenbodems door ander peilbeheer. Maatregelen voor een robuuste inrichting van het westelijk veenweidegebied. Wageningen: Alterra. Rapport 2009. 107 p.

Jarašius L., Etzold J., Truus L., Purre A.H., Sendžikaitė J., Strazdina L., Zableckis N., Pakalne M., Bociąg K. & Ilomets M. (2022). Handbook for assessment of greenhouse gas emissions from peatlands. Applications of direct and indirect methods by LIFE Peat Restore. Vilnius: Lithuanian Fund for Nature. 201 p.

Joosten H. (2021a). Global guidelines for peatland rewetting and restoration. Ramsar Technical Report, 11. Gland: Secretariat of the Convention on Wetlands. 77 p.

- Joosten H. (2021b). Practical peatland restoration. Ramsar Briefing Note, 11. Gland: Secretariat of the Convention on Wetlands. 12 p.
- Klimkowska A., Bekker R.M., van Diggelen R. & Kotowski W. (2010). Species trait shifts in vegetation and soil seed bank during fen degradation. *Plant Ecology* 206(1):59-82.
- Kwakernaak C., Van den Akker J.J.H., Veenendaal E.M., Van Huissteden J.C. & Kroon P.S. (2010). Veenweiden en klimaat. Mogelijkheden voor mitigatie en adaptie. *Bodem* 20(3):6-8.
- Lamers L.P.M., Vile M.A., Grootjans A.P., Acreman M.C., van Diggelen R., Evans M.G., Richardson C.J., Rochefort L., Kooijman A.M., Roelofs J.G.M. & Smolders A.J.P. (2015). Ecological restoration of rich fens in Europe and North America: from trial and error to an evidence-based approach. *Biological Reviews* 90(1):182-203.
- Leenders K.A.H.W. (1989). Verdwenen venen: Een onderzoek naar de ligging en exploitatie van thans verdwenen venen in het gebied tussen Antwerpen, Turnhout, Geertruidenberg en Willemstad (1250-1750). Reeks Landschapsstudies. Wageningen: Pudoc. 353 p.
- Mackin F., Barr A., Rath P., Eakin M., Ryan J., Jeffrey R. & Fernandez Valverde F. (2017). Best practice in raised bog restoration in Ireland. *Irish Wildlife Manuals*, No. 99. Ireland: National Parks and Wildlife Service - Department of Culture & Heritage and the Gaeltacht. 82 p.
- Makles M., Pawlaczyk P. & Stanko R. (2014). Best practices manual for protection of wetlands. Warszawa: CKPS. 101 p.
- Osinga T., Terwisscha van Scheltinga W., Medenblik J., Jansen P.C., Kwakernaak C., Aerts J.C.J.H., Renssen H., Ward P.J., de Moel H. & Odada E. (2014). Effecten van klimaatverandering op maaiveldddaling en grondwaterstanden in Friesland. *H2O online*:8.
- Pakalne M., Etzold J., Ilomets M., Jarašius L., Pawlaczyk P., Bociąg K., Chlost I., Cieśliński R., Gos K. & Libauers K. (2021). Best practice book for peatland restoration and climate change mitigation. Experiences from life peat restore project. Riga: University of Latvia. 184 p.
- Parry L.E., Holden J. & Chapman P.J. (2014). Restoration of blanket peatlands. *Journal of Environmental Management* 133:193-205.
- Rochefort L., Quinty F., Campeau S., Johnson K. & Malterer T.J. (2003). North American approach to the restoration of Sphagnum dominated peatlands. *Wetlands Ecology and Management* 11:3-20.
- Salm J.-O., Remm L., Haljasorg M., Karofeld E., Kohv M., Kraut A., Krumm L., Meriste M., Oro L., Pungas-Kohv P., Sellis U. & Sikk K. (2021). Restoration of mire habitats: experiences from the project 'conservation and restoration of mire habitats'. Tartu: Estonian Fund for Nature. 83 p.
- Schumann M. & Joosten H. (2008). Global peatland restoration: Manual. Greifswald: Institute of Botany and Landscape Ecology - University Greifswald. 68 p.
- Silvianingsih Y.A., van Noordwijk M., Suprayogo D. & Hairiah K. (2022). Litter decomposition in wet rubber and fruit agroforests: below the threshold for tropical peat formation. *Soil Systems* 6(1):19.
- Similä M., Aapala K. & Penttinen J. (red.) (2014). Ecological restoration in drained peatlands: best practices from Finland. Vantaa: Metsähallitus, Natural Heritage Services. 77 p.
- Stańko R., Wołejko L., Pawlaczyk P., Gutkowska E., Horabik D., Jarzombkowski F., Kotowska K., Kujawa-Pawlaczyk J. & Makowska M. (2018). A guidebook on good practices of alkaline fen conservation. Świebodzin: Klub Przyrodników. 172 p.

- Tanneberger F., Appulo L., Ewert S., Lakner S., Ó Brolcháin N., Peters J. & Wichtmann W. (2021). The power of nature-based solutions: how peatlands can help us to achieve key EU sustainability objectives. *Advanced Sustainable Systems* 5(1):2000146.
- Taylor N.G., Grillas P. & Sutherland W.J. (2018). Peatland conservation. Global evidence for the effects of interventions to conserve peatland vegetation. Synopses of conservation evidence series. Cambridge: University of Cambridge. 247 p.
- Valach A.C., Kasak K., Hemes K.S., Anthony T.L., Dronova I., Taddeo S., Silver W.L., Szutu D., Verfaillie J. & Baldocchi D.D. (2021). Productive wetlands restored for carbon sequestration quickly become net CO₂ sinks with site-level factors driving uptake variability. *PloS one* 16(3):e0248398.
- van Asselen S., Kooi H. & Van den Akker J.J.H. (2020). Deltafact: bodemdaling. online: Deltares - Wageningen University & Research - Wageningen Environmental Research. versie 3.1 (februari 2020). 34 p.
- Vanden Berghen C. (1948). La tourbière de Postel. *Biologisch Jaarboek Dodonea* 15:77-86.
- Vlaamse Milieumaatschappij. (2019). Drinkwatervoorziening in Vlaanderen organisatie en een blik vooruit. Aalst: Milieumaatschappij V. D/2019/6871/009. 65 p.
- Wheeler B.D. & Shaw S. (1995). Restoration of damaged peatlands. With particular reference to lowland raised bogs affected by peat extraction. London: HMSO. 252 p.
- Willemse N.W. (2021). Hydrologie en archeologie. Basiskennis over bodemwater en bodemarchief. Amersfoort: Erfgoed R.v.h.C.: 24 p.
- Zak D., Maagaard A.L. & Liu H. (2022). Restoring riparian peatlands for inland waters: a European perspective. In: Mehner T., Tockner K. (red.). *Encyclopedia of inland waters* (second edition). Oxford: Elsevier. p. 276-287.
- Ziegler R., Wichtmann W., Abel S., Kemp R., Simard M. & Joosten H. (2021). Wet peatland utilisation for climate protection – An international survey of paludiculture innovation. *Cleaner Engineering and Technology* 5(100305):1-13.