

# Broeikasgasemissies in veenweidegebied, waar hebben we het over?

## Bodemdaling door veenoxidatie

In Nederland vindt al eeuwenlang bodemdaling plaats, met name in gebieden met veen in de ondergrond. De afgelopen jaren wordt bodemdaling steeds vaker genoemd in relatie tot het klimaat. In veengebieden kan bodemdaling als gevolg van veenoxidatie gerelateerd worden aan broeikasgasemissies. Hoe wordt die bodemdaling veroorzaakt en waarom komt daar CO<sub>2</sub> bij vrij? En kan een monitoring van bodemdaling worden gebruikt om CO<sub>2</sub>-emissies te monitoren?

Door: Pui Mee Chan en Jan van den Akker

### Over de auteurs:

Pui Mee Chan is programmamanager van het Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden namens de STOWA. Jan van den Akker is gastonderzoeker bij Wageningen Environmental Research, onderdeel van Wageningen University & Research.

Bodemdaling is het proces waarbij het maaiveld zakt ten opzichte van een referentievlak, bijvoorbeeld het Normaal Amsterdams Peil (NAP). In de praktijk wordt met de term bodemdaling vaak maaivelddaling bedoeld. Bodemdaling kan verschillende oorzaken hebben. Vaak wordt bodemdaling veroorzaakt door vervorming van de ondergrond als gevolg van met name compactie, tektoniek en isostasie. Daarnaast zorgt afbraak van veen (veenoxidatie) voor bodemdaling.

### VEENOXIDATIE

Veenoxidatie is een natuurlijk proces waarbij het organisch materiaal van het veen wordt afgebroken door micro-organismen. Het treedt met name op in bodemlagen waar zuurstof beschikbaar is, en kan dus in gang worden gezet, of worden versneld, als gevolg van ontwatering. Bij het afbraakproces verdwijnt het veen in de vorm van CO<sub>2</sub> in de lucht. Dit leidt tot volumevermindering en daling van het oppervlak. Bij dit proces van oxidatie komen ook nutriënten vrij zoals N (stikstof) en P (fosfor) vrij (mineralisatie), waarvan de N deels wordt omgezet in N<sub>2</sub>O (lachgas).

### Hoeveel CO<sub>2</sub> emissie komt uit veenweiden?

Bij het afbraakproces verdwijnt het veen in de vorm van CO<sub>2</sub> in de lucht. De broeikasgasemissies vanuit veengrond in agrarisch gebruik worden geschat op circa 5 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten per jaar. Dat komt neer op 2 à 3 procent van de totale Nederlandse emissie.

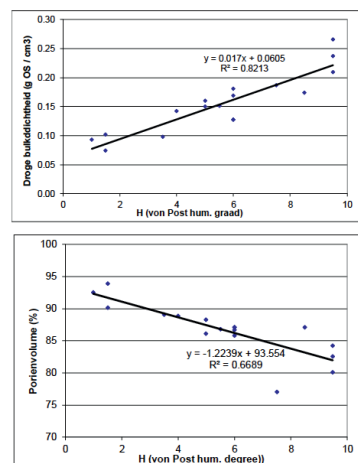
Het areaal veen in Nederland dat gebruik wordt voor landbouw is ongeveer 220.000 ha. Ruim 90 procent hiervan wordt gebruikt voor grasland (veeteelt). Het betreft vooral laagveengebieden, die onder 1 m-NAP liggen. Veenoxidatie kan ook in waterverzadigde zones in de bodem voorkomen. Daar wordt zuurstof gebruikt uit oxidatoren, zoals nitraat en sulfaat, en zuurstof in de biomassa zelf. Een klein deel van de koolstof in het veen wordt geheel onder water anaeroob afgebroken tot CH<sub>4</sub> (methaan).

### WAAROM DAALT DE BODEM DOOR AFBRAAK ORGANISCH MATERIAAL?

De bodemdaling door oxidatie ontstaat deels doordat een hoeveelheid organische stof als CO<sub>2</sub> de lucht in verdwijnt, maar

Bodemdaling wordt op termijn een probleem, terwijl broeikasgassen in korte tijd urgent zijn geworden

ook doordat de structuur van het veen door de afbraak verandert van vezelig plantmateriaal naar veraard materiaal. Doordat de vezelstructuur wordt afgebroken in kleinere delen, zakt de oorspronkelijke luchtige structuur in door het eigen gewicht,



FIGUUR 1: RELATIE TUSSEN DROGE BULKDICHTHEID AAN ORGANISCHE STOF (OS) (BOVEN) EN PORIËNVOLUME (ONDER) EN DE HUMIFICATIEGRAAD VOLGENS VON POST (1924) (H = 1 IS NIET AANGETAST, H = 10 IS GEHEEL VERAARD VEEN). (UIT: VAN ASSELEN ET AL., 2020).

eventuele belasting en krimp, waardoor het veen dichter wordt (compactie) en bodemdaling optreedt. Dit deel van het proces heeft een zekere analogie met rijping van kleigronden. Door het dichter worden van de veengrond neemt het poriënvolume af en daarmee ook de hoeveelheid water die de veengrond in verzadigde toestand bevat (zie figuur 1). Doordat in Nederland de slootpeilen meestal periodiek worden aangepast aan de maaiveld daling om de vereiste drooglegging te handhaven, kan het oxidatieproces blijven doorgaan waarbij voortdurend veen oxideert.

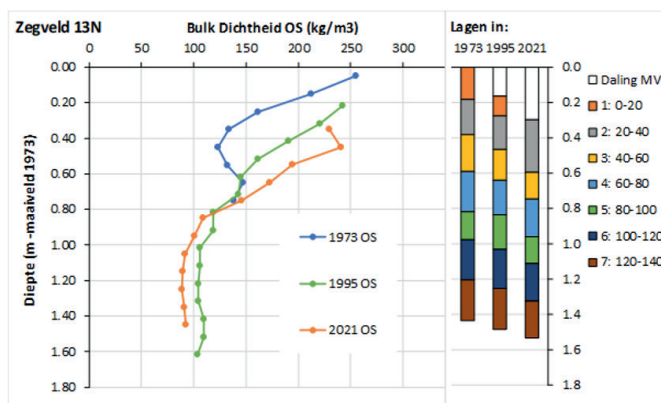
Op termijn kan de veenlaag zo dun worden dat de grondwaterstand in de zomer tot onder de veenlaag zakt en de maaiveld daling langzaam asymptotisch minder wordt tot de veenlaag uiteindelijk door de onderliggende minerale laag wordt geploegd. Als een veenlaag dunner wordt dan 40 cm wordt deze op de bodemkaart van Nederland niet meer als veengrond geïdentificeerd, maar als moerige grond. Wordt de laag dunner dan 10 cm dan wordt de grond geïdentificeerd volgens de minerale grond onder de veenlaag. Direct na ontginning en drooglegging spelen vooral consolidatie, rijping en (irreversibele) krimp de grootste rol in de bodemdaling. Na enkele tot een tiental jaren neemt deze fysieke bodemdaling relatief sterk af en gaat bij veen de bodemdaling door oxidatie de hoofdrol spelen omdat deze gestaag en in dezelfde mate doorgaat als steeds weer de slootpeilen worden aangepast aan de maaiveld daling.

**WAAROM IS BODEMDALING DOOR VEENOXIDATIE EEN PROBLEEM?**

Een groot deel van de veengebieden ligt 1 tot 2 meter onder NAP en de maaiveld daling is 0,5 tot 1 cm per jaar. Mede door de zeespiegelrijzing van ca 0,2 cm per jaar komt een groot deel van Nederland steeds dieper onder de zeespiegel te liggen met alle gevaren van dien. Het zakkende land komt ook steeds dieper te liggen ten opzichte van rivieren, boezemwateren, plassen en meren, waardoor dijken en kaden een steeds hogere kerende hoogte krijgen en moeten worden versterkt. Water zijgt weg van de relatief steeds hoger liggende natuurgebieden naar de diepere landbouwgebieden en verdrogen. Door de mee-dalende slootpeilen en daardoor dalende grondwaterstanden komen steeds meer houten funderingen boven water en gaan rotten. Nutriëntenrijke en zoute kwel worden steeds groter. Verschillen in maaiveld daling leiden tot steeds meer peilgebieden en ingewikkelder waterbeheer. Bodemdaling is een sluipend en steeds groter wordend probleem dat tot steeds meer kosten leidt (PBL, 2016).

**BODEMDALING EN BROEIKASGASEMISSIES: EEN GEKOPPELD PROBLEEM**

De koppeling wordt gevormd door een gedeelde oorzaak: veenoxidatie. Terwijl bodemdaling een sluipend en op termijn een steeds



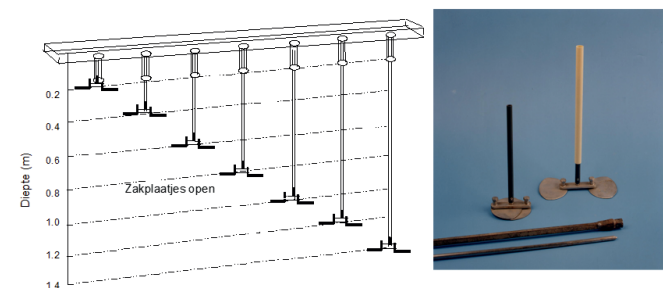
FIGUUR 3. BULKDICHTHEID VAN ORGANISCHE STOF (OS) EN DALING EN DUNNER WORDEN VAN DE LAGEN TUSSEN DE DIEPTES WAAROP ZAKPLAATJES ZIJN GEÏNSTALLEERD IN 1973, 1995 EN 2021. ZEGVELD 13N, SLOOTPEIL 20-25 CM -MAAIVELD. (UIT: NOBV-CONSORTIUM, 2021).

groter probleem wordt, zijn broeikasgassen in korte tijd een steeds urgenter probleem geworden. De broeikasgasemissie vanuit veenweiden worden geschat op circa 5 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten per jaar. Dat komt neer op 2 á 3 procent van de totale Nederlandse emissie. Deze uitstoot draagt bij aan de opwarming van de aarde. In het Klimaatakkoord zijn afspraken gemaakt over het beperken van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Binnen de Sectortafel Landbouw en Landgebruik is er een specifieke opgave voor veenweiden vastgelegd. Voor veenweiden is in het

Broeikasgasemissies vanuit veenweiden worden geschat op circa 5 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten per jaar

Klimaatakkoord een reductie van de jaarlijkse emissie met 1,0 Mton in 2030 bepaald. In de regionale Veenweidestrategieën van de provincies wordt vastgelegd hoe deze opgave per provincie wordt gerealiseerd. Het Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden (NOBV) doet onderzoek naar de omvang van de emissies uit veenweidegebied en naar de effecten van mogelijke maatregelen tegen bodemdaling en broeikasgasuitstoot. (Zie hierover het artikel 'Emissies van broeikasgassen uit veenweiden, Eerste bevindingen onderzoek binnen het Klimaatakkoord', op pag. 12-14 van dit nummer).

De monitoring van maaiveld daling en bodemdaling op een aantal diepten biedt ook mogelijkheden om op de middenlange termijn de afname van de koolstofvoorraad in de veenprofielen te monitoren. Uit dit verlies aan koolstofvoorraad kan vervolgens eenvoudig de CO<sub>2</sub>-emissies worden berekend. Schothorst (1977, 1982) heeft onder andere daarom bij een aantal locaties en plekken voor de monitoring van bodemdaling met stappen van 10 cm tot een diepte van 80 cm de dichtheid van de veengrond en het organisch stofgehalte bepaald. Op deze monitoringsplekken zijn ook zakplaten aangebracht op diepten van 20, 40, 60, ..., 140 cm (zie figuur 2). In het kader van het NOBV zijn in 2021 bij onder andere twee van de monitoringsplekken van Schothorst (1977), namelijk Zegveld 13N en Zegveld 16, opnieuw de dichtheden, de organische stofgehalten, maaiveldhoogten en zakplaatjeshoogten gemeten. Voor Zegveld 13 zijn de resultaten van 1973, 1995 en 2021 gegeven. De meting in 1995 is gedaan door Beuving en Van den Akker (1995).



FIGUUR 2: ZAKPLAATJES AANGEBRACHT IN EEN BOORGAT OP DIEPTEN VAN 20, 40, 60, ... 140 CM DOOR DE PLAATJES NAAR BUITEN TE DRAAIEN. VIA EEN GEEL BUISJE GESCHOVEN OVER EEN ZWART BUISJE (TELESCOPISCH) IS HET ZAKPLAATJE TOEGANKELIJK VOOR EEN STALEN MEETSTAAF OM DE HOOGTE TE METEN. (UIT: BEUVING EN VAN DEN AKKER, 1996).

TABEL 1. VERGELIJKING MET LITERATUURWAARDEN EN BEREKENDE WAARDEN MET FORMULES UIT DE LITERATUUR. GEMIDDELDE JAARLIJKSE GRONDWATERSTAND (WTD) = 19.5 CM (ZEGVELD 13) EN WTD= 37.0 CM (ZEGVELD 16). HET GEMIDDELDE VAN DE 3 LAAGSTE 2-WEKELIJKSE GRONDWATERSTANDEN (GLG) IN DE PERIODE 2009-2015 IS GLG = 44.1 CM (ZEGVELD 13) EN GLG = 65.9 CM (ZEGVELD 16) (UIT: NOBV-CONSORTIUM, 2021).

Referentie	CO <sub>2</sub> -emissie (t.ha <sup>-1</sup> .jaar <sup>-1</sup> )		Commentaar
	Zegveld 13	Zegveld 16	
NOBV	10.7 - 14.1	14.2 - 15.3	Uit OS en C verlies in ca 50 jaar
Jacobs et al., 2003	15.0/19.2	25.3/25.4	Eddy covariance (EC) metingen Zegveld
Schothorst, 1982	8.1	14.5	Gebaseerd op grasopbrengst door N-mineralisatie van veen
Van den Akker et al., 2008	8.4	20.0	CO <sub>2</sub> = 0.5319 GLG – 0.15 (gebaseerd op Nederlandse maaiveldalings metingen)
Fritz et al., 2017	8.9	16.7	CO <sub>2</sub> = 0.45 WTD – 0.088 (gebaseerd op literatuurstudie van Nederlandse metingen)
Tiemeyer et al., 2020	18.7	34.5	CO <sub>2</sub> = 3.41+40.33EXP(-7.52EXP(-0.1297 WTD)) (gebaseerd op Duitse kamermetingen)
Evans et al., 2021	3.2	11.8	CO <sub>2</sub> = 0.4917 WTD – 6.43 (Gebaseerd op EC meetingen Groot Brittanië)

Door de massa organische stof tussen maaiveld en een bepaald zakplaatje te berekenen voor de situaties in 1973, 1995 en 2021. Ervan uitgaande dat de organische stof voor 55 procent uit koolstof (C) bestaat is vervolgens de CO<sub>2</sub>-emissie berekend. De resultaten staan in Tabel 1, waar de op deze wijze gemeten en berekende CO<sub>2</sub>-emissies zijn vergeleken met CO<sub>2</sub>-emissies berekend met vergelijkingen uit de literatuur.

De CO<sub>2</sub>-emissies berekend uit het OS-verlies over circa 50 jaar lijken voor Zegveld 13 hoger, en voor Zegveld 16 lager, dan verwacht. Aan de andere kant zien we in Tabel 1 ook grote verschillen bij de CO<sub>2</sub>-emissies berekend met vergelijkingen uit de literatuur. In het kader van NOBV zal ook bij enkele andere monitoringsplekken, die door Schothorst (1977) zijn ingericht, worden gemeten en bemonsterd. Op deze wijze wordt deze monitoringswijze getest en kunnen verbeteringen worden aangebracht als basis voor een robuust monitoringstelsel van afname van koolstof en berekening van CO<sub>2</sub>-emissies van veenweiden over langere perioden. In dit kader wordt momenteel bij de bestaande NOBV-locaties in de veenweiden ook monitoringsplekken aangelegd met zakplaatjes op diepten van 40, 80, 120 en 160 cm en worden organische stofgehalten en dichtheden in het profiel bepaald. Het is de intentie om deze metingen van het organische stofdichtheden in het profiel elke 10 tot 15 jaar te herhalen om op die wijze een robuuste meting van de CO<sub>2</sub>-emissies en de effecten van maatregelen zoals (actieve) waterinfiltratiesystemen (AWIS en WIS, ook bekend als drukdrains en onderwaterinfiltratiedrains) te realiseren.

### CONCLUSIES

Het bepalen en monitoren van de gevolgen van veenoxidatie voormet name de resulterende broeikasgasemissies uit de veenweiden blijkt geen sinecure te zijn: de resultaten in Tabel 1 laten grote verschillen zien. Daarom is het van belang om langjarig te meten. Binnen het NOBV worden er over een periode van vijf jaar metingen gedaan op diverse locaties verspreid over het Nederlandse veenweidegebied. Op verschillende manieren worden de broeikasemissies van referentiepercelen en maatregelpercelen continu gemeten en in de toekomst gemonitord inclusief bodemdalingmetingen.

### BRONNEN

- Beuving, J. en J.J.H. van den Akker, 1996. Maaiveldsdaling van veengrasland bij twee slootpeilen in de polder Zegveldbroek. Vijfentwintig jaar zakkingsmetingen op het ROC Zegveld. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 377.
- Evans, C.D. et al., 2021. Overriding water table control on managed peatland greenhouse gas emissions. Nature <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03523-1>.
- Fritz, C. et al., 2017. Meten is weten bij bodemdalingmitigatie (in Dutch). Bodem no 2, pp 20-22.
- Jacobs, C.M.J. et al., 2003. Invloed van waterbeheer op gekoppelde broeikasgasemissies in het veenweidegebied bi ROC Zegveld. Alterra Rap. 840, Wageningen.
- NOBV-consortium, 2021. Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden (NOBV) - Data-analyse 2020-2021.
- NOBV-website: [www.nobveenweiden.nl](http://www.nobveenweiden.nl).
- Planbureau voor de Leefomgeving, 2016, Dalende bodems, stijgende kosten. Mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied.
- Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur, 2021, Stop bodemdaling in veenweidegebieden. Het groene hart als voorbeeld.
- Schothorst, C.J., 1977. Subsidence of low moor peat soils in the western Netherlands. Geoderma, 17: 265–291.
- Schothorst, C.J., 1982. Drainage and Behaviour of Peat Soils. Proc. Symp. on Peatlands below Sea Level. 1982. ILRI publication 30, Wageningen, The Netherlands: 130-163.
- Tiemeyer, B. et al., 2020. A new methodology for organic soils in national greenhouse gas inventories: Data synthesis, derivation and application. Ecological Indicators 109 (2020) 105838.
- Van Asselen, S. (Deltares) H. Kooi (Deltares), J.J.H. van den Akker (Wageningen University & Research - Wageningen Environmental Research), 2020, STOWA Deltafact Bodemdaling, <https://www.stowa.nl/deltafacts/ruimtelijke-adaptatie/adaptief-deltamanagement/bodemdaling#>.
- Van den Akker, J.J.H. et al., 2008. Emission of CO<sub>2</sub> from agricultural peat soils in the Netherlands and ways to limit this emission. Proc. 13th Int. Peat Congress, Tullamore, Ireland. IPS, Jyväskylä, Finland. ISBN 0951489046. pp 645-648.
- Pui Mee Chan, Emissies van broeikasgassen uit veenweiden, Eerste bevindingen onderzoek binnen het Klimaatakkoord, Bodem 2022, nummer 4, pag. 12-14.