

Projectnummer: 441749.20181874

Versie: 28 augustus 2019

Auteurs Rho: Eric van der Aa, Rowie aan de Wiel, Jody Bakker

In opdracht van Regio Gooi en Vechtstreek

Onderzoek veenoxidatie en bodemdaling

Inhoud

1	Inleiding	9
2	Dalende veenbodems in Gooi & Vechtstreek	11
	2.1. Ontginningsgeschiedenis westelijk veenweidegebied in Nederland	11
	2.2. Viciuze cirkel van ontwatering en bodemdaling	12
	2.3. Veen in de regio Gooi en Vechtstreek	13
3	Effecten veenoxidatie in Gooi en Vechtstreek	15
4	Kosten veenoxidatie	25
5	Onderwaterdrainage in het veenweidegebied	31

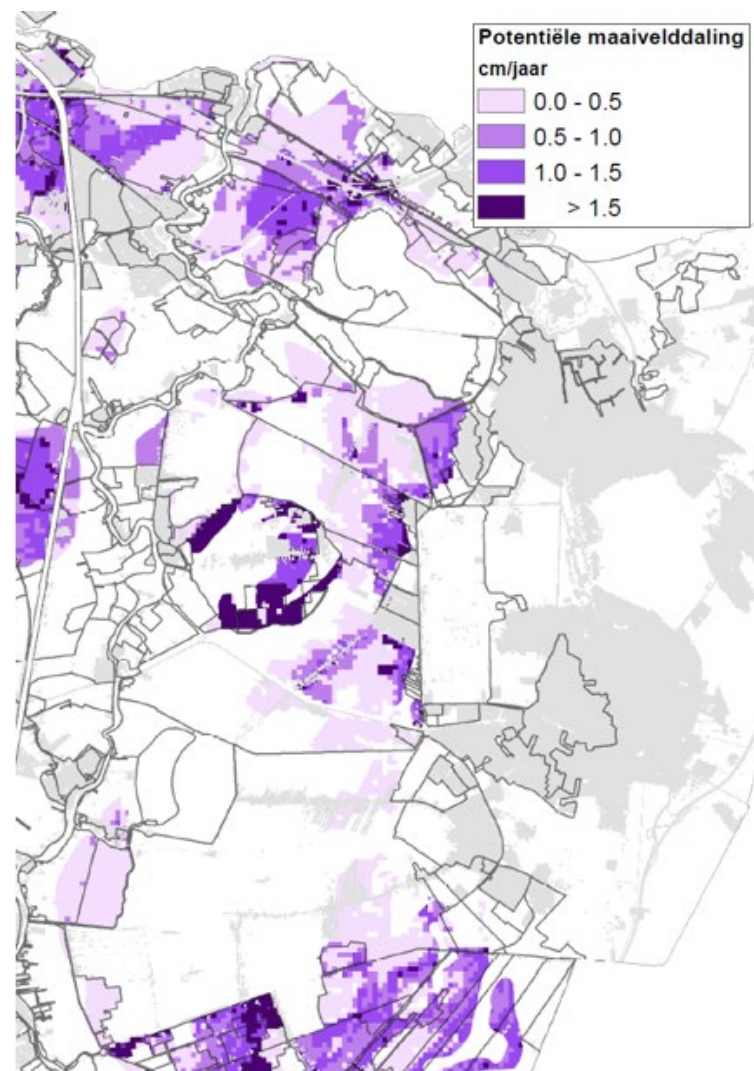
Bodemdaling

Op landelijk niveau daalt de bodem in het westelijke veenweidegebied gemiddeld met één centimeter per jaar. Deze bodemdaling wordt veroorzaakt door een combinatie van veenoxidatie, klink en krimp. Dit probleem is al zo oud als de ontginning van het veengebied sinds de 12^e eeuw. De moderne landbouw vraagt inmiddels om een diepe ontwatering voor het bevorderen van de grasgroei en de toegankelijkheid van het land vroeg in het jaar voor de steeds grotere moderne landbouwmachines. Uit onderzoek blijkt dat op landelijk niveau de bodemdaling in de veenweidegebieden door de diepere ontwatering sinds de jaren zestig en zeventig met een factor twee tot vijf is toegenomen. Waar de gemiddelde veenbodemdaling circa 8 millimeter per jaar bedraagt, kan dat bij veengronden die gebruikt worden voor de teelt van mais en bij zeer diepe ontwatering oplopen tot enkele centimeters.

Het dalende maaiveld vraagt om steeds lagere grondwaterstanden, waardoor steeds een nieuwe laag veen wordt ontwaterd en het maaiveld verder daalt door veenoxidatie. Bij voortzetting van het huidige waterbeheer, waarin periodiek (om de tien jaar) de grondwaterstanden worden aangepast aan het dalende maaiveld, kan de bodemdaling in het Nederlandse westelijk veenweidegebied tot 2050 oplopen tot 120 centimeter.

Gooi en Vechtstreek

Ook de veenbodems in Gooi en Vechtstreek dalen (figuur 2). Inzake de mate van bodemdaling bestaan echter grote lokale verschillen, afhankelijk van kwel en wegzijging, de mate van bemaling en de afdekking van veengronden met een kleilaag. Op sommige plekken in de regio daalt de bodem tot 2050 met meer dan 60 centimeter ten opzichte van het huidige maaiveld.



Figuur 2: Verwachte bodemdaling in het veenweidegebied in de regio Gooi en Vechtstreek. (Bron: Waterschap Amstel, Gooi en Vecht; knelpuntenkaarten behorende bij de 'Strategie Bodemdaling'; uitsnede van kaart uitgegeven in 2016)

CO₂-emissie

Naar schatting ligt alleen al in de bovenste 30 centimeter van de huidige veenbodems circa 270 megaton CO₂ opgeslagen: bijna anderhalve keer de jaarlijkse broeikasgasuitstoot van heel Nederland. De volledige Nederlandse natuur slaat met al haar groeiende bomen en planten samen 3,6 megaton op, terwijl de veenweiden jaarlijks het dubbele – 7 megaton – uitstoten. Dit is 4% van de landelijke CO₂-emissie. Gemiddeld wordt per hectare ontwaterd veenweidegebied jaarlijks 22,6 ton CO₂ uitgestoten.

Toenemende (brakke) kwelstromen en opbarstrisico's watergangen

De dunner wordende veenlaag als gevolg van veenoxidatie maakt dat de neerwaartse kracht tegen kweldruk afneemt. Wanneer de kwel door oude zoute afzettingen in de ondergrond stroomt, maakt dit de kwel brak en zorgt voor een geleidelijke verzilting van het oppervlaktewater. De toenemende kweldruk maakt bovendien dat het risico op opbarsten van watergangen toeneemt. Opbarsten is het proces waarbij de bodemlaag open breekt door de druk van het water in de ondergrond.

Toenemende waterbeheerkosten

Toenemende kwelstromen en het opbarsten van watergangen leidden ertoe dat de laaggelegen polders steeds meer water te verwerken krijgen. Dit leidt, in combinatie met de steeds grotere opvoerhoogte als gevolg van verdergaande bodemdaling, tot steeds hogere bemalingskosten. De ongelijke bodemdaling binnen peilgebieden zorgt daarnaast voor een toename van het aantal peilvlakken. De steeds grotere verschillen binnen en tussen peilgebieden leiden tot hogere kosten met betrekking tot (het onderhoud van) peilscheidende kunstwerken. De bodemdaling maakt tevens dat boezemkeringen steeds hoger boven het land uitsteken. De onderhoudskosten van waterkeringen en andere kunstwerken zullen daarom verder toenemen.

Toenemend overstromingsrisico

De veenweidegebieden komen als gevolg van bodemdaling steeds lager te liggen, waardoor de kwetsbaarheid voor overstromingen toeneemt. Het overstromingsrisico neemt nog verder toe wanneer een deel van de waterkeringen bestaat uit veenkaden.

De opbouw uit veen maakt veenkades kwetsbaar voor veenoxidatie, waarbij de veenoxidatie niet alleen de veenkade zelf aantast. De bodemdaling als gevolg van veenoxidatie van de aan de veenkade grenzende gronden maakt ook dat de schuifweerstand van de kade afneemt, het risico op afschuiven toeneemt en daarmee het risico op een doorbraak met een overstroming als gevolg.

Afname oppervlaktewaterkwaliteit

Veenbodems zijn van nature rijk aan stikstof en fosfor. De stikstof en fosfor zitten opgeslagen in het organisch materiaal en zijn gebonden aan het bodemcomplex. Veenoxidatie als gevolg van ontwatering leidt ertoe dat de in het veen opgeslagen stikstof en fosfor uit verbindingen oplossen, waarna een deel van de stikstof en fosfor via uitlegging in het oppervlaktewater terecht komt. Hierbij geldt: hoe lager het slootpeil, hoe meer nutriënten worden uitgespoeld naar het oppervlaktewater.

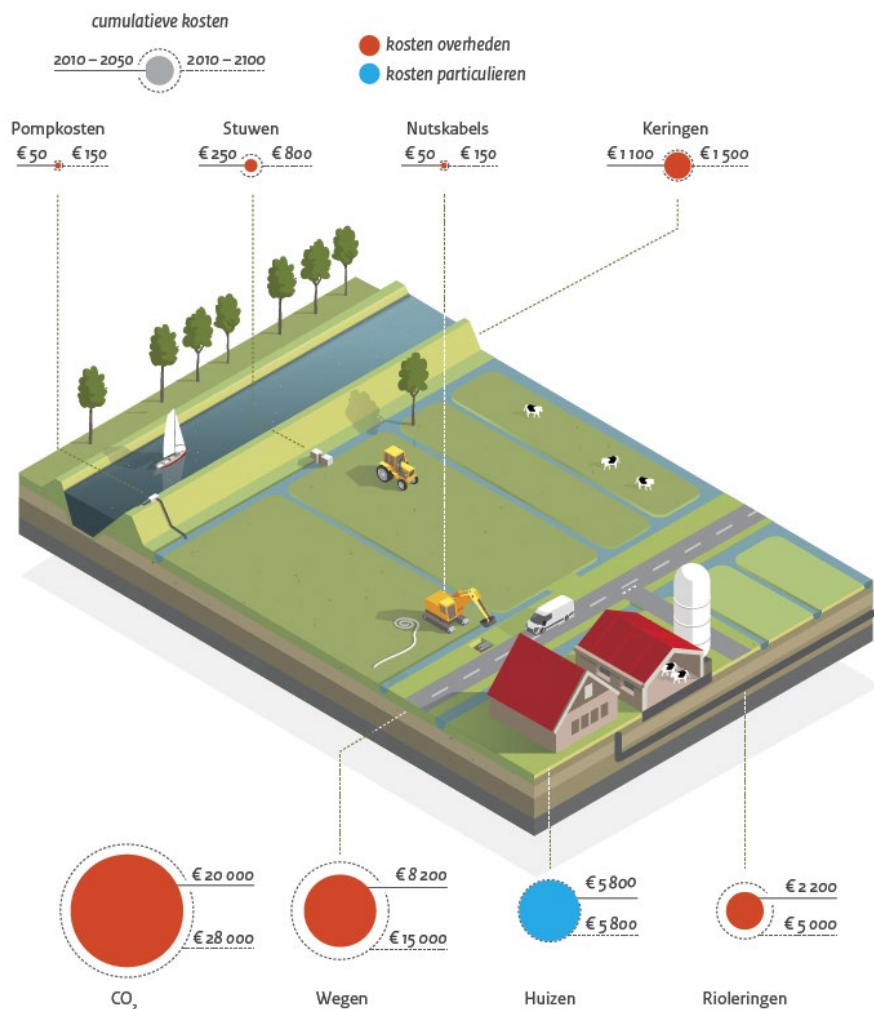
Schade aan infrastructuur en gebouwen

Door daling van de bodem is sprake van extra belasting van gebouwen en boven- en ondergrondse infrastructuur, zoals wegen, dijken, kabels, leidingen en rioleringen (zie figuur). Behoud en herstel van gebouwen en infrastructuur kost veel geld dat niet door de gebruikers van het zakkende veengebied wordt opgebracht, maar uit belastingen. Deze jaarlijkse kosten voor het landelijke gebied worden tot 2050 als volgt geraamd: voor pompen (€50,-/ha), stuwen (€250,-/ha), nutskabels (€50,-/ha), keringen (€1.100,-/ha), wegen (€8.200,-/ha), huizen (€5.800,-/ha) en rioleringen (€2200,-/ha).

Oplossingsrichtingen voor het remmen, stoppen of herstellen van bodemdaling

Mogelijke oplossingsrichtingen voor het remmen, stoppen of herstellen van bodemdaling zijn peilfixatie, de transitie naar natte landbouw of natuur en/of onderwaterdrainage. Bij peilfixatie wordt de grondwaterstand niet langer verlaagd als reactie op de bodemdaling. De transitie naar natte landbouw of natuur speelt in op het omvormen van en het aanpassen aan de natte omstandigheden van de agrarische sector in veengebieden. Zo kan een melkveebedrijf de transitie maken naar een paludicultuur (=

natte landbouw). Een andere oplossingsrichting betreft het toepassen van onderwaterdrainage.



Figuur 3: De cumulatieve extra kosten per hectare (ten opzichte van kosten op normale bodem) in veenweidegebieden voor de periode tot 2050 en tot 2100. (Bron: Planbureau voor de Leefomgeving)

Onderwaterdrainage

De agrarische sector dringt aan op forse investeringen in onderwaterdrainage om de veenoxidatie af te remmen. Deze techniek is echter niet overal toepasbaar en de effectiviteit is nog niet overtuigend bewezen. De geschiktheid van de veengronden in de regio Gooi en Vechtstreek voor het toepassen van onderwaterdrainage is door Waterschap Amstel, Gooi en Vecht in kaart gebracht (Strategie Bodemdaling 2019) en eerder door bijvoorbeeld het Planbureau voor de Leefomgeving (2016). Uit de inventarisatie blijkt dat slechts een zeer beperkt areaal van de veengronden binnen de regio geschikt is. De inventarisatie omvat echter niet de geschiktheid van de veengronden voor het toepassen van pompgestuurde onderwaterdrains. Deze dient nader nog onderzocht te worden.

Alle oplossingen hebben consequenties voor gebruiksmogelijkheden en/of kosten. Er zijn daarom geen eenvoudige maatregelen voor dit probleem.

1 Inleiding

Het voorliggende onderzoek gaat specifiek in op twee belangrijke effecten van veenoxidatie; bodemdaling en CO₂-emissie. Daarnaast wordt ook aandacht besteed aan andere (afgeleide) effecten zoals kwel, waterveiligheid en schade aan bebouwing en infrastructuur.

De gevolgen van veenoxidatie en bodemdaling raken vele aspecten die van invloed zijn op de kwaliteit van de leefruimte in Gooi en Vechtstreek. Dit betekent ook dat er een grote samenhang is tussen resultaten en opgaven uit dit onderzoek en onderzoeken naar bijvoorbeeld biodiversiteit, waterhuishouding en landschap.

Aan de hand van een (globale) getalsmatige analyse van de veengronden in Gooi en Vechtstreek worden in de volgende hoofdstukken de effecten én de financiële consequenties van veenoxidatie op een rij gezet. Dit gebeurt aan de hand van landelijke cijfers, maar is ook teruggerekend naar de regio en vervolgens naar een mogelijke pilot locatie.

Inspelend op de actualiteit wordt in hoofdstuk 5 specifiek ingegaan op onderwaterdrainage als mogelijke maatregel om veenoxidatie terug te dringen.

2 Dalende veenbodems in Gooi & Vechtstreek

Smalle graslandpercelen, sloten, plassen en weidse uitzichten zijn karakteristieke kenmerken van de Nederlandse veenweidegebieden. Deze gebieden kampen echter met een groot probleem: bodemdaling. In het westelijke veenweidegebied in Nederland daalt de veenbodem gemiddeld met één centimeter per jaar.² Deze bodemdaling wordt veroorzaakt door een combinatie van veenoxidatie, klink en krimp. Deze drie processen komen voort uit de waterhuishouding van de veenweidegebieden. Dit speelt ook in Gooi en Vechtstreek. Hieronder wordt deze complexe materie nader uiteengezet.

2.1. Ontginningsgeschiedenis westelijk veenweidegebied in Nederland

De eerste ontginningen in het westelijk veenweidegebied kenden nog geen structuur, maar in de twaalfde eeuw startte onder leiding van de graven van Holland en de bisschop van Utrecht 'de Grote Ontginning van de Hollands-Utrechtse laagvlakte'.³ Tijdens deze Grote Ontginning werden de veengebieden gestructureerd ontgonnen aan

² Woestenburg, M. (2009). *Waarheen met het veen? Kennis voor keuzes in het westelijk veenweidegebied*. Uitgeverij Landwerk, Wageningen, p. 46/47.

³ Woestenburg, M., 2009, p. 20/21.

de hand van zogenaamde 'cope-ontginningen'.⁴ De ontgonnen gronden van de cope-ontginningen werden van de twaalfde tot de vijftiende eeuw voornamelijk gebruikt als akkerbouwgronden. Al in deze periode bleek dat ontwatering van de veengebieden ook een keerzijde had (en heeft): de bodem daalt als gevolg van een combinatie van klink, krimp en veenoxidatie. De bodemdaling leidde tot vernatting van de veengronden, waardoor het gebruik van de veengronden als akkerland uiteindelijk niet meer houdbaar was. Men begon zich te richten op de productie van melk, kaas en boter en op de jacht (eendenkooien). Vanaf de zestiende eeuw startte tevens de turfwinning, waardoor grote delen van het veen verdwenen en grote veenplassen ontstonden. De groeiende Hollandse steden van de Gouden Eeuw die de grote vraag naar turf deden ontstaan leverden ook het kapitaal om de plassen weer droog te malen met de uitvinding van de windmolen. Deze drooggemalen plassen worden ook wel droogmakerijen genoemd. Bekende droogmakerijen zijn de Beemster, Purmer en Schermer. In de regio Gooi en Vechtstreek is de Horstermeer een voorbeeld van een droogmakerij.

⁴ Een 'cope' is het contract tussen de heer van het betreffende gebied (bijvoorbeeld de graven van Holland of de bisschop van Utrecht) en de ontginner. In dit contract werden de wederzijdse rechten en plichten van beide partijen vastgelegd. Daarnaast werd de grootte van de te ontginnen percelen in het contract vastgelegd (circa 1250 meter lang en circa 115 meter breed).

Vanaf de zeventiende eeuw werden de veenweidegebieden definitief het gebied van de melkveehouderij, die na de Tweede Wereldoorlog een grootschalige modernisering en mechanisering onderging en grote delen van de veenweidegebieden omvormde tot productief grasland. De moderne landbouw vraagt om een diepere ontwatering dan de historische landbouw. De diepere ontwatering is nodig voor het bevorderen van de grasgroei en de toegankelijkheid van het land vroeg in het jaar voor de steeds grotere moderne landbouwmachines. Uit wetenschappelijk onderzoek blijkt dat de bodemdaling in de veenweidegebieden door de diepere ontwatering sinds de jaren zestig en zeventig met een factor twee tot vijf is toegenomen.⁵

Veenoxidatie wordt verder versterkt door grondbewerking van de kwetsbare veenbodem. Voor het verbouwen van mais (en het regelmatig vernieuwen van grasland) wordt vaak kerende grondbewerking gebruikt. Dit zorgt voor een nog snellere zuurstoetreding en versnelt daarmee het proces van veenbodemdaling en de uitstoot van CO₂, lachgas en methaan. Er zijn indicaties waaruit blijkt dat veenbodemdaling op akkerbouwpercelen zelfs 40 tot 50 procent sneller verloopt dan graspercelen. Waar de gemiddelde veenbodemdaling circa 8 millimeter per jaar bedraagt, kan dat bij veengronden die gebruikt worden voor de teelt van mais en bij zeer diepe ontwatering oplopen tot enkele centimeters. Om die reden is de teelt van mais met kerende grondbewerking op veengrond in de provincie Utrecht daarom al verboden.

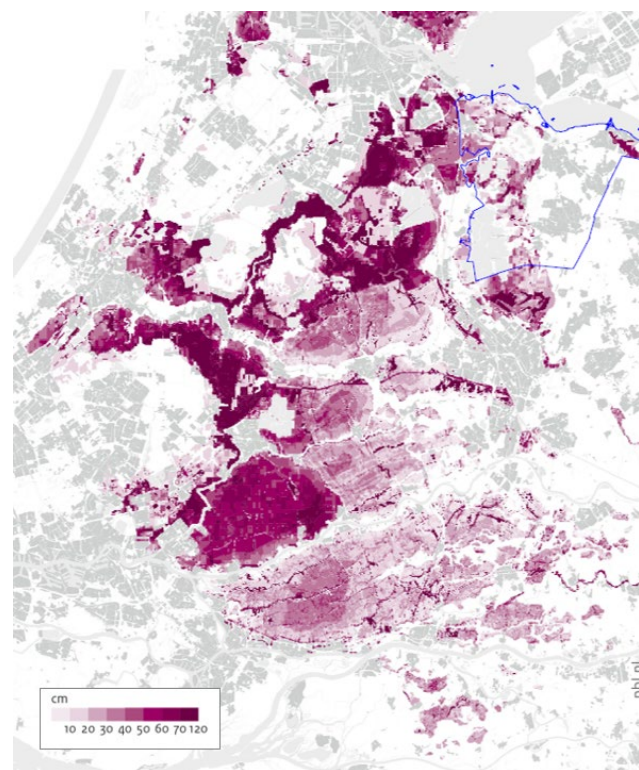
2.2. Viciëuze cirkel van ontwatering en bodemdaling

Het watersysteem in de veenweidegebieden is van oudsher ingericht om aan de (diepe) ontwateringswens van de landbouw te voldoen.⁶ Het waterpeil wordt al eeuwen steeds opnieuw aangepast aan het dalende maaiveld, waardoor sprake is van een viciëuze cirkel. Het dalende maaiveld vraagt om steeds lagere grondwaterstanden, waar-

⁵ Woestenburg, M., 2009, p. 24.

⁶ Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. (2019) *Strategie Bodemdaling*. Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, Amsterdam, p. 6.

door steeds een nieuwe laag veen wordt ontwaterd en het maaiveld verder daalt als gevolg van de combinatie van veenoxidatie, klink en krimp. Met betrekking tot de bodemdaling vormt veenoxidatie de grootste boosdoener.⁷ Bij voortzetting van het huidige waterbeheer, waarin periodiek (bijvoorbeeld om de tien jaar) de grondwaterstanden worden aangepast aan het dalende maaiveld, kan de bodemdaling in delen van het westelijk veenweidegebied in Nederland tot 2050 oplopen tot 120 centimeter.



Figuur 2.1 : Verwachte bodemdaling door veenoxidatie bij ongewijzigd beleid voor de periode 2010-2050. De regio Gooi en Vechtstreek is aangegeven met de blauwe begrenzing. (Bron: Planbureau voor de Leefomgeving.)

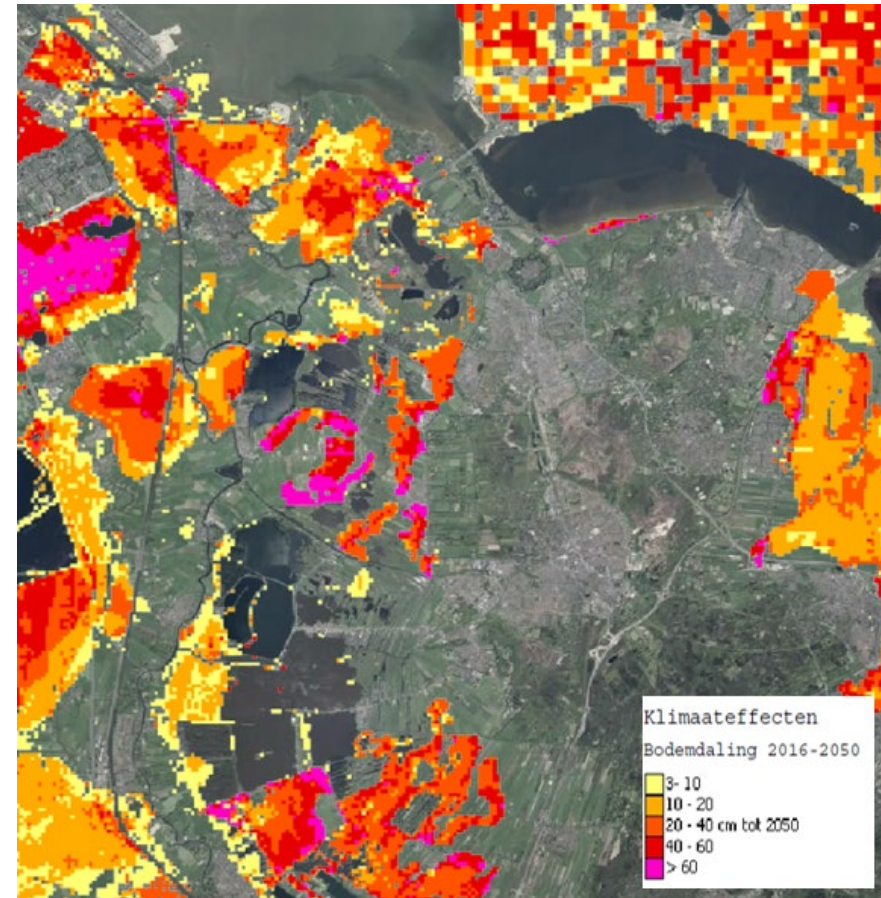
⁷ Rienks, W. & Gerritsen, A. (2005). *Veenweide 25x belicht. Een bloemlezing van het onderzoek van Wageningen UR*. Alterra, Wageningen, p. 11.

2.3. Veen in de regio Gooi en Vechtstreek

Voor de ontginning van het veenweidegebied in de regio Gooi en Vechtstreek dienden de zeedijken, Vechtoevers, Drechtoevers en de aangelegde ontginningsdijken in Kortenhoef en Loosdrecht als ontginningsbasis.⁸ De uitvinding van de windmolen leidde tot het maken van plannen voor het droogmalen van het Naardermeer, het Horstermeer en de door de turfwinning ontstane veenplassen. Het Naardermeer is in de zeventiende eeuw drooggemalen (1623-1629), maar werd in 1629 weer ontpolderd om de oprukkende Spanjaarden tegen te houden.⁹ In 1883 ondernam men een nieuwe poging. De kwelstromen vanuit het Gooi waren echter zo sterk dat droogleggen van het meer te duur werd en in 1886 werd de bemaling stopgezet. Ook de eerste poging tot het droogleggen van het Horstermeer in 1636 mislukte, maar met behulp van stoommachines was de drooglegging van het meer in 1882 wel een succes. De diepe ligging van het Horstermeerpolder maakt(e) echter dat de polder zeer gevoelig is voor kwel en constante bemaling nodig is.

Een groot deel van het veen in de regio is verdwenen als gevolg van turfwinning en waarvoor grote veenplassen in de plaats zijn gekomen. Men heeft in het verleden getracht ook deze grote veenplassen droog te malen, maar dit bleek niet mogelijk. Een groot deel van het veengebied in de regio bestaat zodoende uit veenplassen. De karakteristieke legakkers zijn door golfslag vaak verdwenen, een proces dat zich nu ook nog voortzet.

Ook de veenbodems in Gooi en Vechtstreek dalen (figuur 2.2): op sommige plekken in de regio daalt de bodem tot 2050 met meer dan 60 centimeter ten opzichte van het huidige maaiveld.



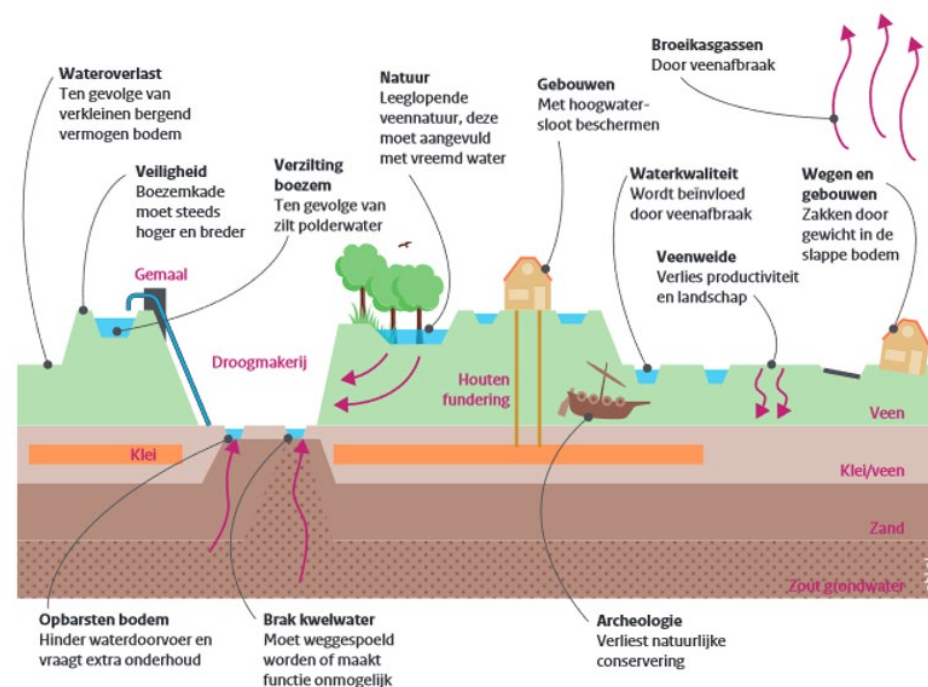
Figuur 2.2: Verwachte bodemdaling ter plaatse van Gooi en Vechtstreek. De bodemdaling ten opzichte van het huidige maaiveld varieert sterk: tussen de 3 en meer dan 60 centimeter in de periode tot 2050. (Bron: Klimaat effect atlas.)

⁸ Meijer, F., Keulen, N. van, Kranenburg, M. van, et al. (2018). *Landschapsbeeld Gooi en Vechtstreek. Landschappelijke analyse, kwaliteiten en waardering*. Regio Gooi en Vechtstreek, Bussum, p. 12.

⁹ Meijer, F., et al, 2018, p. 13.

3 Effecten veenoxidatie in Gooi en Vechtstreek

Veenoxidatie leidt al eeuwenlang tot een daling van het maaiveld. Echter, een dalend maaiveld is niet het enige gevolg van veenoxidatie. Veenoxidatie leidt tevens tot de emissie van CO₂, schade aan infrastructuur en gebouwen, een afname van de waterkwaliteit, verlies van het archeologisch bodemarchief en het landschappelijke karakter van het veenweidegebied, een toenemend risico op opbarsten, brakke kwel, toenemende waterbeheerkosten en een toenemend overstromingsrisico. Dit geeft aan dat niet allen sprake is van een integrale opgave die om integrale afweging en keuzes vraagt, maar dat ook met de aanpak van bodemdaling/veenoxidatie een groot aantal belangen gemoeid is.

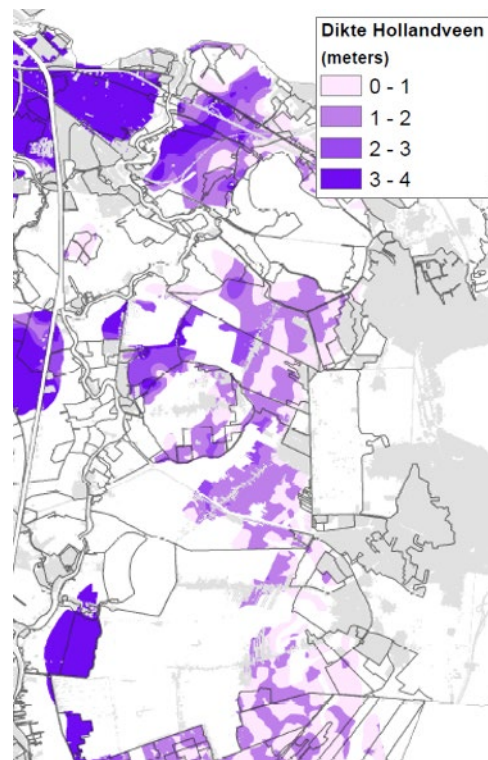


Figuur 3.1: Effecten van de bodemdaling als gevolg van veenoxidatie in veenweidegebieden. (Bron: Rapport 'Dalende bodems, stijgende kosten' (2016) door het Planbureau voor de Leefomgeving.)

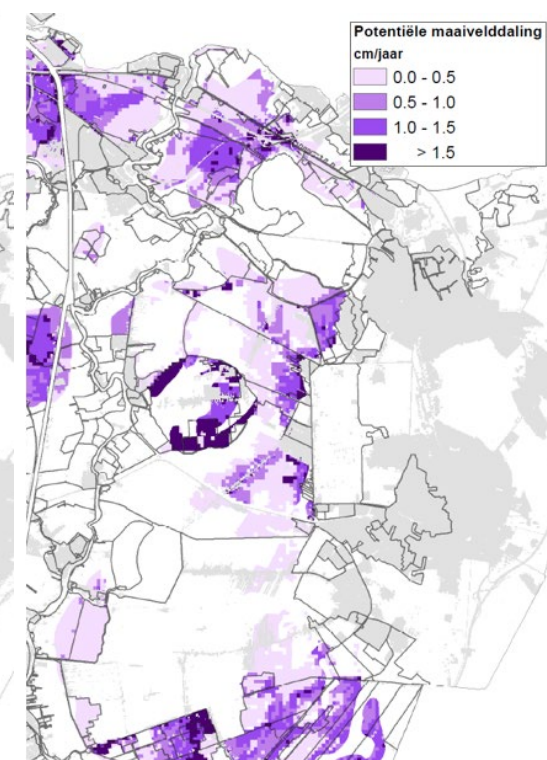
Bodemdaling

De resterende veengronden in de regio Gooi en Vechtstreek kennen een grote variatie in de dikte van de veenlaag (figuur 3.2). De gronden met de dikste veenlaag zijn gelegen nabij de Vecht, globaal ten westen van de veenplassen. De veengronden in het oosten zijn gelegen op de flank van de Utrechtse Heuvelrug en beschikken over een dunner veenlaag dan de veengronden in het westen.

Met betrekking tot de verwachte bodemdaling zijn de verschillen binnen de regio Gooi en Vechtstreek groot (figuur 3.3). Lokaal bestaan grote verschillen met betrekking tot kwel en wegzijging, de mate van bemaling en de afdekking van veengronden met een kleilaag. De veengronden langs de Vecht in het westen van de regio zijn afgedekt met een kleilaag. De kleilaag is afgezet ten tijde van een relatief snelle zeespiegelstijging, waardoor rivieren – en dus de Vecht - vaker overstroomden.¹⁰ De op het veen afgezette kleilaag krimpt weinig en oxideert niet als gevolg van drainage. De kleilaag vormt daarnaast een slecht doorlatende laag op het veen. Het onderliggende veen wordt op deze manier afgeschermd van lucht, waardoor het proces van veenoxidatie weinig tot geen kans krijgt. De veengronden direct langs de Vecht kennen zodoende een geringe bodemdaling, in tegenstelling tot de gronden in delen van de Horstermeer en polders verder van de Vecht. De Horstermeer kent ten behoeve van de drooglegging een grote bemaling, waardoor de bovenlaag van het veen voor een groot deel wordt ontwaterd en blootgesteld wordt aan de lucht. Dit maakt dat het proces van veenoxidatie intreedt en de veengronden in de Horstermeer een grote bodemdaling kennen.¹¹



Figuur 3.2: Dikte veenlaag in het veenweidegebied van de regio Gooi en Vechtstreek. (Bron: Waterschap Amstel, Gooi en Vecht; knelpuntenkaarten behorende bij de 'Strategie Bodemdaling'; uitsnede van kaart uitgegeven in 2016)



Figuur 3.3: Verwachte bodemdaling in het veenweidegebied in de regio Gooi en Vechtstreek. (Bron: Waterschap Amstel, Gooi en Vecht; knelpuntenkaarten behorende bij de 'Strategie Bodemdaling'; uitsnede van kaart uitgegeven in 2016)

¹⁰ http://orasveenweidegebieden.stowa.nl/Veenweiden/Typen_veenbodems.aspx, geraadpleegd op 28-03-2019.

¹¹ Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. (2019) *Strategie Bodemdaling*. Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, Amsterdam, p. 6.

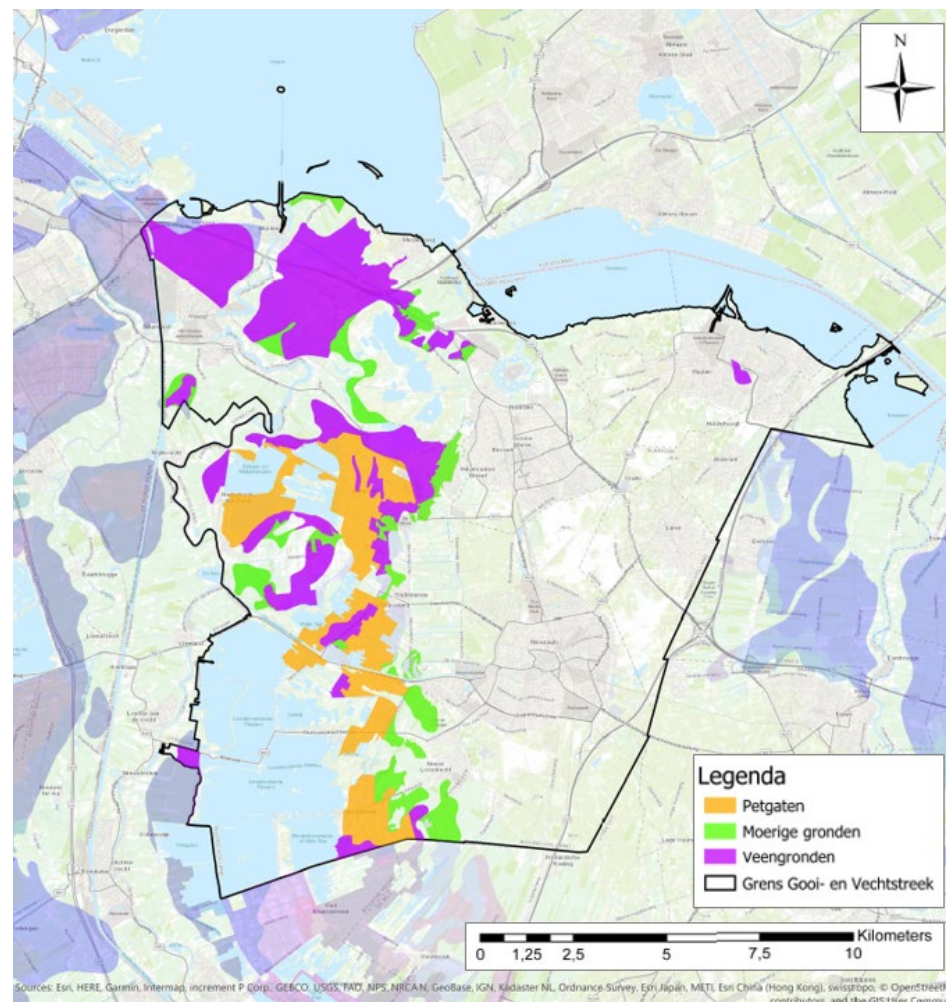
CO₂-emissie

Naast bodemdaling vormt de emissie van CO₂ een belangrijk effect van veenoxidatie. Veenbodems bestaan uit niet-afgebroken plantenresten die vóór menselijke ontginning eeuwenlang koolstof uit de atmosfeer hebben vastgelegd in de uitgestrekte moerassen waar Nederland destijds uit bestond. Er wordt geschat dat alleen al in de bovenste 30 centimeter van de huidige veenbodems circa 270 megaton CO₂ ligt opgeslagen: dat is bijna anderhalve keer de jaarlijkse broeikasgasuitstoot van heel Nederland. De volledige Nederlandse natuur slaat met al haar groeiende bomen en planten samen 3,6 megaton op, terwijl de veenweiden het dubbele – 7 megaton – uitstoten.

De veengronden in de regio Gooi en Vechtstreek zijn met behulp van de Bodemkaart van Nederland nader in kaart gebracht. Volgens de Bodemkaart omvatten de veengronden binnen de regio in totaal circa 3.511 hectare (tabel). Hierbij is een verdeling te maken in veengronden (gronden waarbij de veenlaag dikker dan 40 centimeter is) en moerige gronden (veengronden waarbij de veenlaag dunner dan 40 centimeter is). De petgaten zijn buiten beschouwing gelaten. Dit vanwege de reden dat petgaten verschillende samenstellingen kennen, van oppervlaktewater tot verschillende stadia van verlanding, en soms zijn opgevuld met zand en huisvuil.¹²

NB: De Bodemkaart van Nederland is sterk verouderd en wordt voortdurend geactualiseerd. De meest actuele versie van de Bodemkaart is openbaar toegankelijk via de website www.pdok.nl. Voor de selectie van de veengronden binnen de regio Gooi en Vechtstreek is via PDOK de meest actuele versie van de Bodemkaart geraadpleegd.

De CO₂-emissie van de veengronden in de regio Gooi en Vechtstreek is berekend met behulp van de gemiddelde emissie in het Nederlandse veenweidegebied: 22,6 ton CO₂ per hectare per jaar. Dit betekent dat de veengronden in de regio Gooi en Vechtstreek in totaal circa 80.000 ton CO₂ per jaar uitstoten (tabel).



Figuur 3.4: Verdeling veengronden, moerige gronden en petgaten in de regio Gooi en Vechtstreek. (Bron: Bodemkaart van Nederland.)

¹² Meijer, F., et al, 2018, p. 51.

Bodemsoorten	Oppervlakte (hectare)	CO ₂ -emissie (ton per jaar)
Veengronden	2.660	60.116
Moerige gronden	851	19.233
<i>Totaal</i>	3.511	79.349

Tabel 3.1: Oppervlakte veengronden regio Gooi en Vechtstreek. (Bron: Bodemkaart van Nederland via PDOK.)

NB: In de studie *Klimaat voor Ruimte* is de emissie van broeikasgassen voor drie veenweidepolders met verschillend gebruik onderzocht, waaronder de Horstermeerpolder. In dit onderzoek vervult de Horstermeerpolder de rol van natuurgebied met hoge grondwaterstanden. Echter, de polder kent slechts voor een deel een natuurbestemming en voor het overgrote deel nog altijd een agrarische functie. Uit het onderzoek komt naar voren dat de Horstermeerpolder geen CO₂-bron is, maar CO₂ opslaat. Voor het beantwoorden van de vraag hoe dit zich verder tot elkaar verhoudt, zou dit onderzoek nader moeten worden uitgewerkt. Voorliggende analyse gaat ervan uit dat alle veengronden emissie hebben.

NB: Veenoxidatie leidt niet alleen tot CO₂-emissie, maar ook tot emissie van lachgas (N₂O) en methaan (CH₄). Lachgas en methaan zijn sterkere broeikasgassen dan koolstofdioxide en worden beide uitgedrukt in CO₂-equivalenten. Het opwarmingseffect van lachgas is veel groter dan dat van CO₂. Het opwarmingseffect van 1 kg N₂O is gelijk aan 296 kg CO₂, en van 1 kg CH₄ is dat 23 kg CO₂.¹³ Voor de emissie van lachgas en methaan uit ontwaterde veengronden bestaan geen goede kencijfers en is in voorliggende analyse daarom niet in beeld gebracht.

Bovenstaande CO₂-emissie is berekend op basis van het areaal veengronden binnen de regio Gooi en Vechtstreek. De gemiddelde emissie in het Nederlandse veenweidegebied van 22,6 ton CO₂ per hectare per jaar staat echter gelijk aan een veenbodemdaling van 1 centimeter per jaar.¹⁴ De CO₂-emissie als gevolg van veenoxidatie zou daarmee gedetailleerder berekend kunnen worden op basis van de potentiële bodemdaling van het areaal veengronden zoals weergegeven in figuur 3.4. Als startpunt van deze gedetailleerdere berekening is op basis van de gemiddelde emissie in het Nederlandse veenweidegebied per legenda-eenheid de CO₂-uitstoot bepaald (tabel 3.2). Voor het vervolg van de berekening ontbreekt echter een overzicht van de oppervlaktes per legenda-eenheid. Onderstaande tabel geeft echter potentie de CO₂-emissie binnen de regio gedetailleerder te berekenen.

Legenda-eenheden (centimeter/jaar)	Bodemdaling (centimeter/jaar)	CO ₂ -emissie (ton per hectare)
0,0 – 0,5	0,25	5,65
0,5 – 1,0	0,75	16,95
1,0 – 1,5	1,25	28,25
> 1,5	1,75	39,55

Tabel 3.2: CO₂-emissie als gevolg van veenoxidatie binnen regio Gooi en Vechtstreek per legenda-eenheid potentiële bodemdaling.

Toenemende (brakke) kwelstromen en opbarstrisico's watergangen

Een indirect gevolg van veenoxidatie betreft een toenemende kweldruk. De dunner wordende veenlaag als gevolg van veenoxidatie maakt dat de neerwaartse kracht tegen kweldruk afneemt.¹⁵ Wanneer de kwel door oude zoute afzettingen in de ondergrond stroomt, maakt dit dat de kwel brak wordt en zorgt voor een geleidelijke verzilting van de (diepgelegen delen) veenweidegebieden. In de regio Gooi en Vechtstreek maakt de lage ligging van het Horstermeer en zoutlagen in de ondergrond dat dit gebied gevoelig is voor verzilting. De lage ligging van de Horstermeer maakt tevens dat

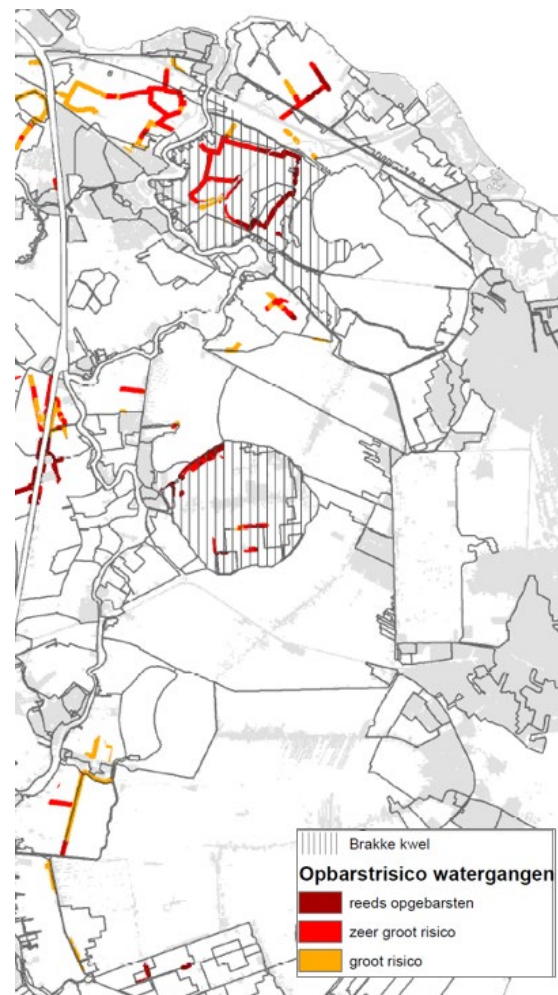
¹⁴ Hoving, I.E., Akker, J.J.H. van den, Massop, H.T.L., et al. (2018). *Precisiewatermanagement op veenweidegrond met pompgestuurde onderwaterdrains*. Wageningen Livestock Research, Wageningen, p. 16.

¹⁵ Pieterse, N., Broek, L. van den, Pols, L., et al. (2015). *Het Groene Hart in beeld. Een uniek veengebied midden in de Randstad*. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Den Haag, p. 43. / Beemster, J.G.R. (2017). *Notitie Toelichting Knelpuntenkaart bodemdaling veengronden*. Waternet, Amsterdam.

¹³ Woestenburg, M., 2009, p. 42/43.

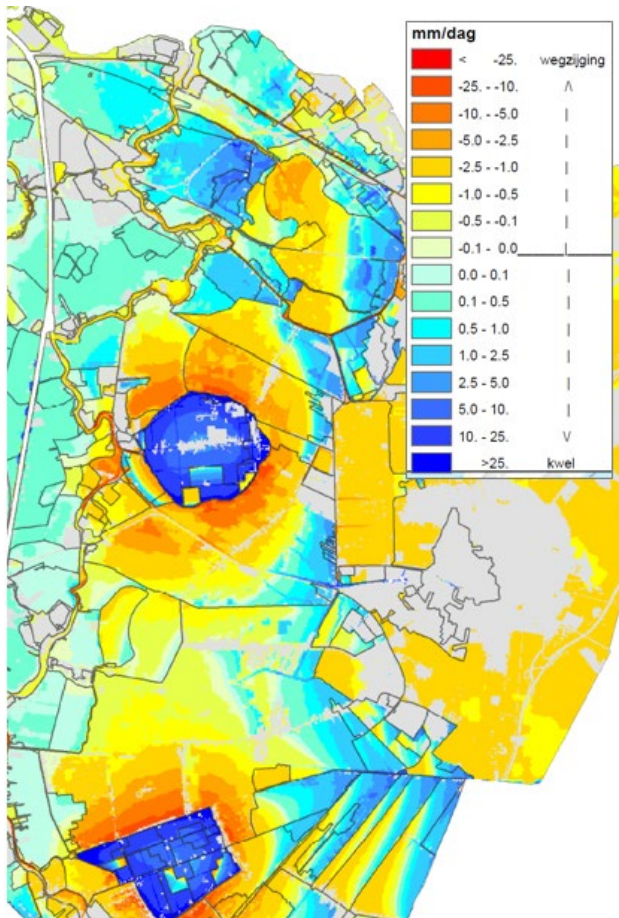
binnen de regio Gooi en Vechtstreek grote drukverschillen bestaan en op kleine afstand een kwel en wegzijging elkaar afwisselen. Zo maakt de lage ligging van de Horstermeer dat de naastgelegen veenplassen leeg worden getrokken, terwijl de Horstermeer een grote mate van bemaling kent om de droogmakerij droog te houden.

De toenemende kweldruk maakt bovendien dat het risico op opbarsten van watergangen toeneemt. Opbarsten is het proces waarbij de bodemlaag open breekt door de druk van het water in de ondergrond.¹⁶ In de regio Gooi en Vechtstreek zijn reeds een aantal watergangen opgebarsten en kent een deel van de watergangen een (zeer) hoog risico tot opbarsten. Deze watergangen liggen voornamelijk in de Horstermeer en ten noordwesten van het Naardermeer.



Figuur 3.5: Brakke kwel en opbarstrisico's in het veenweidegebied van de regio Gooi en Vechtstreek. (Bron: Waterschap Amstel, Gooi en Vecht; knelpuntenkaarten behorende bij de 'Strategie Bodemdaling'; uitsnede van kaart uitgegeven in 2016)

¹⁶ Born, G.J. van den, Kragt, F., Henkens, D., et al. (2016). *Dalende bodems, stijgende kosten. Mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied. Beleidsstudie*. Uitgeverij PBL, Den Haag, p. 28.



Figuur 3.6: Kwel en wegzijging in het veenweidegebied van de regio Gooi en Vechtstreek. (Bron: Waterschap Amstel, Gooi en Vecht; knelpuntenkaarten behorende bij de 'Strategie Bodemdaling'; uitsnede van kaart uitgegeven in 2016)

Toenemende waterbeheerkosten

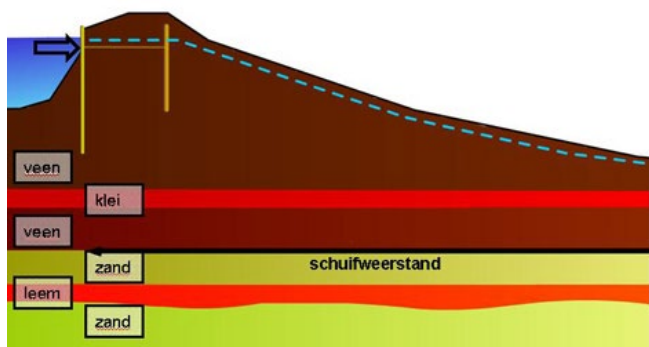
De bodemdaling als gevolg van veenoxidatie heeft ook grote gevolgen voor het waterbeheer en de daarmee samenhangende kosten.¹⁷ Toenemende kwelstromen en het opbarsten van watergangen leiden ertoe dat de laaggelegen polders steeds meer water te verwerken krijgen. Dit leidt, in combinatie met de steeds grotere opvoerhoogte als gevolg van verdergaande bodemdaling, tot steeds hogere bemalingskosten. De ongelijke bodemdaling binnen peilgebieden zorgt daarnaast voor een toename van het aantal peilvlakken. In het verlengde van de verschillen binnen peilgebieden worden ook de peilverschillen tussen de dalende veengebieden en de (naastgelegen) hogere gebieden met een vast peil steeds groter. De (steeds grotere) verschillen binnen en tussen peilgebieden leiden tot hogere kosten met betrekking tot (het onderhoud van) peilscheidende kunstwerken. De bodemdaling maakt tevens dat boezemkeringen steeds hoger boven het land uitsteken. Het onderhoud van waterkeringen en andere kunstwerken zal steeds verder toenemen. Het Planbureau voor de Leefomgeving schat in dat voor 2050 bij het huidige beleid de extra kosten van het waterbeheer als gevolg van bodemdaling zullen toenemen met ongeveer 26 euro per hectare.¹⁸

¹⁷ Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. (2019) *Strategie Bodemdaling*. Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, Amsterdam, p. 6.

¹⁸ Born, G.J. van den, 2016, p. 64.

Toenemend overstromingsrisico

De verdergaande bodemdaling leidt tevens tot een toenemend overstromingsrisico. De veenweidegebieden komen als gevolg van bodemdaling steeds lager te liggen, waardoor de kwetsbaarheid voor overstromingen toeneemt. Het overstromingsrisico neemt nog verder toe wanneer een deel van de waterkeringen bestaat uit veenkaden. Een veenkade bestaat geheel of gedeeltelijk uit veen en is (voor een groot deel) “uitgespaard” bij afgraving van het veen voor turfwinning.¹⁹ Veenkades zijn veelal boezemkeringen of tussenboezemkeringen en vormen de eerste beschermende ring voor droogmakerijen, zoals de Horstermeer (figuur 3.7). De opbouw uit veen maakt veenkades kwetsbaar voor veenoxidatie, waarbij de veenoxidatie niet alleen de veenkade zelf aantast. De bodemdaling als gevolg van veenoxidatie van de aan de veenkade grenzende gronden maakt ook dat de schuifweerstand van de kade afneemt, het risico op afschuiven toeneemt en daarmee het risico op een doorbraak met een overstroming als gevolg (figuur 3.8). De mate van kwetsbaarheid van de veenkades in Gooi en Vechtstreek is in deze analyse niet in kaart gebracht. Voor het inschatten van het invloedsgebied bij een eventuele doorbraak is het wellicht waardevol deze kwetsbaarheid als nog in beeld te brengen.



19

http://deltaproof.stowa.nl/Publicaties/Deltafact/Bodemvocht_gestuurd_beregenen/Stabiliteit_veenkade_m_o_klimaatverandering.aspx, geraadpleegd op 04-04-2019.

Figuur 3.8: Waterkeringen in de regio Gooi en Vechtstreek. (Bron: Legger Waterkeringen, Waterschap Amstel, Gooi en Vecht)



Figuur 3.7: Opbouw veenkade. (Bron: http://deltaproof.stowa.nl/Publicaties/Deltafact/Bodemvocht_gestuurd_beregenen/Stabiliteit_veenkade_m_o_klimaatverandering.aspx, geraadpleegd 04-04-2019.)

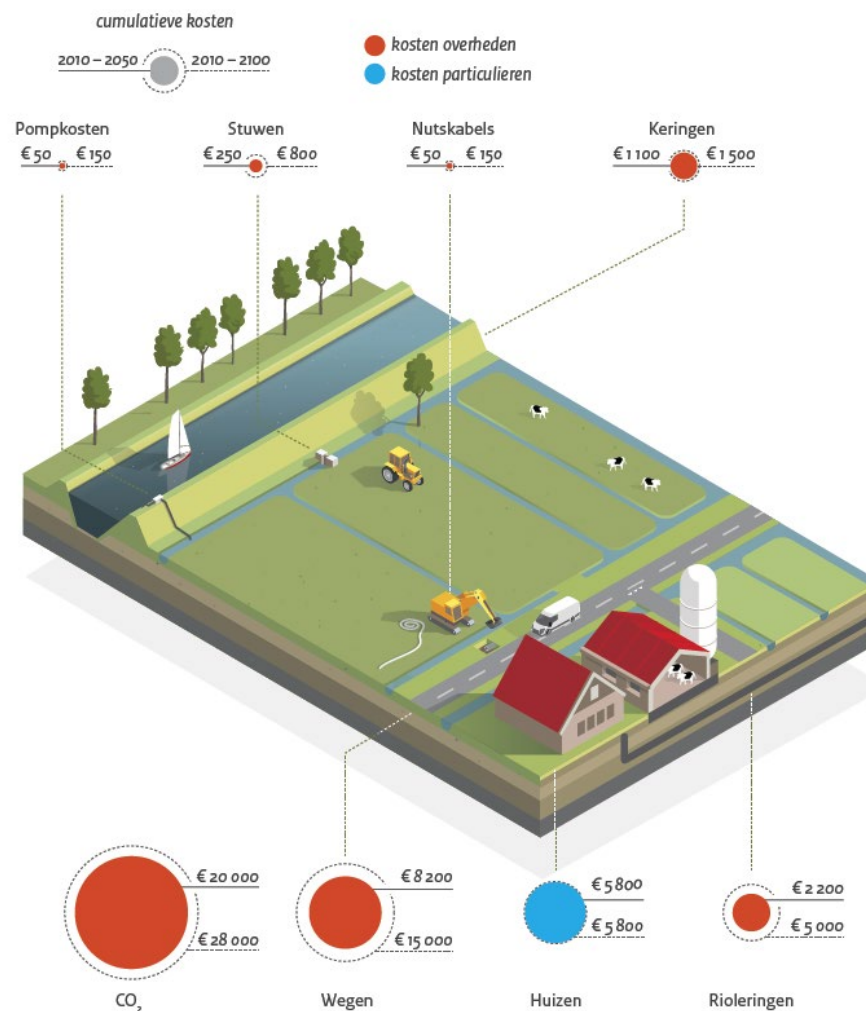
Afname oppervlaktewaterkwaliteit

Veenbodems zijn van nature rijk aan stikstof en fosfor.²⁰ De stikstof en fosfor zitten opgeslagen in het organisch materiaal en zijn gebonden aan het bodemcomplex.²¹ Veenoxidatie als gevolg van ontwatering leidt ertoe dat de in het veen opgeslagen stikstof en fosfor uit verbindingen oplossen, waarna een deel van de stikstof en fosfor via uitloging (het proces waarbij nutriënten door de afvoer van overtollige neerslag uitspoelen naar de sloten) in het oppervlaktewater terecht komt. Hierbij geldt: hoe lager het slootpeil, hoe meer nutriënten worden uitgespoeld naar het oppervlaktewater. De diepe ontwatering in de Horstermeer speelt een afname van de oppervlaktewaterkwaliteit zodoende in de hand. Immers, de diepe ontwatering maakt dat een groot deel van de bovenste veenlaag aan lucht – en daarmee aan zuurstof – wordt blootgesteld, waardoor het proces van veenoxidatie kan plaatsvinden. De veenoxidatie leidt er vervolgens toe dat de in het voormalige veen opgeslagen nutriënten kunnen uitspoelen naar het oppervlaktewater, waardoor de kwaliteit van het oppervlaktewater afneemt.

De verslechtering van de oppervlaktewaterkwaliteit wordt naast veenoxidatie eveneens veroorzaakt door (over)bemesting. In voorliggende analyse is gefocust op veenoxidatie en is de factor bemesting niet meegenomen.

Schade aan infrastructuur en gebouwen

Door daling van de bodem is sprake van extra belasting van gebouwen en boven- en ondergrondse infrastructuur, zoals wegen, dijken, kabels, leidingen en rioleringen (figuur 3.8). Deze kosten worden cumulatief tot 2050 als volgt geraamd voor het landelijk gebied: voor pompen (€50,-/ ha), stuwen (€250,-/ha), nutskabels (€50,-/ha), keringen (€1.100,-/ha), wegen (€8.200,-/ha), huizen (€5.800,-/ha) en rioleringen (€2200-/ ha).²²



Figuur 3.8: De cumulatieve extra kosten per hectare (ten opzichte van kosten op normale bodem) in veenweidegebieden voor de periode tot 2050 en tot 2100. (Bron: Planbureau voor de Leefomgeving.)

²⁰ Woestenburg, M., 2009, p. 48/49.

²¹ Rienks, W. & Gerritsen, A., 2005, p. 46.

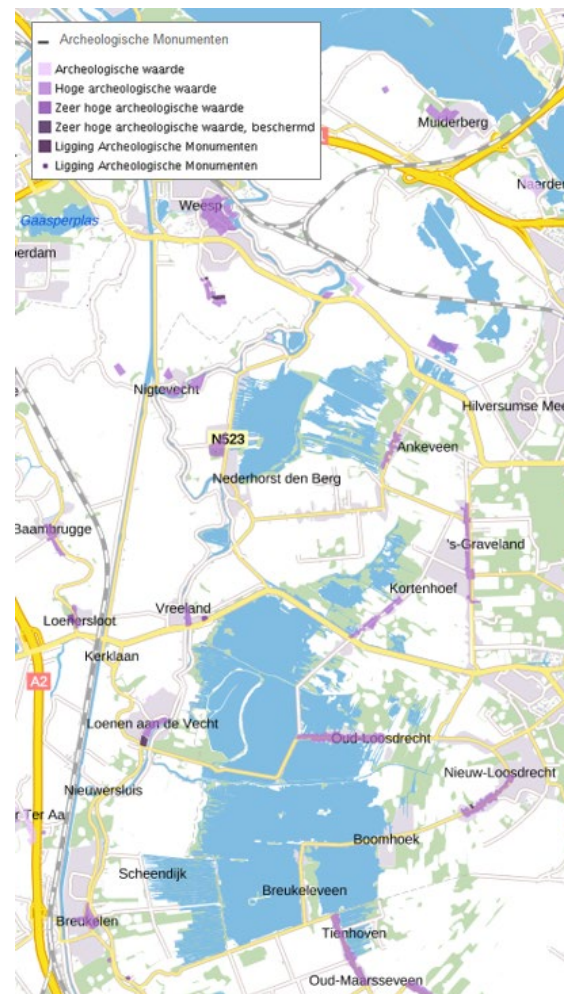
²² Pieterse, N., et al, 2015, p. 47.

Verlies landschappelijke karakter en archeologisch bodemarchief

Veenoxidatie maakt dat langzaam maar zeker de veenlaag in de veenweidegebieden verdwijnt. Het verdwijnen van het veen maakt dat ook landschappelijke kenmerken en kwaliteiten van het veenweidelandschap, zoals de kenmerkende strokenverkaveling met het bijbehorende watersysteem, zullen verdwijnen.²³ Wanneer het veen volledig is verdwenen, 'landt' het veenweidelandschap op de onderliggende afzettingen (bijvoorbeeld zand).

De bodemdaling als gevolg van veenoxidatie maakt daarnaast dat kwetsbare, archeologische objecten komen bloot te liggen, waardoor de kans bestaat dat (een deel van) het archeologisch bodemarchief verloren gaat.²⁴

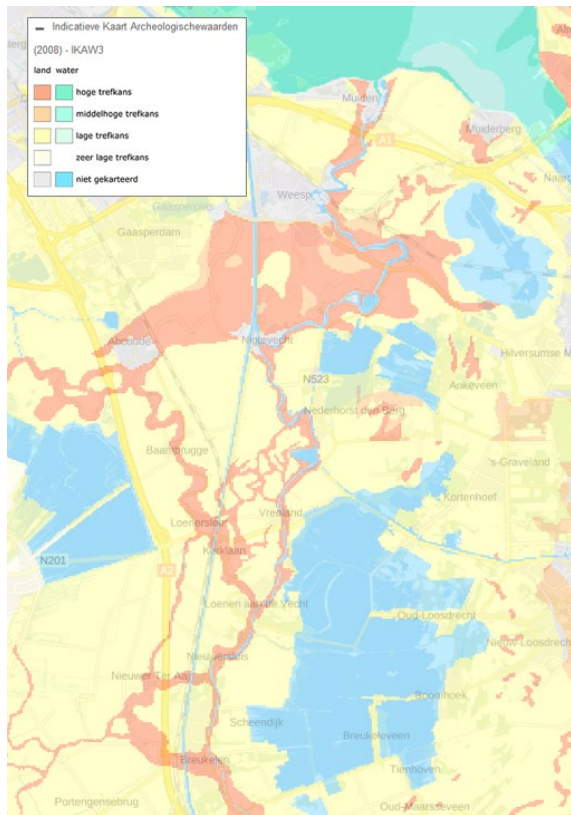
De regio Gooi en Vechtstreek kent een aantal archeologische monumenten, waaronder de historische bebouwing van de lintdorpen in de regio (figuur 3.9). Met betrekking tot de indicatieve archeologische waardes binnen de regio kennen voornamelijk de gronden direct langs de Vecht een hoge waarde (figuur 3.10).



Figuur 3.9: Archeologische monumenten in de regio Gooi en Vechtstreek. (Bron: Archeologie in Nederland.)

²³ Pieterse, N., *et al*, 2015, p. 11.

²⁴ Born, G.J. van den, *et al*, 2016, p. 35-36.



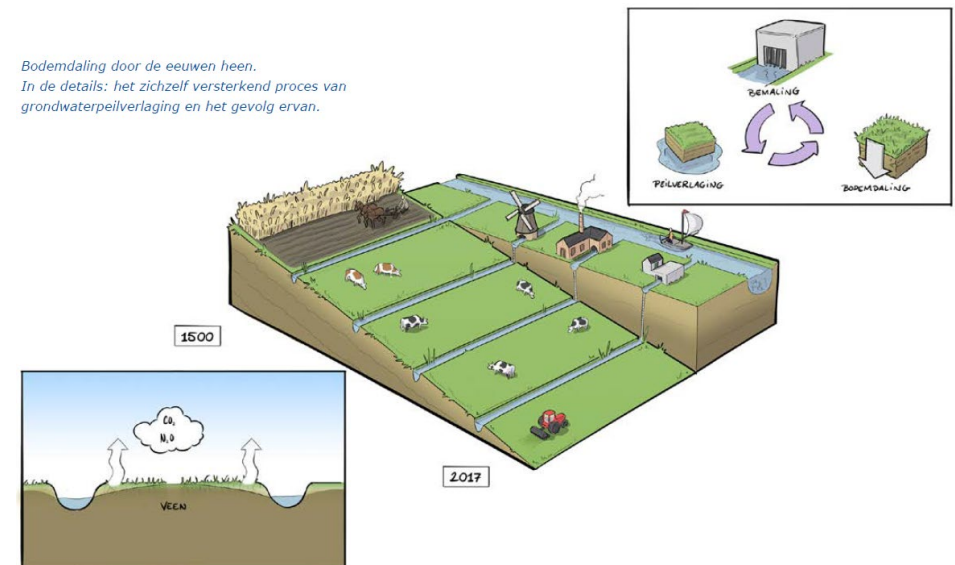
Figuur 3.10: Indicatieve Kaart Archeologische waarden van de regio Gooi en Vechtstreek. (Bron: Archeologie in Nederland.)

4 Kosten veenoxidatie

Veenoxidatie heeft kosten tot gevolg. Deels zijn dit immateriële kosten, zoals het verlies van het landschappelijke karakter en het archeologisch bodemarchief of de verslechtering van de waterkwaliteit. Deze immateriële kosten zijn lastig te kwantificeren, maar daardoor niet minder belangrijk. De immateriële kosten zijn besproken in het vorige hoofdstuk. In dit hoofdstuk gaat de aandacht uit naar maatschappelijke kosten van veenoxidatie die wél te kwantificeren zijn.

Wat kost veenoxidatie?

De kosten voor veenoxidatie zijn grofweg op te delen in de kosten door bodemdaling en de kosten door broeikasgasemissies. Het gaat om de kosten door veenoxidatie bij gelijkblijvend beleid: het verlagen van het grondwaterpeil als reactie op de bodemdaling, zodat veengebied droog te houden ten behoeve van het agrarische gebruik en de bebouwing (zie figuur 4.1).



Figuur 4.1: bodemdaling door de eeuwen heen (bron: Wageningen University & Research)²⁵

²⁵ Wageningen University & Research (2017). *Vormgeven aan sturen met Water: bodemdaling vertragen in het veenweidegebied met boeren en natuur.*

Kosten door bodemdaling

De 3.511 hectare veengronden in de Gooi en Vechtstreek liggen hoofdzakelijk in het landelijk gebied. De kosten voor deze veengronden door bodemdaling ten gevolge van veenoxidatie zijn drie kostenposten te onderscheiden:

1. *kosten voor het herstel van wegen, rioleringen en leidingen;*

In heel Nederland bedragen de extra kosten voor het herstellen van wegen, rioleringen en leidingen in het landelijke veengebied per jaar gemiddeld 17 miljoen euro.²⁶ Het gaat in heel Nederland om een areaal van ca. 194.000 hectare. In de regio Gooi en Vechtstreek heeft het areaal een grootte van ca. 3.500 hectare. Voor de Gooi en Vechtstreek kan dus worden uitgegaan van ca. € 310.000 per jaar aan extra kosten voor het herstellen van de infrastructuur. Dit is tot 2050 een bedrag van 9,3 miljoen euro.

2. *kosten voor het herstel van gebouwen;*

Het herstel van funderingsschade van gebouwen in het landelijk gebied wordt door het Planbureau voor de Leefomgeving voor heel Nederland geschat op ca. 1 miljard euro voor een periode van 40 jaar. Voor de Gooi en Vechtstreek kan dus worden uitgegaan van ca. € 450.000 per jaar en in totaal 13,5 miljoen euro tot en met 2050.

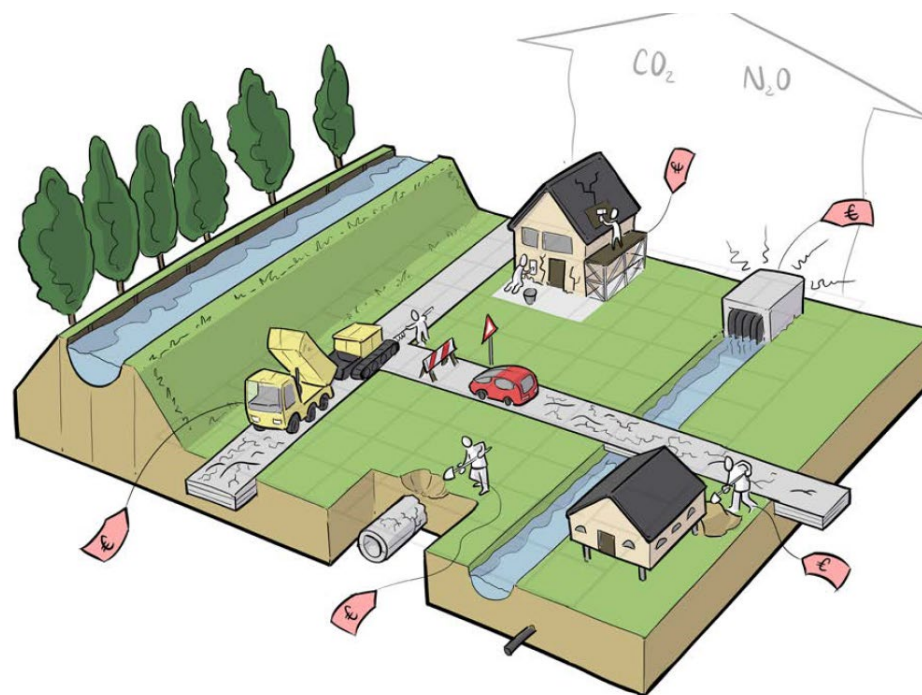
3. *extra kosten voor het beheer van het watersysteem.*

De extra kosten voor beheer van het watersysteem zijn van kleinere omvang. Tot en met 2050 wordt voor alle veengronden in Nederland (ca. 200.000 hectare voor landelijk en stedelijk gebied) rekening gehouden met een bedrag van 200 miljoen euro.²⁷ Voor de Gooi en Vechtstreek mag dan worden uitgegaan van ca. € 87.500 per jaar en in totaal van 2,6 miljoen euro tot en met 2050.

²⁶ Planbureau voor de Leefomgeving (2016). *Dalende bodems, stijgende kosten: mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied.*

²⁷ Planbureau voor de Leefomgeving (2016). *Dalende bodems, stijgende kosten: mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied.*

De kosten voor bodemdaling ten gevolge van veenoxidatie worden voor Gooi en Vechtstreek geschat op ca. € 850.000 per jaar op basis van landelijke cijfers. Dit loopt over een periode van 30 jaar op tot een bedrag van ca. 25,5 miljoen euro tot en met 2050.



Figuur 4.2: bodemdaling door de eeuwen heen (bron: Wageningen University & Research)²⁸

²⁸ Wageningen University & Research (2017). *Vormgeven aan sturen met Water: bodemdaling vertragen in het veenweidegebied met boeren en natuur.*

Kosten door uitstoot van broeikasgassen

De totale uitstoot van CO₂ door veenoxidatie is door het Planbureau voor de Leefomgeving berekend. Jaarlijks hebben alle veengronden in Nederland tezamen een uitstoot van 3,95 miljoen ton CO₂. De maatschappelijke kosten van deze CO₂-uitstoot bedragen ca. € 40 per ton CO₂. Voor de Gooi en Vechtstreek betekent dit dat de maatschappelijke kosten ten gevolge van de CO₂-uitstoot door veenoxidatie jaarlijks € 2,8 miljoen euro bedragen. Tot en met 2050 bedragen de maatschappelijke kosten ca. 84 miljoen euro. Het PBL geeft aan dat in een worst case scenario uitgegaan zou kunnen worden van € 160 per ton CO₂.

Op basis van de bestaande onderzoeken luidt de conclusie voor de Gooi en Vechtstreek dat mag worden uitgegaan van in ieder geval 110 miljoen euro totale maatschappelijke kosten tot en met 2050 ten gevolge van de veenoxidatie.

Welke oplossingsrichtingen zijn er?

Van de 110 miljoen euro aan kosten is sprake bij ongewijzigd beleid (peilindexatie). Voor in ieder geval een gedeelte van de ca. 3.500 hectare veengronden in de Gooi en Vechtstreek zijn beleidswijzigingen mogelijk, zodat de maatschappelijke kosten van veenoxidatie beperkt kunnen worden. Een beknopte opsomming van deze oplossingsrichtingen luidt als volgt:

- *Peilfixatie*: de grondwaterstand wordt niet langer verlaagd als reactie op de bodemdaling. Het peil wordt vastgezet, zodat een geleidelijke vernatting optreedt. Dit wordt ook wel passieve vernatting genoemd. Nadeel van deze oplossingsrichting is dat deze in opbrengstenderving voor agrariërs resulteert. Deze maatregel heeft een gunstig effect voor de natuur (o.a. weidevogels) en reduceert de CO₂-uitstoot met 25%²⁹.
- *Onderwaterdrainage*: landelijk kan voor ca. 40% van de veengronden onderwaterdrainage worden ingezet als maatregel om de bodemdaling te halveren

bij gelijkblijvende opbrengsten voor de landbouw. Uitgaande van die 40%, kan de CO₂-uitstoot met 15% worden gereduceerd³⁰.

- *Transitie naar natte landbouw of natuur*: van een melkveebedrijf kan de transitie worden gemaakt naar een paludicultuur (= natte landbouw). Er zijn meerdere plantensoorten geschikt voor teelt op een natte bodem met een grondwaterpeil vlak onder of zelfs boven het maaiveld. Een landbouwbedrijf kan haar activiteiten ook combineren met agrarisch natuurbeheer. Een extremere vorm van een transitie is om de agrarische functie volledig om te zetten naar een natuurfunctie. Eventueel kan zelfs gedacht worden aan een rabattenbos op locaties waar nu ook al geen sprake is van een open landschap. Uitgaande van toepassing van deze maatregel (in enige vorm) op 10% van de veengronden in de Gooi en Vechtstreek, kan een reductie van 10% van de CO₂-uitstoot gerealiseerd worden³¹. Deze oplossingsrichting heeft de grootste impact op het landschap.
- *Valuta voor Veen concept*: elk van bovenstaande oplossingsrichtingen is te combineren met het Valuta voor Veen concept. Dit concept houdt in dat de bespaarde CO₂-uitstoot wordt omgezet naar certificaten die door organisaties en particulieren gekocht kunnen worden ter compensatie van hun eigen emissies. De opbrengsten uit deze certificaten kunnen worden gebruikt om de opbrengstenderving en de investeringskosten voor de oplossingsrichtingen (deels) te compenseren³².

Het PBL heeft een berekening gemaakt van maatschappelijke kosten en baten voor de oplossingsrichtingen peilfixatie, onderwaterdrainage en de transitie naar andere functies. Voor de transitie naar andere functies zijn twee varianten meegenomen. Uit deze berekening (zie figuur 4.3) volgt dat de maatschappelijk baten van de besparing van de

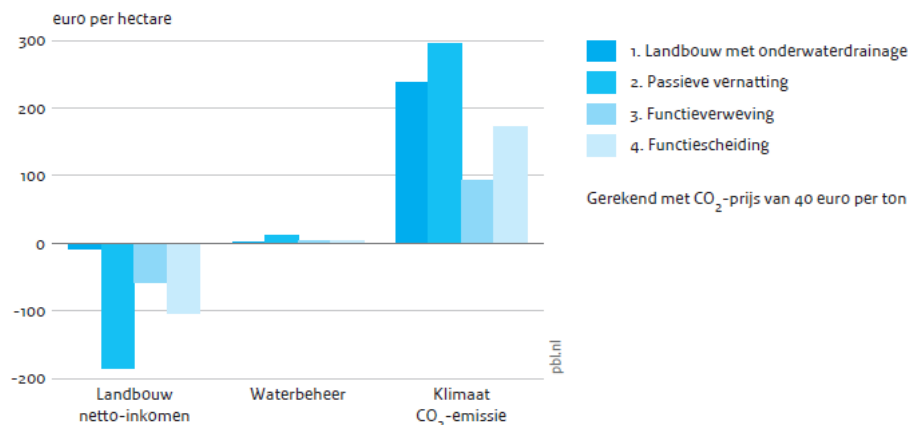
²⁹ Planbureau voor de Leefomgeving (2016). *Dalende bodems, stijgende kosten: mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied*.

³⁰ Planbureau voor de Leefomgeving (2016). *Dalende bodems, stijgende kosten: mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied*.

³¹ Planbureau voor de Leefomgeving (2016). *Dalende bodems, stijgende kosten: mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied*.

³² Friese milieu federatie & Noardlike fryske wâlden (2017). *Valuta voor Veen: verkenning voor het Fryske veenweidegebied*.

CO₂-uitstoot (maatschappelijke kosten van € 40 per ton CO₂) in ieder geval opwegen tegen de opbrengstenderving voor de agrarische sector. Dit betekent dat elk van deze oplossingsrichtingen een positief maatschappelijk kosten-baten saldo heeft.



Figuur 4.3: maatschappelijke kosten en baten van verschillende oplossingsrichtingen (bron: PBL)

De (maatschappelijke) kosten en baten komen echter terecht bij verschillende partijen. Het Valuta voor Veen concept kan ervoor zorgen dat de maatschappelijke baten terecht komen bij de partij die de maatschappelijke lasten draagt. Dat is in dit geval de agrarische sector.

Wat betekent dit voor de agrarische sector?

Tegenover het voortzetten van het huidige beleid van peilindexatie staan maatschappelijke kosten, maar is aanpassing van de bedrijfsvoering in de agrarische sector niet nodig. De agrarische sector voegt ook waarde toe aan de regio. Het zijn lokale ondernemers en het agrarisch gebruik is een belangrijk cultuuroed. Ook wordt het beheer van het open landschap verzorgd door de sector en dragen zij bij aan de voedselvoorziening.

Het aandeel van de agrarische sector in de regionale economie is minder dan 1% (CBS). Daarnaast heeft het agrarisch gebruik ook nadelen voor biodiversiteit en ontwikkelruimte in verband met stikstofdepositie. Een volledige kosten-batenanalyse waarbij er ook immateriële waarden aan de orde zijn, vraagt uiteindelijk om een politieke belangenafweging. Bij elke oplossingsrichting worden deze belangen anders gewogen.

Bij toepassing van onderwaterdrainage is een investering in en onderhoud van dit systeem nodig. Verder kan de bedrijfsvoering ongewijzigd worden voortgezet en wordt tegelijkertijd een forse CO₂-reductie gerealiseerd. Deze oplossingsrichting is in de Gooi en Vechtstreek volgens de huidige techniek van onderwaterdrainage naar verwachting slechts beperkt toe te passen³³. Dit wordt nader toegelicht in het volgende hoofdstuk.

Bij de andere oplossingsrichtingen – passieve vernatting en de transitie naar ander grondgebruik – is een wijziging van de bedrijfsvoering wel nodig, omdat de gronden natter worden. Aanpassing van de bedrijfsvoering heeft een negatief effect op de inkomsten voor de agrarische sector. Het Valuta voor Veen concept wordt ontwikkeld om deze inkomstenderving te compenseren vanuit CO₂-certificaten. Verschillende experimenten zijn en worden uitgevoerd. Hieruit volgt dat dit concept de inkomstenderving volledig kan compenseren, afhankelijk van de hoogte de maatschappelijke kosten van de CO₂-uitstoot en de efficiënte werking van het certificatenstelsel.

De agrarische sector is zelf ook in beweging door meer aandacht voor biologische producten, agrarisch natuurbeheer, maar ook door schaalvergroting en een gebrek aan bedrijfsopvolging³⁴. Het inspelen op een ander grondwaterbeleid kan ook juist een kans bieden om met deze veranderingen om te gaan.

³³ Bron: Strategie Bodemdaling AGV en PBL

³⁴ In de Gooi en Vechtstreek is 56% van de bedrijfshoofden / -leiders van een agrarisch bedrijf ouder dan 55 jaar.

Uit bovenstaande volgt dat er potentieel voldoende baten in de vorm van besparingen van CO₂-uitstoot in het systeem aanwezig zijn om de inkomstendering van agrarische bedrijven bij passieve vernatting of een ander grondgebruik te compenseren. De precieze businesscase moet nog worden vormgegeven, waarbij aangehaakt kan worden op andere ontwikkelingen die in de agrarische sector momenteel een rol spelen. Deze tussenconclusie kan gevalideerd worden aan de hand van een pilotproject. Een gebied is geschikt voor een pilot als er sprake is van een dunbevolkt gebied met een voldoende dikke laag veen en van een relatief laag peil in zo min mogelijk peilgebieden.

Het gebied zoals in figuur 4.4 aangegeven, kan bijvoorbeeld een pilotgebied in de Gooi- en Vechtstreek zijn waarvoor de haalbaarheid van het Valuta voor Veen concept onderzocht wordt. Dit pilotgebied, gelegen ten oosten van Weesp en ten zuiden van de A1, is zeer interessant voor een pilot vanwege de grote droogligging, de dikke veenlaag, de toekomstige bodemdaling en het beperkte aantal peilgebieden binnen het gebied. Ook is er weinig bewoning.

Het totale pilotgebied, binnen de rode contouren, is 500 hectare groot. Binnen dit gebied is 400 hectare veengronden aanwezig in verschillende diktes tot wel 4 meter. Gemiddeld is de dikte van de veenlaag 2,1 meter. Van deze veengronden heeft ca. 35 hectare al een zeer kleine drooglegging van 10 cm. De overige 365 hectare veengronden heeft een drooglegging van ca. 50 cm. Bij deze drooglegging kan worden uitgegaan van ca. 20 ton CO₂-uitstoot per hectare per jaar. Op jaarbasis is dat 7.300 ton CO₂. De maatschappelijke kosten die hiermee zijn gemoeid, uitgaande van € 40 per ton CO₂, zijn jaarlijks bijna € 300.000,-. Hier komen de kosten ten gevolge van bodemdaling nog bij. Met dit 'budget' kan gezocht worden naar één of meer passende oplossingsrichtingen in het gebied. Qua drooglegging is dit gebied ook kansrijk voor onderwaterdrainage. Vanuit gesprekken met betrokken partijen kan dan gebouwd worden aan een reële businesscase die de maatschappelijke kosten en baten herverdeelt en die bovendien een bijdrage kan leveren aan het verminderen van de eerder besproken immateriële kosten, zoals biodiversiteit en stikstof.



Figuur 4.4: Voorbeeld pilotgebied

5 Onderwaterdrainage in het veenweidegebied

Het grondwaterbeheer in de Nederlandse veenweidegebieden vindt van oudsher plaats via het slootpeil, ook wel peilindexatie genoemd.³⁵ In het huidige beleid is deze vorm van grondwaterbeheer nog altijd leidend, waarbij het slootpeil eens in de 10 jaar wordt verlaagd en daarmee wordt aangepast aan het dalende maaiveld. Het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht heeft inmiddels wel besloten om vanaf 2030 nog maar 75% van de bodemdaling te volgen met het peil.

De kwetsbaarheid van de veengebieden als gevolg van de vicieuze cirkel van ontwatering en bodemdaling (zie hoofdstuk 2) maken dat deze traditionele vorm van waterbeheer steeds lastiger houdbaar is en de urgentie van het vinden van adequate oplossingen toeneemt. In het najaar van 2003 zijn op de toenmalige proefboerderij Zegveld (nu KTC Zegveld) daarom de eerste (veld)onderzoeken gestart naar een alternatieve vorm van grondwaterbeheer in de Nederlandse veenweidegebieden: onderwaterdrainage.³⁶

³⁵ Bos, A.P. & Gies, T.J.A. (2017). *Vormgeven aan Sturen met water. Bodemdaling vertragen in het veenweidegebied met boeren en natuur*. Wageningen University & Research (WUR), Wageningen, p. 7.

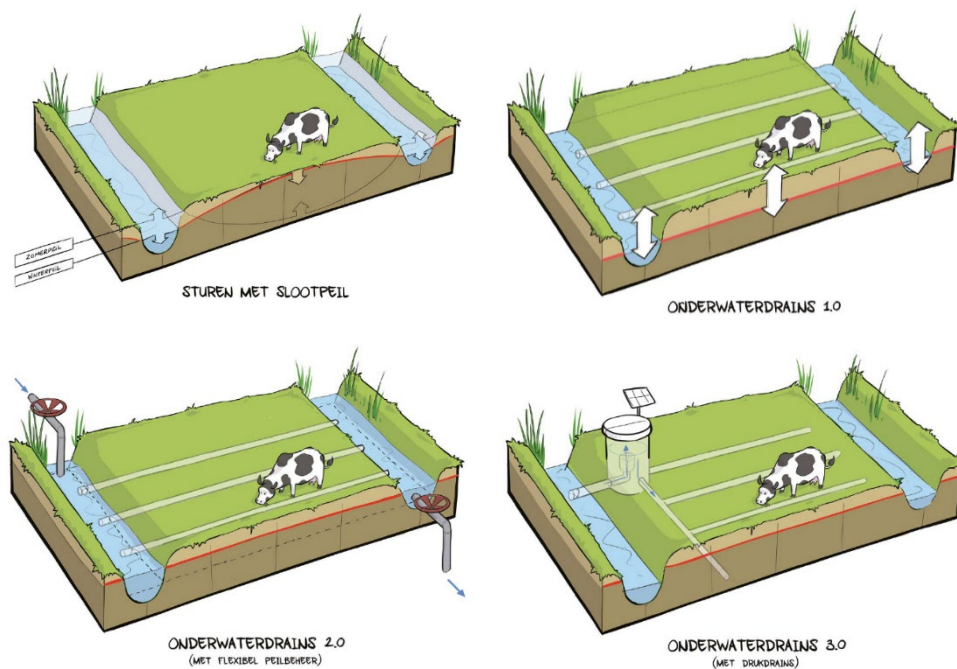
³⁶ Hoving, I.E., *et al*, 2018, p. 15.

Onderwaterdrainage in veenweidegebieden: van OWD 1.0 naar OWD 3.0

Veenbodems hebben van nature een slechte horizontale doorlatendheid, waardoor het transport van water in de bodem zeer traag gaat.³⁷ Vanwege de hoge weerstand volgt het grondwaterpeil niet overal automatisch het slootpeil en is bij het traditionele/huidige waterbeheer vaak sprake van een 'holle' (droge perioden) of 'bolle' (natte perioden) grondwaterspiegel (figuur 5.1). Onderwaterdrainage (OWD) is een vorm van drainage waarbij de drains 10 tot 20 centimeter onder het slootpeil worden aangelegd. De drains komen uit in de omringende sloten en vormen een directe verbinding tussen het slootpeil en het grondwaterpeil, waardoor het watertransport in de bodem versnelt. Onderwaterdrains vormen op deze manier een middel voor het beïnvloeden van het grondwaterpeil. Uit veldexperimenten blijkt dat bij toepassing van onderwaterdrainage in veenweidegebieden de fluctuatie van het grondwaterpeil sterk afneemt.³⁸

³⁷ Hoving, I.E., *et al*, 2018, p. 10.

³⁸ Hoving, I.E., *et al*, 2018, p. 9.



Figuur 5.1: Het effect van onderwaterdrainage 1.0, 2.0 en 3.0 op de grondwaterspiegel ten opzichte van het traditionele grondwaterbeheer via het slootpeil. (Bron: Bos, A.P. & Gies, T.J.A. (2017). *Vormgeven aan Sturen met water. Bodemdaling vertragen in het veenweidegebied met boeren en natuur*. Wageningen University & Research (WUR), Wageningen, p. 7, 10, 11 en 12.)

In het veenweidegebied betekent minder fluctuatie van het grondwaterpeil minder veen dat wordt blootgesteld aan lucht, waardoor de toepassing van onderwaterdrainage gunstig is voor het tegengaan van veenoxidatie en het verminderen van de bodemdaling in de Nederlandse veenweidegebieden. Uit monitoring blijkt dat bij toepassing van onderwaterdrains de maaiveldaling met circa 50 procent verminderde doordat het grondwaterpeil in droge perioden in het zomerhalfjaar minder ver daalde. Deze vorm van onderwaterdrainage staat ook wel bekend als OWD 1.0.

Voortbordurend op OWD 1.0 is nader onderzoek uitgevoerd naar de vraag hoe de vermindering van de maaiveldaling verder versterkt kan worden door de toepassing van onderwaterdrains te combineren met een hoger zomerpeil en een dynamisch slootpeilbeheer (OWD 2.0).³⁹ Het onderzoek naar het hogere zomerpeil is uitgevoerd in de polder Zeevang, ten noorden van Edam. Uit dit onderzoek blijkt dat de onderwaterdrains ook bij een hoger zomerpeil gemiddeld voor een significante afname van de fluctuatie van het grondwaterpeil zorgen. De onderwaterdrains leiden tijdens natte perioden in het groeiseizoen echter niet tot extra waterafvoer, terwijl dit bij een lager slootpeil wel het geval was.

Het onderzoek naar het dynamisch peilbeheer is uitgevoerd in op het Kennis Transfer Centrum (KTC) Zegveld. Uit het onderzoek kwam naar voren dat met de combinatie van onderwaterdrains en een dynamisch slootpeilbeheer het grondwaterpeil relatief hoog kan worden gehouden. Het dynamische slootpeilbeheer kan het effect van de onderwaterdrains versterken: een hoog slootpeil ten tijde van neerslagtekort bevordert de infiltrerende werking van de onderwaterdrains en een laag slootpeil ten tijde van neerslagoverschot de drainerende werking. Echter, een belangrijk nadeel hierbij is dat een dynamisch slootpeilbeheer de stabiliteit van de slootkanten aantast en dat de wisselende slootpeilen niet bevorderlijk zijn voor het ecologische leven in de sloten.

Bij de toepassing van onderwaterdrains volgens het principe van OWD 1.0 en OWD 2.0 blijft het grondwaterbeheer echter afhankelijk van het slootpeil.⁴⁰ De derde stap in het onderzoek naar de toepassing van onderwaterdrainage in veenweidegebieden omvat zodoende de toepassing van pompgestuurde onderwaterdrains.⁴¹ Bij deze vorm van onderwaterdrainage komen de onderwaterdrains niet meer in de omringende sloten uit, maar in een verzameldrain welke is aangesloten op een waterreservoir. Het waterreservoir wordt tussen de drains en het slootpeil geplaatst en is aangesloten op een

³⁹ Hoving, I.E., *et al*, 2018, p. 11.

⁴⁰ Bos, A.P., *et al*, 2017, p. 12.

⁴¹ Hoving, I.E., *et al*, 2018, p. 12.

pomp. Met behulp van de pomp kan onafhankelijk van het algemene slootpeil de gewenste ontwateringsbasis worden gerealiseerd. Het onderzoek is uitgevoerd in 2016-2017 op het KTC Zegveld in Zegveld. Uit het onderzoek blijkt dat de infiltrerende en drainerende werking van de onderwaterdrains sterk kan worden vergroot. De aansturing van de pomp vindt hierbij plaats op basis van de actuele grondwaterstand en de weersverwachting.

Pompgestuurde onderwaterdrains (OWD 3.0)

Het onderzoek naar pompgestuurde onderwaterdrains, ook OWD 3.0 genoemd, is nog pril, maar geeft al wel interessante uitkomsten. Belangrijke conclusies zijn dat pompgestuurde onderwaterdrains een aantoonbaar effect hebben op het grondwaterpeil, voor zowel extra infiltratie als drainage zorgen en het mogelijk maken om het grondwaterpeil onafhankelijk van het algemene slootpeil te sturen.⁴² Pompgestuurde onderwaterdrains dragen zo bij aan het verminderen van de fluctuatie van het grondwaterpeil. Dit draagt weer bij aan het tegengaan van veenoxidatie en daarmee aan het verminderen van bodemdaling in veenweidegebieden. Pompgestuurde onderwaterdrains bieden zo perspectief als mogelijke oplossing voor de problematiek in veenweidegebieden. Het verkrijgen van inzicht in de bijdrage van pompgestuurde onderwaterdrains aan het tegengaan van veenoxidatie en het verminderen van bodemdaling vraagt echter om nader onderzoek en vormt de volgende stap in de ontwikkeling van pompgestuurde onderwaterdrains.⁴³ Pompgestuurde onderwaterdrains hebben daarnaast echter ook een aantal nadelen. Een eerste verkenning van de voor- en nadelen van pompgestuurde onderwaterdrains zijn aan de hand van een SWOT-analyse nader in beeld gebracht (figuur 5.2).

Onderwaterdrainage in de regio Gooi en Vechtstreek

De geschiktheid van de veengronden in de regio Gooi en Vechtstreek voor het toepassen van onderwaterdrainage is door Waterschap Amstel, Gooi en Vecht in kaart ge-

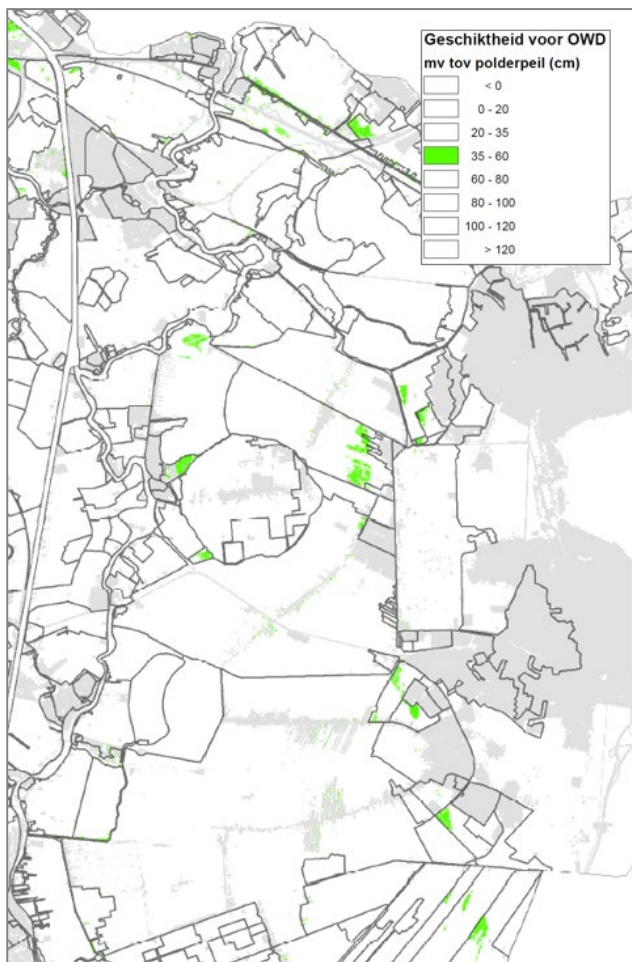
bracht (figuur 5.3). Deze inventarisatie geeft op basis van het maaiveld ten opzichte van het polderpeil (slootpeil) weer welke veengronden geschikt zijn voor het toepassen van onderwaterdrainage. Uit de inventarisatie blijkt dat slechts een beperkt areaal van de veengronden binnen de regio geschikt is. De inventarisatie omvat echter niet de geschiktheid van de veengronden voor het toepassen van pompgestuurde onderwaterdrains. Deze dient nader onderzocht te worden.

Sterke punten		Zwakke punten	
+	Geeft mogelijkheid op perceelsniveau het grondwaterpeil te regelen;	-	Alleen toepasbaar op landbouwgrond;
+	Geeft mogelijkheid onafhankelijk van het algemeen slootpeil het grondwaterpeil te regelen;	-	Landschappelijke consequentie in de vorm van pompputten boven maaiveld;
+	Geen peilgebieden nodig;	-	Toename inlaatbehoefte van water in de zomer;
+	Grote wisselingen in grondwaterstanden worden voorkomen;	-	Vraagt om voldoende watervoorraad in slotensysteem;
+	Minder drooglegging nodig.	-	Hoge aanleg-/investeringskosten;
		-	Eventuele verstoppingen van de drains zijn lastig te verhelpen.
Kansen		Bedreigingen	
+	Kan ingezet worden voor waterberging;	-	Voorkomt bodemdaling niet.
+	Kan ingezet worden voor weidevogels;		
+	Kan bijdragen aan vermindering CO ₂ -emissie;		
+	Vertraagt bodemdaling.		

Figuur 5.2: SWOT-analyse onderwaterdrainage 3.0.

⁴² Hoving, I.E., *et al*, 2018, p. 42.

⁴³ Hoving, I.E., *et al*, 2018, p. 43.



Figuur 5.3: Geschiktheid van de veengronden in de regio Gooi en Vechtstreek voor het toepassen van onderwaterdrainage. (Bron: Waterschap Amstel, Gooi en Vecht; kanskaart behorende bij de 'Strategie Bodemdaling'; kaart uitgegeven in 2016)