

# CASE STUDIE

# OP WEG NAAR

# WATER EN BODEM STUREND

# OP BOERDERIJ DE EENZAAMHEID

*Laura Nougues, Roelof Stuurman, Henk Kooi en Joost van Schie\**

■ Om de gevolgen van klimaatverandering en bodemdaling op te vangen, is het belangrijk om het water- en bodemsysteem sturend te laten zijn bij de inrichting van ons land. Een voorbeeld van een zoektocht naar een concrete invulling hiervan is een MSc studie naar de waterhuishouding in de Zwanburgerpolder in Warmond (Nougues, 2022) en het daarop volgende experiment dat in augustus 2022 is uitgevoerd. Tijdens dit experiment is een inundatieproef gedaan om te onderzoeken of de grondwaterstand in het veenpakket snel, goedkoop en doelmatig verhoogd kan worden door het gebied tijdelijk onder water te zetten. Dit kan bijdragen aan het verminderen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot en maaiveld daling, het verbeteren van de waterkwaliteit en het versterken van de biodiversiteit. Het project is uitgevoerd met Strategisch Onderzoeksfinanciering van Deltares, in nauwe samenwerking met Boerderij De Eenzaamheid en in samenspraak met Hoogheemraadschap Rijnland.



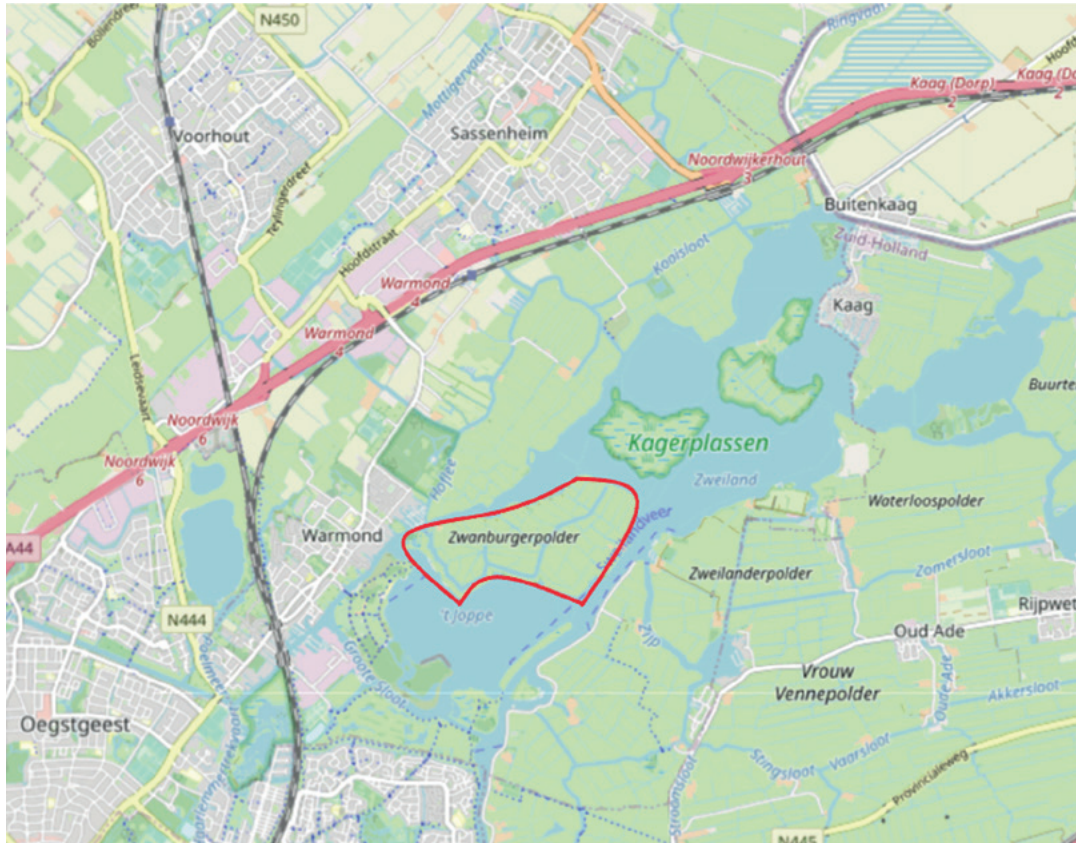
Figuur 1:  
Boerderij de  
Eenzaamheid met  
experimentgebied

## Locatiebeschrijving

In de Zwanburgerpolder (Figuur 1) werkt Joost van Schie aan een visie om Boerderij de Eenzaamheid van een biologische kaasboerderij naar een regeneratieve boerderij te transformeren (Figuur 2). Joost is opgegroeid op dit eiland in de Kagerplassen bij Warmond en besloot na een studie economie het familiebedrijf op een

duurzame manier voort te zetten. Duurzaam boeren betekent integraal aanpakken van bodem, water en biodiversiteit in de context van het veenweidegebied. Er bestaat niet één Veenweidegebied. Daarom heeft Joost zijn eigen situatie goed uitgezocht en hiervoor oplossingsrichtingen ontwikkeld. Dit in samenwerking met verschillende (multidisciplinaire) deskundigen.

\* **Laura Nougues** is junior-onderzoeker bij Deltares; **Roelof Stuurman** is expert-adviseur bij Deltares; **Henk Kooi** is hydrogeoloog bij Deltares; **Joost van Schie** is boer van Boerderij de Eenzaamheid.

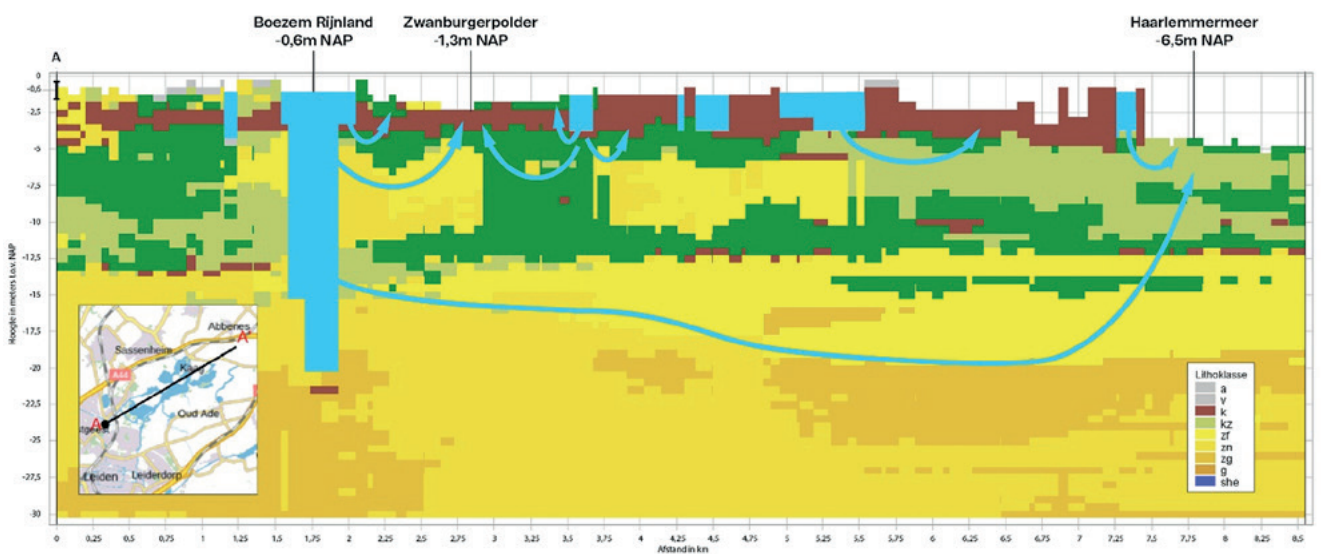


Figuur 2: Locatiekaart van de Zwanburgerpolder. De Zwanburgerpolder (omringt in het rood) is een eilandpolder in de Zuid-Hollandse Kagerplassen.

De Zwanburgerpolder is een eiland dat is opgebouwd uit een veenlaag (rietzeggeveen) ingeklemd tussen twee kleilagen; een bovenste dunne kleilaag en een diepe dikke kleilaag tot ongeveer vijf meter onder maaiveld. Daaronder bevindt zich een wadzandlaag. Hieruit stijgt kwel op die gevoed wordt door het omringende hoger gelegen

boezemwater (Figuur 3). Het diepe grondwater (beneden -15 m NAP) stroomt niet omhoog, maar naar de Haarlemmermeer.

In de Zwanburgerpolder zijn de sloten allemaal door de kleilaag tot in het veen gegraven. In heel Nederland komt



Figuur 3: De hydrogeologische opbouw (GEOTOP) en grondwaterstroming rond het eiland de Zwanburgerpolder (a=antropogeen, v=veen, k=klei, kz=kleilig zand, zf= fijn zand, zm=matig fijn zand, zg= grof zand, g=grind, sche= schelpen). In de polder komt dijkkwel en kwel vanuit tussenlaag (o.a. wadzand) voor. Het grondwater in de diepere (Pleistocene) watervoerende laag stroomt naar de Haarlemmermeer.



Figuur 4:  
 Landelijke overzicht van bodems die vergelijkbaar zijn met de bodem van de Zwanburgerpolder, waar een klei bovengrond aanwezig is en het veenpakket op een diepte van 15 - 90 cm onder maaiveld begint. Gebaseerd op de BRO bodemkaart 2021.

ongeveer 200.000 ha land voor met een vergelijkbare bodemopbouw (Figuur 4). De classificatie is gebaseerd op de BRO bodemkaart van 2021 waarbij alle bodems met eenzelfde kleiige bovengrond en waar het veenpakket op een diepte tussen de 15 en 90 cm begint gecombineerd zijn tot één klasse.

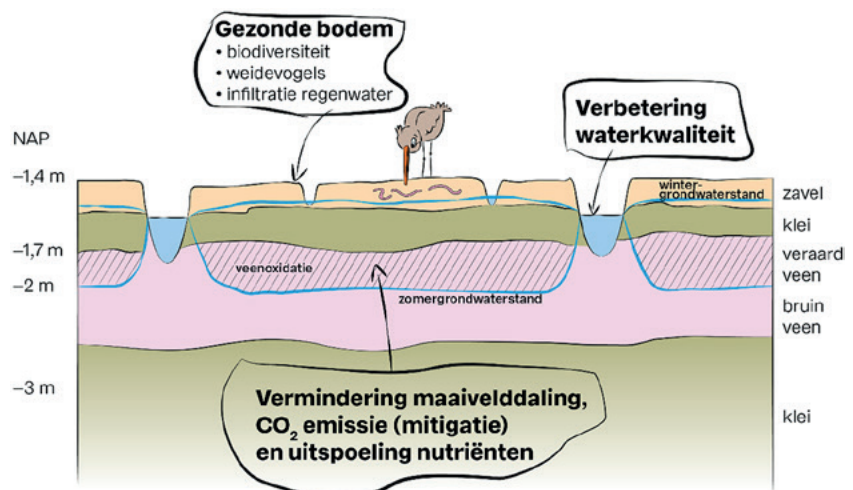
Wanneer de grondwaterstand tot in de veenlaag daalt tijdens droge zomerperiodes, oxideert het drooggelegde veen. Deze daling wordt voor bijna 100 % veroorzaakt door (grasland) verdamping, waarbij ten opzichte van het slootpeil ca. 60 cm diepe “holle” grondwaterstanden tussen de sloten ontstaan. Dit resulteert tevens in uitdroging van de bovenste kleilaag, wat schadelijk is voor de biodiversiteit. Daarnaast zorgt het voor veenafbraak/-oxidatie, CO<sub>2</sub> uitstoot en bodemdaling. In

het natte seizoen leidt dat tot uitspoeling van nutriënten en eutrofiëring (Figuur 5). Uit het ontstaan van deze holle waterspiegel werd ook duidelijk dat er vanuit de sloten (slootafstand ca. 55 tot 80 m) nauwelijks water richting het perceel stroomt.

### Agrarisch water- en bodembeheer in de Zwanburgerpolder vroeger, nu en in de toekomst

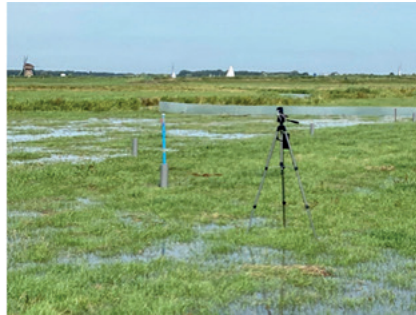
#### Vroeger

Door de eeuwen heen is de polder uitsluitend gebruikt als gras- en/of hooiland. Van de 17<sup>e</sup> tot de 20<sup>e</sup> eeuw was het landeigendom en landgebruik erg versnipperd en was sprake van vele disputen over het onderhoud van kades en sloten (jaarboekje Oud Leiden, 1962). Vanaf de 19<sup>e</sup> eeuw is



Figuur 5:

Schematisatie van de ondergrond in de Zwanburgerpolder. Bodemdaling kan voorkomen worden door veenoxidatie te verminderen. Dit leidt verder naar een vermindering in CO<sub>2</sub> uitstoot en nutriënten uitspoeling, een verbeterende waterkwaliteit en een gezondere bodem wat biodiversiteit stimuleert.



het grondeigendom, in lijn met landelijke ontwikkelingen, zich meer gaan concentreren bij enkele melkveehouders.

Boerderij De Eenzaamheid wordt sinds 1849 als melkveehouderij door de familie van Schie geëxploiteerd. De boerderij grensde toen nog aan een uiterst dynamische omgeving. De Zwanburgerpolder en Kagerplassen maakten onderdeel uit van de Haarlemmermeer. Deze werd in 1852 drooggelegd. De boezem werd toen bemalen door stoomgemalen waarbij de bemaling vooral tijdens eb plaatsvond. De grondwatersituatie op het eiland is toen ook veranderd door de drainerende werking van de vlakbij gelegen meer dan vijf meter diepe Haarlemmermeerpolder. De stijghoogte in het watervoerende pakket onder de Holocene deklaag is toen meters gedaald. Dit moet toen ook maaiveld daling hebben geleid t.g.v. consolidatie van de onderkant van deze Holocene deklaag.

De polderbemaling was toen nog afhankelijk van de in 1805 gebouwde, door wind aangedreven, Zwanburgermolen dat onregelmatige waterpeilen veroorzaakte, met regelmatige inundaties als gevolg. Deze molen verving een vermoedelijk al in 1632 aangelegde wipmolen (Molen Database, z.d.). Waarschijnlijk is al rond de 15<sup>e</sup> eeuw begonnen met de ontginning (en ontwatering) van het veenmoeras. Dat moeras lag aan het begin van de ontginning boven zeeniveau, maar moest daarna t.g.v. maaiveld daling worden ingepolderd, met extra maaiveld daling als gevolg. De totale maaiveld daling sinds 1500 wordt geschat op ca. 200-240 cm. Het huidige maaiveld ligt op ca. -1,4 m NAP (80 cm onder het boezempeil).

In 1958 werd het peilbeheer verbeterd door de aanleg van een elektrisch gemaal. De grootste veranderingen vonden plaats rondom de polder. Met vanaf 1910 de opkomst van de recreatie en in de jaren '70 de zandwinning van 93 hectare in de Zwanburgerpolder. een groot deel van de polder (93 hectare) "opgeofferd" (verkleind) voor zandwinning. Hierdoor is ruim de helft van de polder verdwenen en werden de Kagerplassen uitgebreid met 't Joppe (zie Figuur 2). De Zwanburgerpolder kreeg de vorm en omvang (90 ha land, 10 ha land en 2 ha bebouwing) die het nu heeft. De boezem, direct naast het eiland, heeft een tientallen meters diepe bodem (max. 39-42 m). De familie

heeft zich lang zorgen gemaakt over het effect hiervan op de bodem- en waterhuishouding op het eiland.

### Nu

In 2000 is het bedrijf omgeschakeld naar een biologische kaasboerderij. Sindsdien is vanzelfsprekend het gebruik van kunstmest en bestrijdingsmiddelen gestopt. Daardoor groeide wel meer (on)kruid dat deels als positief en deels als negatief werd ervaren. Er is meer aandacht gekomen voor weidevogel- en slootkantbeheer. In 2017 werd een extra twaalf hectare van de buurman aangekocht. Dat was al zo'n tien jaar nauwelijks actief bewerkt en wordt ook nu extensief gebruikt (veel weidevogelbeheer, uitgesteld maaien en plasdras). Momenteel bezit het bedrijf 50 melkkoeien en 25 kalveren op 40,7 hectare land. Er is nog een (gangbare) melkveehouder met landeigendom in de polder. Zijn bedrijf ligt grotendeels op het vaste land. Het land in de Zwanburgerpolder wordt voornamelijk gebruikt voor jongvee opfok, graswinning en weidevogelbeheer.

In Tabel 1 op de volgende pagina zijn de actuele stof- en waterstromen voor de boerderij bij elkaar gebracht. Niet alle balansposten kunnen nog worden ingevuld.

De waterstromen laten zien dat de polder kwelwater ontvangt. Dit is voor een groot deel dijkkwel. Daarnaast is sprake van kwel vanuit de wadzandlaag, welke gevoed wordt door de boezem. Deze wadzandkwel stijgt alleen in de winter op. Eventuele oppervlaktewateraanvoer vanuit de boezem is gering. De familie kan dit zelf regelen. Wat betreft de toevoer naar het eiland is krachtvoer een noodzakelijkheid. De gebruikte energiedragers bieden nog mogelijkheid voor verduurzaming. Misschien kan kalk, noodzakelijk voor pH-buffering graszode, in de toekomst worden vervangen door het mineraal olivijn. Dit mineraal helpt ook CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer vast te leggen. Mogelijk kan de haalbaarheid hiervan m.b.v. een experiment op de boerderij verder worden onderzocht. Wat betreft de interne stofstromen moet nog beter worden begrepen waar verliezen naar het oppervlaktewater kunnen worden tegengegaan.

De toekomstwens is een regeneratief polderlandschap en bestaansmodel. Daarvoor zijn vier dingen nodig: (1) een eerlijke prijs voor kaas, o.a. met behulp van het winkelconcept Oogst, (2) inkomsten uit nevenactiviteiten

STOFSTROMEN NAAR HET EILAND			
Neerslag met opgeloste stoffen	559-936 mm		Periode 2017-2020
Kwel	485-1054 mm	Dijkkwel hele jaar Kwel vanuit diepte alleen in winter	Periode 2017-2020
Waterinlaat	Niet tot zeer weinig	Tijdens droge warme perioden	Doorspoeling van algen
Lekverlies sluis	Zeer gering		Boezemwater
Droge depositie	Onbekend	Altijd	Droge depositie
Krachtvoer	59 ton/jaar	Hele jaar door	Koeien krijgen 1,5 kg/dag in zomer en 3 kg/dag in winter
Kalk	0,5-1 ton/ha/jaar	1 keer per 2 jaar	Vroeger mijnkalk, nu eierschalen (2 ton/ha)
Gras van aangrenzend SBB-eiland	22.500 kg/jaar	Juli-september	Aangevoerd per boot
Brandstof, gas en elektriciteit	4000 liter diesel, 7000 liter propaangas, 40.000kwh,	Continu	Voertuigen, productie, huis
STOFSTROMEN NAAR BUITEN HET EILAND			
Wateruitlaat (bemalen)	Ca. 1100-1450 mm	Gehele jaar. Ook tijdens (extreem) droge zomers	Door elektrisch gemaal en windmolen
Verdamping	600-680 mm		Periode 2017-2020
Kaas	22 ton/jaar	Continu	Gemaakt uit ca. 275.000 liter melk
Melk	75.000 liter/jaar	Continu	Naar melk fabriek
Gras	32.000 kg/jaar	Tussen mei en september	Gebruikt als paardenvoeding
Ammoniak (NH4), CO <sub>2</sub>	Naar de atmosfeer	CO <sub>2</sub> door mineralisatie veen vooral in droge tijd	NH4 tijdens mest uitrijden. CO <sub>2</sub> ook door verbranding gas en brandstof
Uitgespoelde oxidatie producten vanuit veen/klei bodem	Onbekend	Via uitwatering. Vooral in winter. Alleen dan draineren sloten ondiep grondwater	Fosfaat, stikstof etc.
Afspoeling vanaf boerenerf en (randen) weiland	Onbekend	Via afspoeling naar oppervlaktewater	
CIRCULAIRE STOFSTROMEN OP HET EILAND			
Bagger (ecologisch)	Baggeren van bovenste 20 cm slootbodems	Elk jaar september	Bagger en waterplanten langs de sloot gedeponeerd.
Bagger (extensief)		1 x per 2jaar in zomer	Tot 30 m vanaf sloten gespotten.
Vloerbare mest eigen veestapel	1800 m <sup>3</sup> /jaar	Eind maart (2-3 x per perceel) na het maaien	Met water uitgereden
Vaste mest eigen veestapel	60 m <sup>3</sup> /jaar	Eind maart	Vooral naar weidevogel terrein
Gemaaid gras (hooi)	168,75 ton/jaar	Tussen mei en september	
Wei	150.000 liter	Continu	Restproduct kaasmakerij. Helft gaat naar kalveren, helft naar mestdepot.

Tabel 1: De stof- en waterstromen voor boerderij De Eenzaamheid.

op gebied van recreatie, educatie en inspiratie, (3) de bodem, biodiversiteit en dierenwelzijn verbeteren, o.a. met de bouw van een nieuwe stal met ander meststelsel en (4) water gebruiken als instrument om zomerse veenoxidatie tegen te gaan.

### Water en bodem sturend en boerderij De Eenzaamheid

Het hierboven geschetste bestaansmodel past goed bij het kader zoals dat is omschreven in de kamerbrief Water en Bodem sturend (Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat, 2022). In deze brief worden een aantal

structurende keuzes benoemd om ervoor te zorgen dat onze watervoorraden en ecosystemen duurzaam beschermd zijn en effecten van klimaatverandering beter kunnen opvangen. Voor laagveengebieden betekent dit:

- Een bewegen naar een grondwaterstand van 20 tot 40 cm onder maaiveld, afhankelijk van bodemcompositie, omstandigheden van het watersysteem en de behoeften van het gebied,
- Het minimaliseren van de aanvoer van gebiedsvreemd water en,



■ Het duurzaam beheren van de landbouwgronden door maatregelen op het gebied van materieel, nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen eruit te werken.

Voor de boerderij betekent dit vooral dat verdere maaiveld daling moet worden gestopt. De aanvoer van gebiedsvreemd boezemwater is al sterk gereduceerd. Het duurzaam beheer van de landbouwgronden was als biologische boerderij al lang ingezet. Er is ook al een start gemaakt om de bodem en weiland nog natuurvriendelijker te maken (bodemvitaliteit, weidevogels, oevers).

Voor de boerderij geldt dat de wintergrondwaterstand (ca. 20-30 cm onder maaiveld) aan bovenstaand bodemwater-sturend criterium voor veengebieden voldoet, maar dat het grondwaterwaterpeil in de zomer verhoogd moet worden zodat de veenlaag nat blijft. Minder hoog dan in een veengebied zonder kleidek, maar wel hoger dan nu. Echter, de grootste veroorzaker, verdamping is niet te stoppen. Er is dus water nodig om de verdamping te compenseren. Dit kan met gebruik van het aanwezige polderwater. Ook in droge tijden is er op polderschaal sprake van een wateroverschot en moet slotwater uit de polder worden weggepompt. Het is geen aanslag op het polderwater, wel een vermindering van de uitwatering naar de boezem.

Maar hoe worden dan de normen voor de grondwaterstand bij een klei op veengrond als Boerderij De Eenzaamheid bepaald én gemonitord? Het veen zou niet mogen droogvallen, dus om dat te voorkomen moet de grondwaterstand nooit dieper dan 60 cm onder maaiveld (dikte zavel-kleilaag) uitzakken. Dat is ongeveer 30 cm onder slootpeil. Nu daalt de grondwaterstand vaak tot 90-100 cm onder maaiveld. Dus een 30-40 cm verhoging van de zomergrondwaterstand is minimaal noodzakelijk. Maar is dit genoeg voor het bodemleven en de weidevogels? Deze kleilaag kan tijdens droogte namelijk erg hard worden en ondoordringbaar voor snavels. Om dit te bestrijden is waarschijnlijk een nog ondiepere zomergrondwaterstand gewenst. De hoogte hiervan wordt begrensd door het landgebruik in de zomer (beweiden, hooien, mest uitrijden). Uit ervaring van de familie van Schie wordt geschat dat deze in de zomer niet hoger dan 30-40 cm onder maaiveld mag stijgen. Echter, bestaat wel de zorg dat als het dan

een week veel regent een “baggerbende” ontstaat. Dus dan moet er dan ook snel water afgevoerd kunnen worden.

In de zomer werd tot enkele jaren terug ook boezemwater ingelaten. Vooral om de sloten door te spoelen. Deze aanvoer is nu bijna volledig gestopt en vindt alleen incidenteel plaats.

Hoe moet worden omgegaan met fosfaatwaarden die ver boven de KRW-waarden liggen? Deze zijn voor een groot deel het gevolg zijn van de bodemsamenstelling en minder veroorzaakt door het agrarisch landgebruik en afspoeling vanaf het erf. Fosfaat is waarschijnlijk grotendeels afkomstig vanuit het veraarde veen en mogelijk stroomt het ook toe vanuit de boezem via dijkkwel, of komt het uit de bagger beschikbaar. Tijdens vervolgstudies moet deze herkomst beter worden begrepen.

Hoe zorgen we bij een transitie dat het verdienvermogen van een boer op peil blijft om te voorkomen dat de maatschappij opgezadeld wordt met nog meer dure uitkoopregelingen? Meer betalen voor biologische producten? Meer ontvangen voor de boer als mede-natuurbeheerder? Of investeren in alternatieve inkomsten zoals bijvoorbeeld bio-winkels, cursussen bio-regeneratieve landbouw, rondleidingen bedrijfsleven?

## Mogelijke vernattingsingrepen

Tijdens de MSc studie (Nougues, 2022) is het (grond) watersysteem in de Zwanburgerpolder uitgebreid onderzocht en zijn op basis van deze studie maatregelen voorgesteld. Het effect op de grondwaterstand van enkele maatregelen is daarbij doorgerekend. Deze studie toonde dat de wintergrondwaterstand dicht aan maaiveld (boven het slootpeil) staat en beheerst wordt door smalle, ongeveer 30 cm diepe greppeltjes. In de lente komen deze droog te staan. Daarna daalt de grondwaterstand tot ca. 60 cm onder het slootpeil. Met dit uitgangspunt bestaan verschillende vernattingsopties om de zomergrondwaterstand te verhogen.

Aanvullend is tijdens een vervolgonderzoek een beschrijving uitgevoerd van alle mogelijke vernattingsmaatregelen die kwalitatief op effectiviteit zijn

VERNATTINGSMAATREGEL	BESCHRIJVING EN BEOORDELING
1. Slootpeilverhoging	De relatie grondwaterstand en oppervlaktewaterpeil blijkt gering te zijn. Een verhoging zal (vooral in de zomer) weinig bijdragen.
2. (Winter) drainage verminderen	De ontwateringsgreppels verwijderen zal het terrein plas-dras maken. Dit is vanuit agrarische en bodemkundig standpunt minder gewenst.
3. Slootafstand verkleinen	Dit lijkt theoretisch gunstig, maar waarschijnlijk in de praktijk minder. Dit door de hoge intree-weerstand van de slootbodem en dominante rol van verdamping. Daarnaast kost het land en wordt het gebruik minder praktisch.
4. Onderwaterdrainage aanleggen	Onderwaterdrainage (direct tussen sloten) en drukdrainage lijken theoretisch ook opties. Echter, deze zijn kostbaar en vergen veel onderhoud.
5. Drukdrainage	
6. Moldrainage aanbrengen (“sub-irrigatie”)	Vergelijkbaar met onderwaterdrainage. Stevige grond is echter noodzakelijk. Hier ongewenst door sterke bodemverstoring.
7. Beregenen	In deze situatie een goede oplossing vanaf het moment dat de grondwaterstand daalt en het verdampingsverlies door beregening kan worden geremd. Kostbaar en arbeidsintensief.
8. Kwelinvloed vergroten	In kwelgebieden kan eventueel de kwelinvloed worden vergroot. Bijvoorbeeld m.b.v. verticale drains (“grindpalen”). Nadeel is dat de kleilaag voor altijd “beschadigd” wordt.
9. Slootwegzijing vergroten	In de Zwanburgerpolder blijkt de doorlatendheid van het veenpakket onverwacht groot. Het steile verhang van de grondwaterstand langs de sloot toont dat het slootwater t.g.v. een hoge slootbodemweerstand nauwelijks kan toestromen. Mogelijk kan “openen” van de slootbodem deze toestroom verhogen. Onderzoek gewenst. Kan dit werken?
10. (Zomer-) inundatie	In dit artikel beschreven als een eenvoudige en goedkope oplossing. Planning en optimalisatie verder noodzakelijk.
11 Verminderen evapotranspiratie (verdamping)	De “holle” grondwaterspiegel wordt hoofdzakelijk bepaald door het watergebruik van het gras (evapotranspiratie). Zijn er grassoorten die veel minder water gebruiken?

Tabel 2:

Mogelijke vernattingsmaatregelen om de zomergrondwater stand te verhogen. De maatregelen worden op geschiktheid beoordeeld

beoordeeld (Tabel 2). Hierbij kwam inundatie als het meest kansrijk naar voren voor de Zwanburgerpolder. Daarom is een experiment ontworpen en uitgevoerd om deze oplossing te testen.

Met dit inundatie experiment is er verkend of veen snel, goedkoop en doelmatig kan worden verzadigd door een perceel te inunderen met (overtollig) slootwater. In dat geval, biedt het mogelijk een goedkoper en sneller alternatief voor andere technologische methoden die gebruikt worden om de grondwaterstand in het veenweidegebied te verhogen in de zomer, zoals onderwaterdrainage en drukdrainage. Daarnaast heeft dit vernattingsmaatregel als voordeel dat het geen blijvende verandering in het landschap achterlaat.

Dat de veenlaag ondanks de bovenste dunne kleilaag kan oxideren doet vermoeden dat zuurstof toe kan treden door krimpscheuren in de afdekkende kleilaag. De hypothese voor de inundatieproef is dat als zuurstof via de krimpscheuren kan doordringen naar

het veenpakket, deze krimpscheuren ook de infiltratie van inundatiewater kunnen faciliteren, waardoor er minder oxidatie van de veenlaag zou plaats vinden.

### Proefbeschrijving

Het proefperceel was 145 m lang en 60 tot 80 m breed. Het perceel werd opgesplitst in twee gebieden: het te inunderen gebied van 40 x 80 m (het inundatieperceel) en het niet geïnundeerde gebied (het referentieperceel). De gebieden zijn gescheiden met een scherm dat tot ongeveer 25 – 30 cm de grond in werd gebracht (Stuurman, Nougues, Kooi, 2022). Deze schermen worden al veel gebruikt in de bollenteelt om door inundatie aaltjes te doden. Dit scherm bleek lekkage via de ondiepe zavel laag perfect te voorkomen. Er stroomde wel onverwacht veel water via het veenpakket onder het scherm door. Aan beide kanten van het scherm zijn verschillende grondwatermeetpunten ingericht die uitgerust waren met sensoren die hoogfrequent de veranderende grondwaterstanden konden vastleggen. Deze metingen werden tot acht weken na de proef voortgezet.



Figuur 6: Inundatieproef in volle gang

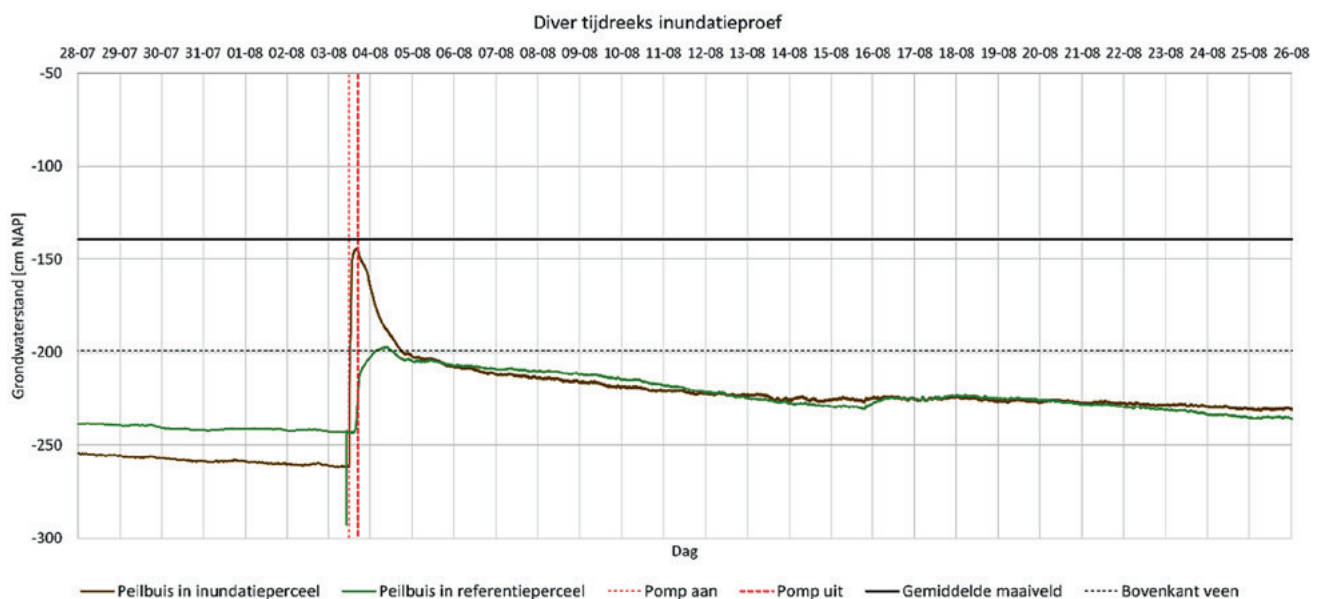
Op 3 augustus heeft een pomp vijf en een half uur slotwater op het inundatieperceel gepompt. Met een geschat pompdebiet van 25 l/s, is er dus  $\pm 500 \text{ m}^3$  water uit de sloot het perceel in gepompt. Dit komt overeen met een waterlaag van 15-16 cm (Figuur 6).

## Proefresultaten

Het inundatiewater was al binnen een paar uur na het uitzetten van de pomp de bodem ingezakt. De kleilaag vormde dus nauwelijks een belemmering voor infiltratie. De grondwaterstanden in het inundatieperceel reageerden ook snel op de inundatie, al binnen enkele uren (Figuur 7,

bruine lijn). Het inundatiewater heeft zich ook (onverwacht) makkelijk vanuit het inundatieperceel door het veenpakket verspreid naar het referentieperceel. 36 uur na het begin van het pompen was het veen ter hoogte van de twee referentiemeetpunten (op een afstand van 60 m van het scherm) volledig verzadigd (Figuur 7, groene lijn). De veenlaag lijkt dus een erg hoge doorlatendheid te hebben. Aan het eind van de proefperiode, 21 dagen na de inundatie, was de grondwaterstand nog steeds enkele decimeters hoger dan de stand aan het begin van de proef.

Tijdens de proef is er een duidelijke correlatie gevonden tussen tijdelijke grondwaterstandsfluctuaties en bodem-



Figuur 7: Tijdreeks van twee divers: een in het inundatieperceel en een in het referentieperceel. De daling van de grondwaterstanden in het inundatieperceel kan grotendeels worden verklaard door wegstrooming richting referentieperceel.





beweging. Na de inundatie was het maaiveldniveau 4-59 mm hoger dan aan het einde van de proefperiode, wat dezelfde dynamiek volgt als de gemeten grondwaterstanden. Dit laat zien hoe het maaiveldniveau beïnvloed wordt door het sponsgedrag van de ondergrond.

Van 1 augustus tot 26 augustus (einde proefperiode) is er door het poldergemaal 17.766 m<sup>3</sup> uitgepompt. Deze uitgemaakte hoeveelheid moet grotendeels uit dijkkwel afkomstig zijn omdat de stijghoogte in het wadzandpakket gelijk was aan het polderpeil tijdens de proef. Het uit de sloot onttrokken water was maar een fractie (2,8 %) van wat er in deze periode door het poldergemaal werd uitgepompt. Het inunderen van het perceel leverde dus nauwelijks extra druk op het slootwaterpeil in de Zwanburgerpolder.

## Conclusies en aanbevelingen

Het onderzoek toont aan dat er niet één methode bestaat om water en bodem sturend in de praktijk te implementeren. Om dit te kunnen moet een goede water- en bodemsysteem analyse plaatsvinden, inclusief ecologie. Begrip over de grondwater – oppervlaktewater relatie, kwel of wegzijging, staat van het veen (tot hoe diep al geoxideerd?) en begrijpen hoe de waterkwaliteit wordt bepaald (vervuiling of veenoxidatie?). Duurzaam beheer en landgebruik wordt bij een biologische boerderij wel gewaarborgd. Hoe zit dat bij niet-biologische boerderijen?

De proef liet zien dat het veen in de Zwanburgerpolder snel, goedkoop en doelmatig kan worden verzadigd door een

perceel te inunderen met (overtollig) slootwater. Binnen enkele uren was de grondwaterstand in het veen met ca. 40 cm gestegen en was het veen in het inundatieperceel geheel verzadigd. Het effect van de inundatie was een aantal weken na de vernatting nog merkbaar. Dat terwijl het inundatieperceel de volgende ochtend al wel weer begaanbaar was, wat voor een terreineigenaar betekent dat er geen vertragingen in het beweidingsplan komen. De uitvoeringskosten van de proef waren ook erg gering. Echter, voor opschaling is het misschien gewenst een leidingnetwerk aan te leggen dat gevoed wordt door één pomp, of mogelijk gravitatief wordt gevoed vanuit het boezemwater. Bij gebruik van een pomp zal dan zonenergie kunnen worden gebruikt. Schermen zijn dan niet nodig, omdat percelen meestal worden omgrensd door kleine verhoging als gevolg van het baggeren.

Na het succes van de inundatieproef wordt er gewerkt aan een vervolgstudie. Hier zal een heel perceel onder water komen te staan in plaats van een deel. Op deze manier zal de grondwaterstand na het inunderen alleen beïnvloed worden door verdamping, of mogelijk door afstroming onder de sloten door naar de niet geïnundeerde aangrenzende percelen.

Verder zal in de vervolgstudie de onderzoeksrichting worden verbreed om zo antwoorden te kunnen geven op de andere vragen die in dit artikel zijn gesteld. Zoals over het effect van de inundatie op de waterkwaliteit van de aangrenzende sloten en het grondwater, de biodiversiteit en de uitstoot van broeikasgassen, met name methaan

emissies, die tegenovergesteld aan CO<sub>2</sub>-emissies, een grotere rol spelen bij grondwaterstanden van 20 cm onder maaiveld en minder (Erkens et al., 2022). Daarnaast, gezien de hoge doorlatendheid van het veenpakket dat doorsneden wordt door de sloten, zal er onderzocht worden of het niet mogelijk is om in plaats van inunderen, de wegzijging vanuit de sloten te vergroten.

Als de vervolgprouf eveneens succesvol blijkt te zijn, opent dit de deur naar het opschalen van de inundatie naar grotere gebieden. Voor boerderij de Eenzaamheid, kan dit een opschaling naar het hele bedrijf betekenen (40,7 hectare), maar dit zou ook een opschaling naar andere boerderijen met vergelijkbare eigenschappen kunnen betekenen, zie Figuur 4. Voor een succesvolle prouf, is het wel belangrijk dat een boerderij toegang heeft tot “duurzaam water” zoals overtollig slootwater en vergelijkbare bodemeigenschappen heeft.

## REFLECTIE VAN DE BOER

*Het is hoopgevend dat er tussen het spectrum van technologische oplossingen en volledig onder water zetten ook een natuurlijke en gerichte manier is om invloed uit te oefenen op het waterpeil en voorkomen van veenoxidatie. Bovendien is het hoopgevend dat de prouf tevens een positieve invloed heeft op het gewas, terwijl de waterbalans in de polder niet verstoord is omdat gebruik is gemaakt van ‘overtollig’ water uit eigen polder. Ik kijk er naar uit om deze methode verder te onderzoeken en ontwikkelen om de transitie naar regeneratieve melkveehouderij te versnellen. Bij opschaling van de prouf naar volledige areaal ontstaan twee uitdagingen (1) het aanleggen van de benodigde pijpen pompsystemen en (2) de management uitdaging om inundatie op perceel niveau af te stemmen met grazend vee en maaidata.*

*Een regeneratief polderlandschap is mogelijk. Daar hebben we dan wel een sterke groep ondernemers, experts, bestuurders en beleidsmakers nodig, die buiten de bestaande kaders nieuwe ontwikkelingen mogelijk maken. Jouw werk doet ertoe!*

## Bronnen

- [www.boerderijdeeenzaamheid.nl](http://www.boerderijdeeenzaamheid.nl)
- Erkens, G., Melman, R., Jansen, S., Boonman, J., Hefting, M., Keuskamp, J., Bootsma, H., Nougues, L., van den Berg, M., van der Velde, Y. (2022). Subsurface Organic Matter Emission Registration Systems (SOMERS). Beschrijving SOMERS 1.0, onderliggende modellen en veenweiderekenregels. <https://www.nobveenweiden.nl/wp-content/uploads/2022/12/SOMERS-1.0-rapport-2022-v4.0.pdf>
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2022), Kamerbrief ‘Water en Bodem sturend’, 25 november 2022, kenmerk: I E NW/BSK-2022/283041. <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-c35e65eba0903d738ae26dab222462337b0d8de7/pdf>
- Molendatabase (z.d.) De Nederlandse Molendatabase. <https://www.molendatabase.nl/>
- Nougues, L. (2021). Limiting land subsidence of an island polder with a clay - peat subsurface. <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:2372f007-4a26-4f08-b80b-8409ddb4204?collection=education>
- Stuurman, Roelof, Laura Nougues en Henk Kooi (2022). Inundatieprouf Zwanburgerpolder. Deltares rapportage (ppt).
- WijLand (2020). Regeneratieve landbouw in de Zwanbugerpolder. <https://wij.land/regeneratieve-landbouw-in-de-zwanburgerpolder/>
- Biemond, J. (2018). De geschiedenis van Kaageiland. <https://rijnlandgeschiedenis.nl/documenten/oude-wetering-stichting-oud-alkemade/de-geschiedenis-van-kaageiland-deel-1-en-deel-2.pdf>