



ALTErrA

WAGENINGEN UR

Bodemonderzoek Dijkmanshuizen

Evaluatie maatregelen tegen verdroging en verzuring

Wageningen, april 2010

Bas van Delft

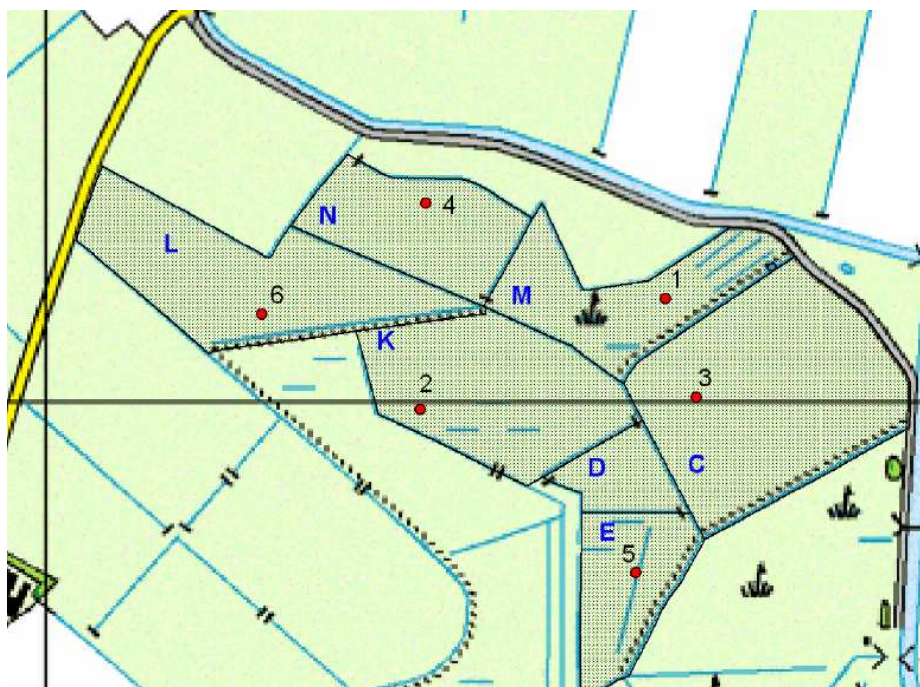


Inleiding

In het natuurgebied Dijkmanshuizen op Texel komen steeds meer zuur-indicerende plantensoorten voor. Verondersteld wordt dat dit komt door een diepe waterlossing langs de noord- en oostkant van het gebied. Hierdoor wordt brak kwelwater afgevangen en neemt de berging voor neerslagwater in de bodem toe. De vroeger aanwezige brakke kwel is verdwenen en de bodem is veranderd in een inzijgings- en zuurstofrijke bodem waardoor pyriet kan oxideren en een zoetwaterlens gevormd kan worden. Pyriet (ijzersulfide = FeS_2) kan lang in de bodem onveranderd blijven, maar met zuurstof en water wordt het omgezet in zwavelzuur, en zorgt het voor verzuring. De verzuring is dan het gevolg van verdroging.

Voor de lange termijn wordt de voorkeur gegeven aan meer structurele ingrepen zoals het verplaatsen van de diepe waterlossing waardoor brakke kwel in het gebied behouden blijft. Om de verzuring op korte termijn aan te pakken is in 2006 gestart met een aantal noodmaatregelen. Het probleem kan aangepakt worden via het stopzetten van de aeratie van de bodem dan wel het oppeppen van de pH.

Binnen de percelen worden 3 verschillende maatregelen toegepast: bekalken, bemesten met ruige stalmest en bevoeien met water uit de naastgelegen sloot. De maatregelen worden afzonderlijk of in combinatie toegepast (zie Figuur 1 en Tabel 1). De maatregelen en de uitgangssituatie zijn beschreven in Slingerland 2006.



Figuur 1 Percelen in Dijkmanshuizen waar noodmaatregelen genomen zijn

Tabel 1 Overzicht van de genomen maatregelen per perceel. De nummer van de vegetatieopnamen verwijzen naar het monitoringsonderzoek (Slingerland 2006).

Terreinvak	Maatregel	vegetatieopname
C	bevloeien	3
D	bemesten+bekalken+bevloeien	
E	bemesten+bekalken+bevloeien	5
K	bekalken	2
L	niets doen	6
M	bemesten en begreppelen	1
N	bemesten en bekalken	4

Uit monitoringsgegevens (Slingerland 2006) blijkt dat de vermossing minder geworden is, maar er bestaat ook de vrees voor toename van productieve soorten als gestreepte witbol. Er wordt echter ook een toename van soorten en aantallen van Harlekijnorchis, gevlekte- en brede orchis waargenomen (m.m. L. Tinga).

Om inzicht te krijgen in het effect van de maatregelen op de bodem heeft Natuurmonumenten aan Alterra verzocht bodemmonsters te nemen en profielbeschrijvingen te maken bij de 6 vegetatieopnamen. Hierbij wordt een antwoord gezocht op de volgende vragen:

1. Wat is de voedingstoestand van de bodem?
2. Wat is de verzuringgevoeligheid van de bodem?
3. Is verzuring of verdroging de belangrijkste oorzaak van de verandering van de vegetatie?
4. Kunnen we aan de hand van bodemmonsters en bodemprofielen zeggen wat de beste (interne) maatregel is om te nemen?
5. Is er een maatregel waar we meteen mee moeten stoppen (bijvoorbeeld bemesting)?
6. Heeft het zin om maatregelen te nemen als de waterhuishouding niet op orde is? (Het waterhuishouding probleem speelt vooral in de periode van mei tot en met augustus, de rest van het jaar kan de beheerder het water in de sloten wel op peil houden.)
7. Zit er (veel) bodemleven (of sporen van) in de grond?

Op basis van de hoogteligging en de profielbeschrijvingen zijn drie transecten uitgewerkt. De ligging van de boorpunten en transecten is aangegeven in bijlage 1.

Geologie Bodem en Water

Dijkmanshuizen wordt gerekend tot het 'oude land' van Texel en ligt aan de rand van een pleistocene opduiking die bij Den Burg een hoogte bereikt van meer dan 10 meter boven NAP (Kloosterhuis 1986). Binnen het onderzoeksgebied komt dekzand voor tussen 40 en 120 cm – mv. Omdat in het begin van het Holoceen de zeespiegel veel lager lag dan nu, lag het gebied op een heuvel en zijn in deze dekzandgronden door infiltratie van neerslagwater podzolprofielen ontstaan. Tijdens het Subboreaal ontstond in het gebied dat thans de Waddenzee is op grote schaal veenvorming (Hollandveen) als gevolg van de gebrekkige afwatering door de strandwallen ten westen van de huidige eilanden. Het grootste deel van dit veen is door

latere erosie weer verdwenen. Bij boringen in Dijkmanshuizen (zie bijlage 2) zijn plaatselijk dunne veraarde veeblaagjes aangetroffen op de overgang naar het dekzand, die mogelijk resten zijn van dit Hollandveen. In de omgeving van Dijkmanshuizen komt zogenaamd 'knipklei' op dekzand voor (kMn63Cp). De onderste fase hiervan is vaak humeus en zuur hetgeen wijst op voormalige pyrietrijke klei, waarin plaatselijk kattekleiverschijnselen worden aangetroffen. Deze afzettingen worden gerekend tot de afzettingen van Duinkerke van voor ca 1200. Hierop komt een tweede afzettingsfase voor die humusarm is en een hogere pH heeft. In Dijkmanshuizen zijn deze afzettingen grotendeels afgegraven in verband met de dijk aanleg in de Middeleeuwen. Mede daardoor ligt het gebied ook duidelijk lager dan de omgeving. Op de Bodemkaart van Nederland (Kloosterhuis 1986) is het gebied dan ook grotendeels aangegeven als een Associatie van afgegraven kleigronden (AAK). Voor een deel is de lage ligging echter ook te verklaren door de ligging in een erosiegeul 'De Lange Waal' die ontstaan is tijdens de transgressie tussen 1100 en 1300. Hierbij zijn ook zandige oeverafzettingen afgezet die bestaan uit opgewoeld dekzand, vermengd met wat lutum. Langs de noordoostrand en ten zuidwesten van Dijkmanshuizen zijn deze afzettingen op de bodemkaart terug te vinden als vlakvaaggronden (Zn21p en Zn23). In de laagte van Dijkmanshuizen zijn ook gelaagde afzettingen van zand en klei gevormd. Niet altijd is duidelijk welke afzettingen tot deze fase (Duinkerke na 1200) behoren. In de tweede helft van de 14^e eeuw is het gebied bedijkt. In het begin waren deze dijken nog laag en kwetsbaar, waardoor overstromingen nog wel voor kwamen.

In de huidige situatie vormt Dijkmanshuizen een laagte met het maaiveld op ca 50 cm – NAP. De gronden in de omgeving liggen tot 30 cm + NAP. Door de lage ligging stroomt brakke kwel naar het gebied. Vanwege de diepere ontwatering in de omliggende landbouwpolders wordt een deel van deze kwelstroom echter afgebogen naar de diepe waterlossingen die langs Dijkmanshuizen liggen. Ter compensatie wordt wel brak water vanuit het zuiden aangevoerd via een hoofdsloot die in het noordwesten uitkomt in de grote waterlossing (zie bijlage 1).

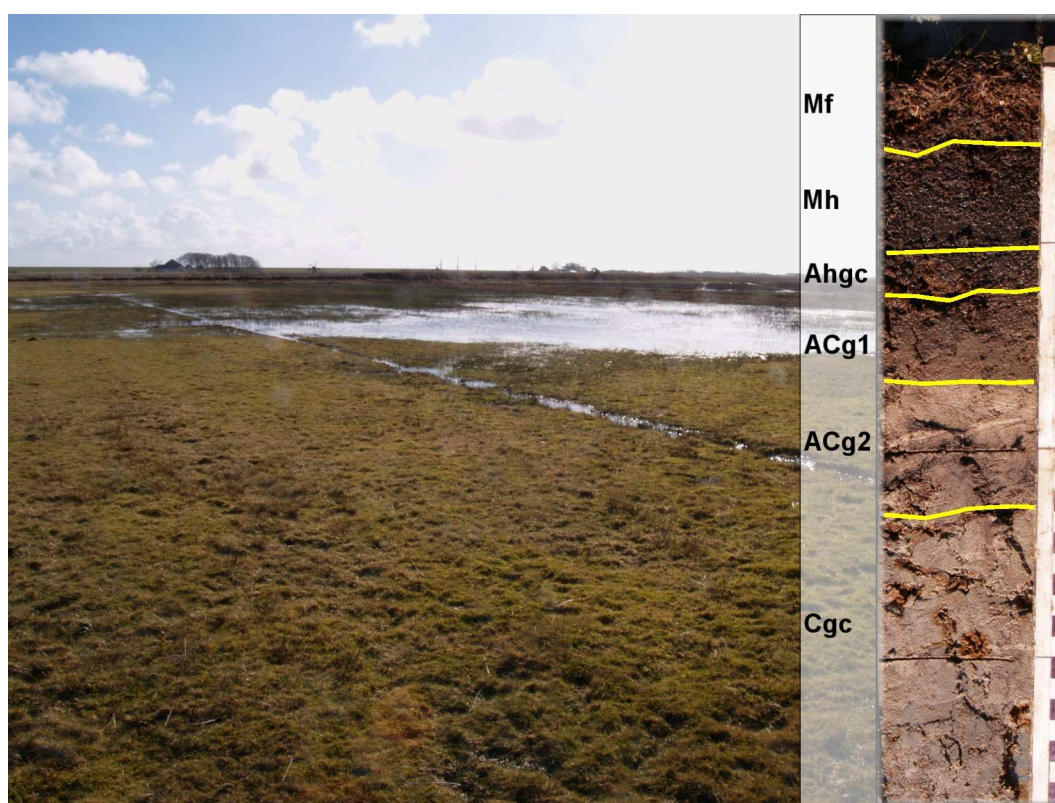
Veldonderzoek

Bodem en humusprofielen

Op 2 maart 2010 zijn profielbeschrijvingen (bodem en humus) gemaakt bij de 6 locaties waar de vegetatie gemonitord wordt. De profielbeschrijvingen zijn opgenomen in bijlage 2. Bij alle boringen is tussen 40 en 85 cm – mv. dekzand aangetroffen met een humuspodzol-B horizont. De top van het podzolprofiel (A- en E-horizonten) zijn over het algemeen door erosie verdwenen. Alleen bij DK03 werd vanaf 40 cm – mv. een volledig podzolprofiel aangetroffen. Bij DK04 en DK05 komt nog 10-15 cm veraard veen voor dat tot het Hollandveen gerekend kan worden. In de profielen langs de noordkant (DK01, DK03 en DK04) komen oeverafzettingen voor. Deze zijn afgezet langs de noordrand van de middeleeuwse erosiegeul (Lange Waal). Deze afzetting zijn 25 à 60 dik en bestaan uit zwak lemig tot zeer sterk lemig zeer zijn zand en zijn over het algemeen kalkloos of kalkarm. In het onderste

deel van dit pakket komt bij DK01 wat schelpgruis voor. Bij DK03 komt hier nog een dunne laag zware zavel op voor. De oeverafzettingen liggen op het dekzand, of, zoals bij DK04 op een dunne kleilaag. Ten zuiden van deze oeverafzettingen is de laagte opgevuld met gelaagde pakketten zavel en lichte klei. Meestal zijn deze afzetting gerijpt, behalve bij DK02 waar van 50 tot 75 cm – mv. slappe, ongerijpte zavel met wat schelpjes voor komt, direct op het dekzand. Ook bij DK05, komt tussen 40 en 50 cm – mv, op een dunne schelpenrijke zandlaag, half gerijpte zavel voor.

De oeverafzettingen in het noorden zijn bovenin kalkloos, maar kunnen in het onderste deel schelpgruis bevatten en daardoor kalkrijk zijn. De zavel en kleien in het zuidelijk deel zijn overwegend kalkhoudend of kalkrijk afgezet, maar kunnen door ontkalking in de bovenste decimeters kalkloos zijn. Hierbij kan verzuring door pyrietoxidatie een rol gespeeld hebben. Ook het dekzand onderliggende is plaatselijk kalkhoudend, mogelijk als gevolg van secundaire kalkafzetting. Het profiel bij DK06 is over de hele diepte kalkhoudend of kalkrijk. Bij DK03 is het gehele profiel kalkloos, mogelijk als gevolg van pyrietoxidatie, maar waarschijnlijk heeft het profiel nooit veel kalk bevat. Het bestaat uit 40 cm oeverafzettingen op dekzand. Roestconcreties in de onderste 17 cm van de oeverafzettingen (23-40 cm – mv.) zouden wel ontstaan kunnen zijn door oxidatie van pyriet.



Figuur 2 Profiel bij DK03. Tussen 23 en 40 cm (Cgc-horizont) komen ijzerconcreties voor die ontstaan zijn door pyrietoxidatie. De jarosiet is hier inmiddels deels omgezet in ijzeroxide. Het humusprofiel is een schraalhydromoder (DHs).

In de meeste profielen worden aanwijzingen voor pyrietoxidatie gevonden, in de vorm van gelige jarosietvlekken in de periodiek verzadigde zone. Soms is

het jarosiet inmiddels omgezet in ijzeroxide dat als roestconcreties herkenbaar is (zie Figuur 2). Ook het verloop van de zuurgraad (zie de pH-profielen) kan hiervoor een aanwijzing zijn. De belangrijkste toets voor het voorkomen van pyrietoxidatie is natuurlijk de pyrietbepaling (zie bij bemonstering).

Tabel 2 Samenvatting profielkenmerken. Zie ook bijlage 2.

Boring	Maaiveld (cm +NAP)	Bodem	GHG	GLG	Gt	Humusvorm	Begindiepte kalk	Bekalken	Bemesten	Bevloeden
DK01	-0,50	Zn40Ap	5	70	IIa	DHs - Schraalhydromoder	45	nee	ja	ja
DK02	-0,48	Mo20Ap	0	45	Ia	DHi - Slikhydromoder	25	ja	nee	nee
DK03	-0,45	Mn52Cp	0	85	IIIa	DHs - Schraalhydromoder	> 120	nee	nee	ja
DK04	-0,45	Zn40Ap	0	75	wIIa	DHi - Slikhydromoder	27	ja	ja	nee
DK05	-0,50	Mn52Ap	0	45	wIa	DHi - Slikhydromoder	24	ja	ja	ja
DK06	-0,40	Mn52Ap	5	75	IIIa	LHn - Kleihydromull	0	nee	nee	nee

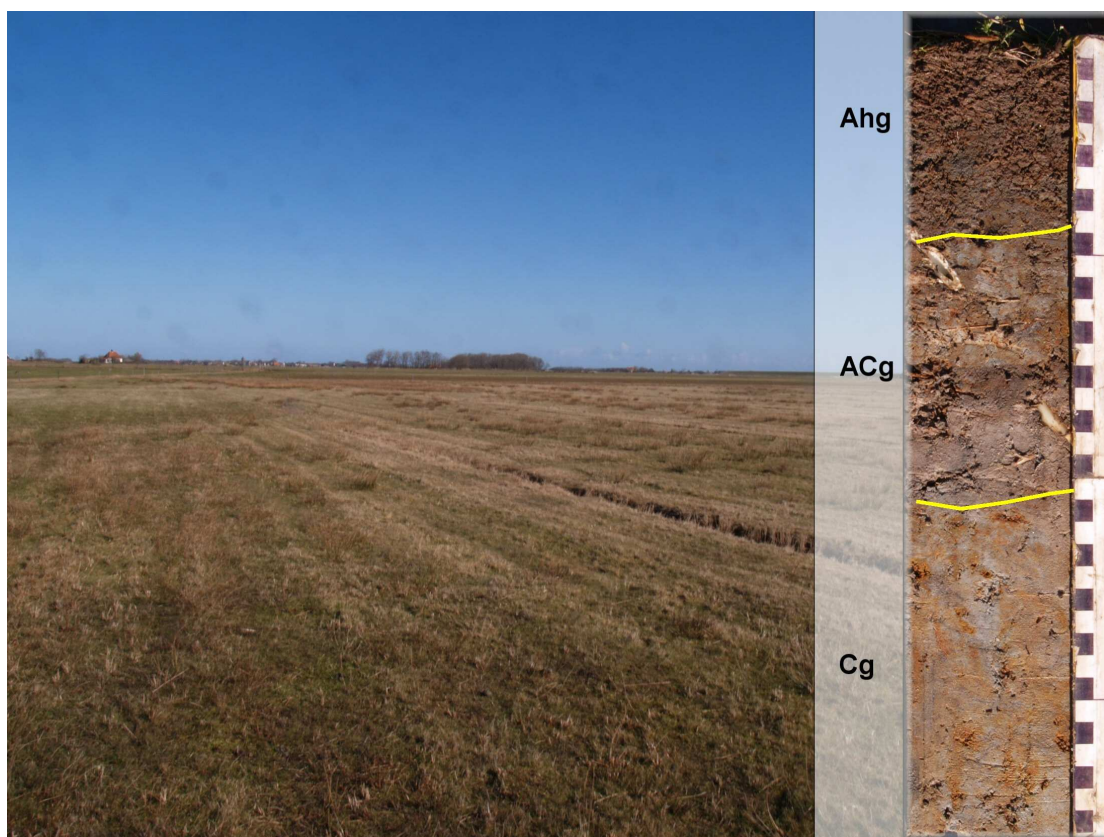
Bodemtypen

Langs de noordrand van Dijkmanshuizen komen bij DK01 en DK04 kalkrijke vlakvaaggronden in zeer fijn zand (Zn40A) voor in de oeversafzettingen van de voormalige kreek 'Lange Waal'. Verder komen poldervaaggronden in zware zavel voor (Mn52A en Mn52C) en in DK02 een waar de ondergrond niet gerijpt is nesvaaggrond (Mo20A). Het profiel in DK03 is kalkloos (kalkverloop C), alle overige profielen hebben kalkverloop A. Bij alle profielen komt pleistoceen zand voor tussen 40 en 120 cm – mv. (toevoeging ...p).

Humusvormen

De humusvormen zijn ingedeeld volgens de Nederlandse humusvormtypologie (Delft 2004). In Dijkmanshuizen zijn 3 verschillende humusvormen aangetroffen. Naast het voorkomen van diverse humushorizonten is voor humusvormen in de invloedssfeer van zeewater, het leemgehalte, de invloed van zout of brak water en de begindiepte van kalkhoudend materiaal mede bepalend voor de classificatie. Van de 6 profielen worden er 5 als een moderhumusvorm ingedeeld wegens het voorkomen van een wortelmat (Mf-, Mm- of Mh-horizont) welke dikker is dan een eventuele Ah-horizont. Deze wortelmatten zijn ontstaan door de accumulatie van dode wortels als gevolg van het ontbreken van een actieve bodemfauna (met name regenwormen). Regenwormen of sporen van hun activiteit zijn in de moderprofielen dan ook niet aangetroffen. Afwezigheid van een actief bodemleven kan verschillende oorzaken hebben: te droog, te zuur of te zout. De eerste oorzaak is hier niet aan de orde. Bij DK01 en DK03 is de invloed van brak water zeer gering of afwezig (zie Tabel 3). Het zoutgehalte is hier geen beperking voor het voorkomen van regenwormen. Dat blijkt ook uit de EGV (230 mS/m) bij DK06, waar wel regenwormen voor komen. Bij DK01 en DK03 is de bodem waarschijnlijk te zuur (zie bij pH-profielen), mogelijk door pyrietoxidatie. Wegens het ontbreken van brakwaterinvloed worden deze profielen tot de schraalhydromoders (DHs) gerekend (zie Figuur 2). Bij DK02, DK04 en DK05 is de invloed van brakke kwel duidelijker aanwezig, zij het dat

alleen het laatste profiel echt brak water tot hoog in het profiel heeft. Ten zuiden van dit punt komt dan ook zoutminnende vegetatie voor (m.m. L. Tinga). Het hogere zoutgehalte is in deze drie profielen de meest waarschijnlijke oorzaak van het ontbreken van regenwormen, zeker ook omdat de pH hier minder laag is dan bij de schraalhydromoders. Vanwege deze dominante brakwaterinvloed worden deze profielen tot de slikhydromoders (DHi) gerekend.



Figuur 3 Profiel DK06 waarin vanwege gunstige omstandigheden voor regenwormen (hoge pH, weinig zout) een Ah-horizont met een granulaire structuur is ontstaan. De humusvorm is een kleihydromull (LHn).

Bij DK06 ontbreekt zowel de invloed van brak water (zeer zwak brak) en is geen verzuring opgetreden. Daarom zijn de omstandigheden gunstig voor regenwormen die hier dan ook aangetroffen zijn. Op het maaiveld werden vrij veel wormhoopjes aangetroffen en in de boring op twee dieptes regenwormen van het type 'pendelaar'. Door de aanwezigheid van deze regenwormen is ook geen accumulatie van dode wortels opgetreden en wordt het profiel beschouwd als een kleihydromull (LHn, zie Figuur 3). De Ah-horizont in dit profiel heeft door de regenwormactiviteit een granulaire structuur gekregen.

EGV metingen grond- en oppervlaktewater

Tijdens het veldwerk is het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) gemeten van het bovenste grondwater in het boorgat, van water in plassen en greppels en van de dichtstbijzijnde sloot. De resultaten staan in Tabel 3. Op de overgang van zoet naar brak water geeft de EGV een goede indicatie van het chloridegehalte en daarmee van het aandeel zout water (zie Tabel 4). Op basis hiervan is in bijlage 1 het watertype in de boorgaten en de nabij

liggende sloten aangegeven. Alleen bij DK05 is het grondwater echt brak (mesohalien). Hier is de EGV van het grondwater net zo hoog als van de hoofdsloot waardoor brak water in het gebied wordt aangevoerd. In de overige boorgaten is de invloed van brakke kwel minder en is het water zwak brak (oligohalien) en bij DK01 zelfs zoet. Hier zal de invloed van de ontwatering het grootst zijn. Bij DK03 en DK06 is sprake van zeer zwak brak, bijna zoet water. Bij DK01 en DK03 wordt het geringe aandeel brak kwelwater mogelijk veroorzaakt door de diepe ontwatering langs de noordrand van het gebied. Bij DK06 is dat minder waarschijnlijk. Hier zal eerder sprake zijn van zoete kwel vanuit hoger gelegen gronden ten westen van Dijkmanshuizen. Ook de lage natrium- en pyrietgehalten in dit profiel wijzen op de afwezigheid van brakke kwel (zie bij Bodemonsters)

Het brakke karakter in de sloten neemt ook af naarmate het water verder door het gebied stroomt. In de hoofdsloot en enkele zijsloten is het water nog wel mesohalien, maar de EGV al beduidend lager dan bij DK05, waar het water het gebied in komt. In de kleinere sloten op wat grotere afstand van de hoofdsloot (bij DK02 en DK04) is de verdunning met neerslagwater nog duidelijker. Het water in plassen en greppels op het maaiveld is bijna overal zoet of bestaat (bij DK01 en DK02) geheel uit neerslagwater.

Tabel 3 EGV metingen

Locatie	EGV mS/m		Maaiveld	Watertype Boorgat
	Boorgat	Sloot		
DK01	166,6	1700	8,6	Zoet
DK02	435,0	835	9,5	Oligo/Mesohalien
DK03	201,0	1700	30,0	Zoet/Oligohalien
DK04	329,0	397	24,4	Oligohalien
DK05	2310,0	2300	105,8	Mesohalien
DK06	230,0	1634	22,9	Zoet/Oligohalien

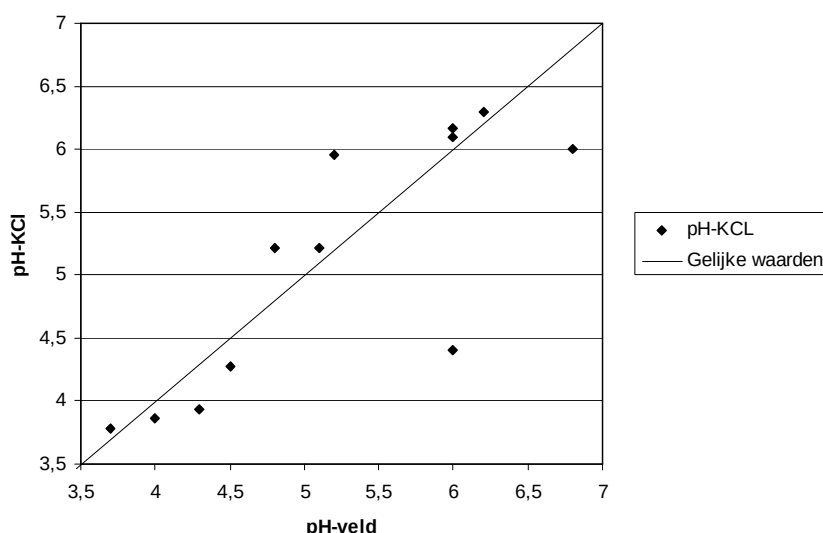
Tabel 4 Referentiewaarden voor EGV en Cl bij verschillende mengverhoudingen van zout en zoet water.

Type	EGV (mS/m)	Cl (mg/l)	Aandeel zoute kwel (%)
Neerslag	< 10	0	0
Zoet	10 - 200	0-100	0-5,6
Olygohalien	200 - 450	100-1.000	5,6-13
Mesohalien	450 – 3.000	1.000-10.000	13-85
Polyhalien	> 3.000	> 10.000	85-100

pH-profielen

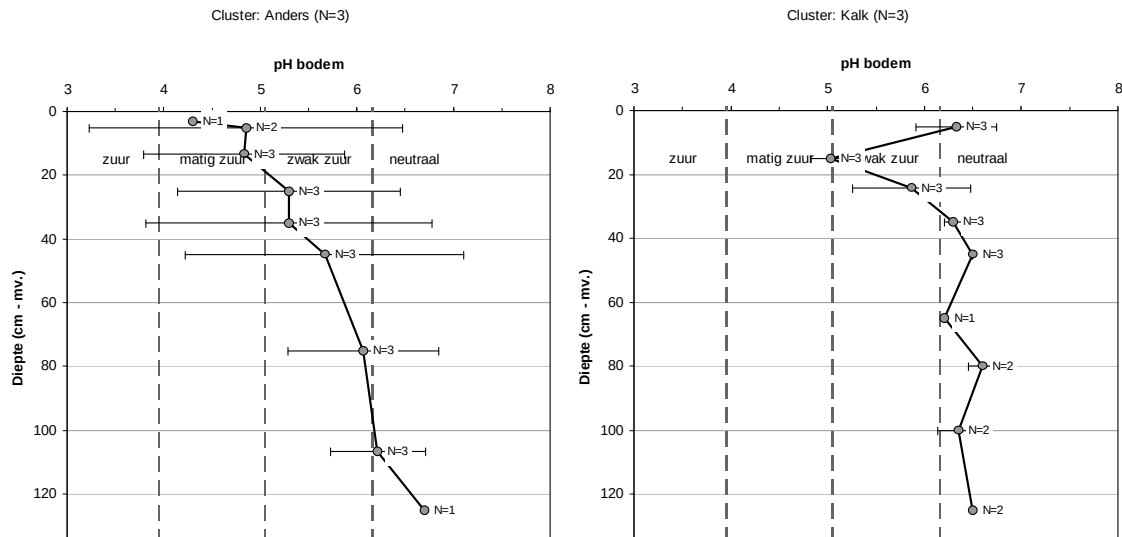
Bij de profielbeschrijving zijn ook pH-profielen opgenomen door op ca 8 dieptes in het veld de pH te bepalen met pH-indicator strookjes. Deze strookjes geven een pH-waarde die vrij goed overeen komt met pH-KCl (Breeuwsma 1976). In Figuur 4 zijn de in het laboratorium gemeten pH-KCl waarden uitgezet tegen de veldmeting in dezelfde horizont. Deze blijken afgezien van één meting inderdaad goed overeen te komen. Deze afwijkende meting betreft de laag van 0 – 6 cm in DK06. Uit de vergelijking van de pH met de calciumverzadiging (zie verderop en grafiek in bijlage 3) blijkt dat de

pH-KCl (pH-KCl = 4,4) goed overeen komt met in dezelfde laag gemeten calciumverzadiging. Mogelijk is hier in het veld een afwijkende waarde bepaald (pH 6). De veldmeting is echter op 5 cm diepte gedaan. De onderliggende horizont heeft wel pH-KCl = 6,2. Het kan zijn dat hier zeer ondiep nog een pH-gradiënt aanwezig is.



Figuur 4 Vergelijking van veldbepaling pH met pH-KCl in 12 monsters uit Dijkmanshuizen.

Voor de 6 onderzochte locaties zijn de pH-profielen uitgezet in bijlage 3. Omdat vrijwel alle profielen deels kalkhoudend of kalkrijk zijn, wordt de pH in het onderste deel gebufferd rond 6 à 6,5. Alleen bij DK03 is de pH over hele traject lager dan 6. Het profiel is dan ook geheel kalkloos. In het bovenste deel van de profielen komt over het algemeen een lagere pH voor, waarbij meestal een scherpe daling gevonden wordt boven de kalkgrens. pH waarden dalen daarbij tot 4,5 à 5. Bij DK06, waar het profiel over de hele diepte kalkhoudend is, komt de veld-pH nergens lager dan 6 (pH-KCl in het ondiepe monster is wel lager). In het geheel kalkloze profiel van DK03 is de pH van de bovengrond gedaald tot 3,5 à 4. Hier heeft duidelijk de sterkste verzuring plaatsgevonden. De lagere pH waarden in het bovenste deel van de profielen kan mogelijk toegeschreven worden aan pyriet-oxidatie. Dat wordt getoetst aan de hand van de bodemonsters (zie daar). Daarnaast kan vorming van neerslaglenzen een rol spelen.



Figuur 5 Gemiddelde pH-profielen voor wel- en niet bekalkte profielen

Om het effect van de bekalking op de zuurgraad vast te stellen is in Figuur 5 het gemiddelde pH-profiel uitgezet voor de wel- en niet bekalkte locaties. Bij de niet bekalkte locaties is de spreiding erg groot, omdat daarin zowel het sterk verzuurde profiel van DK03 zit als het kalkhoudende referentieprofiel DK06. Bij de bekalkte locaties is de spreiding veel kleiner. Toevallig betreft het hier drie locaties die relatief ondiep ontkaakt zijn (24-30 cm, zie Tabel 2) en daardoor vanaf 30 cm – mv. steeds een vrij hoge pH hebben. Daarboven neemt de pH sterk af tot gemiddeld 5 op 15 cm. In de bovenste 5 cm is het bekalkingseffect zeer duidelijk waarneembaar. De pH varieert daar van 6 tot 6,8. De invloed van bekalking op de zuurgraad is tot nu toe zeer oppervlakkig, maar wel effectief. Verwacht mag worden dat door inspoeling dit effect op termijn wel dieper zal doordringen. Omdat alleen bij DK06 actieve bodemfauna voor komt kan niet verwacht worden dat de kalk door bioturbatie door de bodem gemengd wordt (zie bespreking humusprofielen).

Transecten

In bijlage 4 zijn de profielen uitgezet in een drietal transecten. De ligging van deze transecten is aangegeven op de kaart in bijlage 1. Hierin is het verloop van de zuurgraad (pH-profielen) met gekleurde bolletjes aangegeven. Hoewel het aantal boringen beperkt is, is een poging gedaan het verloop van de geologische pakketten weer te geven.

Bodemmonsters

Bij alle profielen zijn 3 bodemmonsters genomen door met de humushapper 5 tot 8 keer te steken en het materiaal van de verschillende lagen als mengmonster te verzamelen. De monsters van de eerste twee lagen zijn door het Chemisch Biologisch Laboratorium Bodem van Alterra geanalyseerd op zuurbuffer en nutriëntentoestand. De monsters van laag 2 en 3 zijn door Giesen & Geurts Biologische Projecten geanalyseerd op pyrietgehalten.

Zuurbuffer

De zuurgraad kan gebufferd worden door het oplossen van kalk (indien aanwezig) of door uitwisseling van basische kationen met waterstofionen aan het adsorptiecomplex.

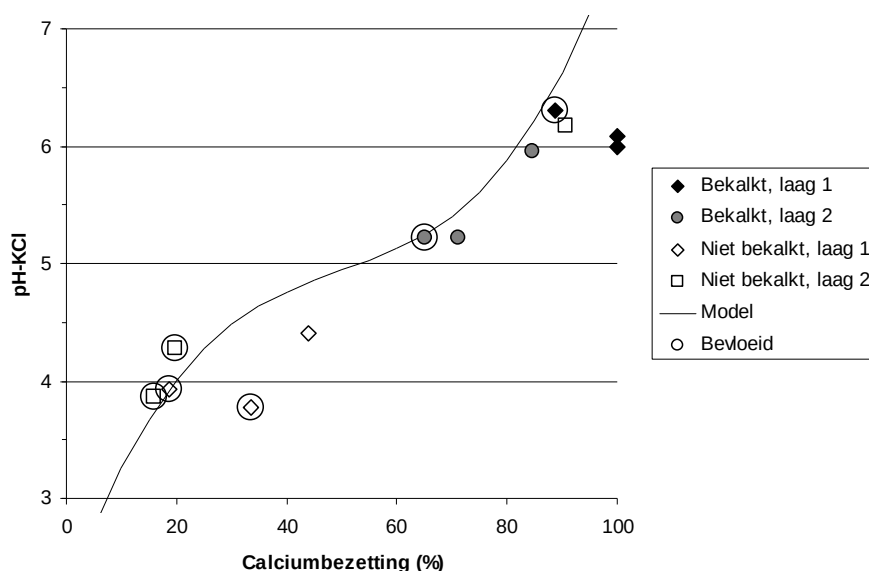
De aanwezigheid van kalk is in het veld vastgesteld door druppelen van verdund zoutzuur op het bodemmateriaal. Kalkloos materiaal (kalkklasse 1) reageert hier niet op. Bij kalkhoudend materiaal (kalkklasse 2, 0,5 – 1% CaCO_3) treedt een hoorbare reactie op (zacht bruisen), bij kalkrijk materiaal (kalkklasse 3: 1 – 2% CaCO_3) is de reactie zichtbaar door bruisen. De kalkklasse is in de profielbeschrijvingen in bijlage 2 per horizont aangegeven in de kolom 'kalk'. De begindiepte van kalkhoudend materiaal is in de profielen in bijlage 3 met een onderbroken lijn.

Tabel 5 Analyseresultaten voor de zuurbuffer. De bezetting van de CEC met kationen (cursief) is berekend.

Profiel	Diepte (cm – mv.)	Bekalkt	Zuurbuffer (cmol+ /kg)				Bezetting CEC (%)			pH- KCL
			CEC	Ca	Mg	Na	Ca	Na	Basen	
DK01	0-5	Nee	21,30	4,00	1,97	0,42	18,8	2,0	30,0	3,93
DK01	5-15	Nee	2,92	0,58	0,13	0,00	19,9	0,0	24,3	4,28
DK02	0-5	Ja	23,00	34,10	5,58	2,17	148,3	9,4	182,0	6,09
DK02	10-20	Ja	8,00	6,76	0,89	1,55	84,5	19,4	115,0	5,96
DK03	0-10	Nee	16,50	5,53	1,68	0,94	33,5	5,7	49,4	3,78
DK03	10-20	Nee	10,50	1,66	0,43	0,68	15,8	6,5	26,4	3,86
DK04	0-8	Ja	23,80	25,00	6,66	0,17	105,0	0,7	133,7	6,00
DK04	10-20	Ja	4,90	3,49	0,49	0,12	71,2	2,4	83,7	5,22
DK05	0-8	Ja	26,00	23,10	5,79	1,76	88,8	6,8	117,9	6,30
DK05	10-20	Ja	7,75	5,04	1,41	1,01	65,0	13,0	96,3	5,22
DK06	0-6	Nee	22,40	9,87	1,18	0,00	44,1	0,0	49,3	4,41
DK06	10-20	Nee	7,70	6,99	0,63	0,00	90,8	0,0	99,0	6,17

De zuurbuffer door uitwisseling van basische kationen met waterstofionen wordt bepaald door in een gebufferd BaCl_2 -extract (pH = 8,2) de CEC te bepalen (Kationbuffercapaciteit) en de bezetting daarvan met basische kationen. In zoete systemen is dat voornamelijk Ca^{2+} en Mg^{2+} . In zoute systemen kan ook Na^+ een rol spelen. In Tabel 5 zijn de analyseresultaten voor de zuurbuffer weergegeven en is voor Ca^{2+} , Na^+ en de som van de basen (Ca^{2+} , Mg^{2+} en Na^+) de bezetting van het adsorptiecomplex uitgerekend. Voor twee monsters van de eerste laag is de calciumbezetting in de bovenste laag groter dan de CEC (bezetting > 100%). Voor de totale basenbezetting is dat zelfs het geval bij 4 monsters. Dat is een aanwijzing voor het voorkomen van vrije kalk en doet zich steeds voor bij monsters uit bekalkte percelen. Hier is duidelijk een effect waarneembaar van de bekalking. Dit is zichtbaar gemaakt in Figuur 6, waar de pH is uitgezet tegen de calciumverzadiging. Als referentie is de voorspelde pH uitgezet die is gebaseerd op een regressieanalyse met een groot aantal monsters uit het Alterra-archief. In bijlage 3 is steeds per profiel deze figuur weergegeven, met een aanduiding voor de monsters uit het betreffende profiel.

De voor Dijkmanshuizen gevonden waarden komen over het algemeen goed overeen met dit model, waarbij de beide oververzadigde monsters van laag 1 rechts van de lijn uitkomen, omdat de pH kennelijk nog niet in evenwicht is met de hoeveelheid kalk in de bodem. Ook in laag 2 van de bekalkte percelen is de calciumverzadiging hoog (65-85%). Het is echter niet helemaal zeker of dit een gevolg is van de bekalking omdat dit toevallig drie profielen betreft waarbij kalkhoudend materiaal ondiep (ca 25 cm – mv.) begint (de monsters zijn van 10 – 20 cm – mv.). De sprong van de pH op 5 cm ten opzichte van 15 cm wijst erop dat het bekalkingseffect beperkt is tot laag 1 (zie bijlage 3 en Figuur 5). De monsters uit niet bekalkte percelen zijn op één na allen in de linkerkant van de figuur te vinden, bij een relatief lage calciumbezetting en pH. Laag 2 in DK06 heeft wel een hoge basenverzadiging en pH. In lagen waar de calciumverzadiging lager is dan ca 30% wordt de zuurgraad niet langer gebufferd door de CEC en treedt een verdere verzuring op. Dat lijkt aan de hand te zijn bij DK01 en DK03. Laag 1 van DK03 heeft weliswaar een calciumbezetting van 34%, maar heeft toch de laagste pH. Het is mogelijk dat de calciumbezetting hier wat verhoogd is als gevolg van bevloeiing met brak water, maar dat dit (nog) geen effect heeft op de pH. In de andere monsters is geen effect van bevloeiing op de zuurbuffer waar te nemen.

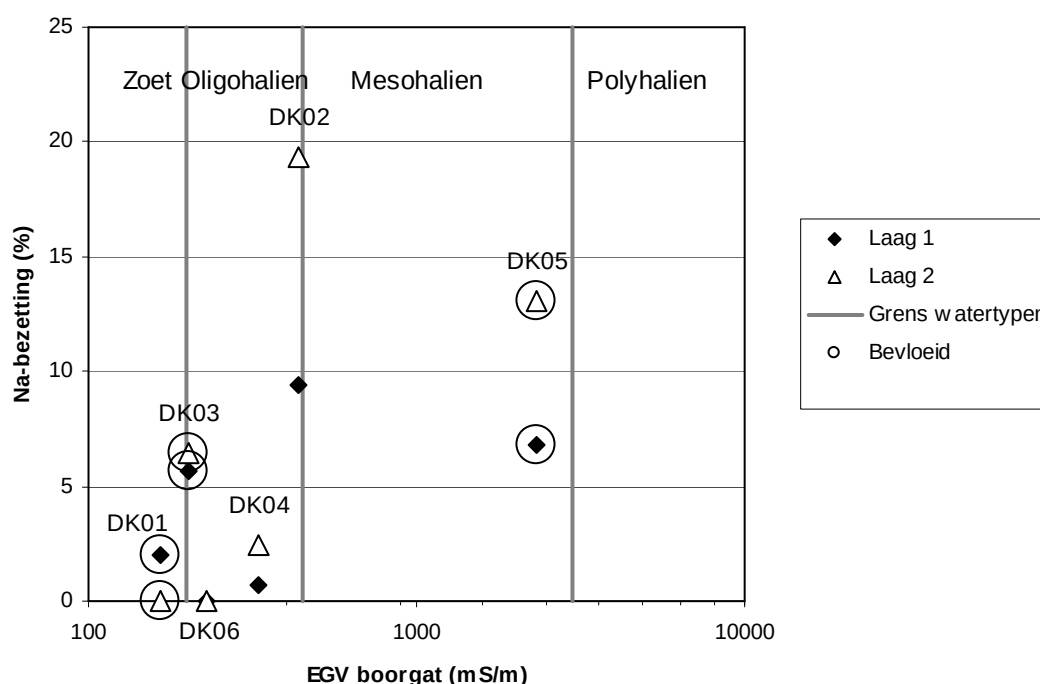


Figuur 6 pH-KCl en calciumbezetting uitgesplitst naar wel en niet bekalkte percelen en de diepte.

Brakwaterinvloed

De EGV in het boorgat kan een aanwijzing zijn voor het voorkomen van brakke kwel (zie bij EGV metingen). Dat wil niet altijd zeggen dat dit water ook van invloed is in het maaiveld. Wanneer de bodem in aanraking komt met brak water zal een deel van het adsorptiecomplex bezet worden met natriumionen. In Figuur 7 is deze natriumbezetting uitgezet tegen de EGV van het water in het boorgat. Bij DK02 en DK05, waar de EGV het hoogste is, wordt ook een vrij hoge natriumbezetting gevonden, waarbij deze in de 2^e laag steeds hoger is dan in de bovenste laag. Dat is ook wel logisch omdat in de top van het profiel altijd wel enige verdunning door neerslagwater optreedt. Bij DK04 waar Oligohalien water voor komt is ook wel Na aanwezig op het adsorptiecomplex. Hier is dus nog sprake van een geringe invloed van brak

water in het maaiveld. In de classificatie van de humusvormen is in deze drie profielen steeds sprake van een slikhydromoder (DHi), waarbij het bodemleven beperkt wordt door de aanwezigheid van brak water (zuurgraad is hier niet beperkend).



Figuur 7 Natriumbezetting uitgezet tegen de EGV in het boorgat (EGV is uitgezet op een logaritmische schaal).

De overige profielen hebben in het boorgat zoet of zeer zwak brak water. Hierbij zou geen Na aan het adsorptiecomplex verwacht worden. Voor DK06 gaat dat ook op, hier is de natriumbezetting 0. Bij DK01 en DK03 wordt ook geen invloed van brak water verwacht, maar is de natriumbezetting toch verhoogd (behalve in laag 2 van DK01). Dit is toe te schrijven aan de bevloeiing met brak water, waardoor de natriumbezetting toegenomen is. Bij DK03 is deze zelfs vrij hoog. Ook DK05 wordt bevloeid, maar daar is niet duidelijk welk deel van de natriumbezetting toegeschreven kan worden aan de bevloeiing, omdat hier ook brakke kwel voor komt. Waarschijnlijk valt het effect van bevloeiing daar bij weg.

Pyriet

Een mogelijke oorzaak van verzuring in Dijkmanshuizen wordt gezocht in de oxidatie van pyriet als gevolg van de ontwatering. Om hier inzicht in te krijgen zijn laag 2 en 3 geanalyseerd op het voorkomen van pyriet. Of dergelijke verzuring optreedt hangt af van de volgende factoren:

- Pyrietgehalte
- Aëratie
- Zuurbuffercapaciteit (kalk en uitwisselbare basen)

Pyrietvorming is afhankelijk van (Delft et al. 2005):

1. aanwezigheid makkelijk afbreekbaar organisch materiaal
2. een sulfaatbron

3. een reducerend milieu
4. sulfaatreducerende bacteriën
5. actief ijzer (Fe-oxyhydroxides)
6. periodiek oxische en anoxische condities

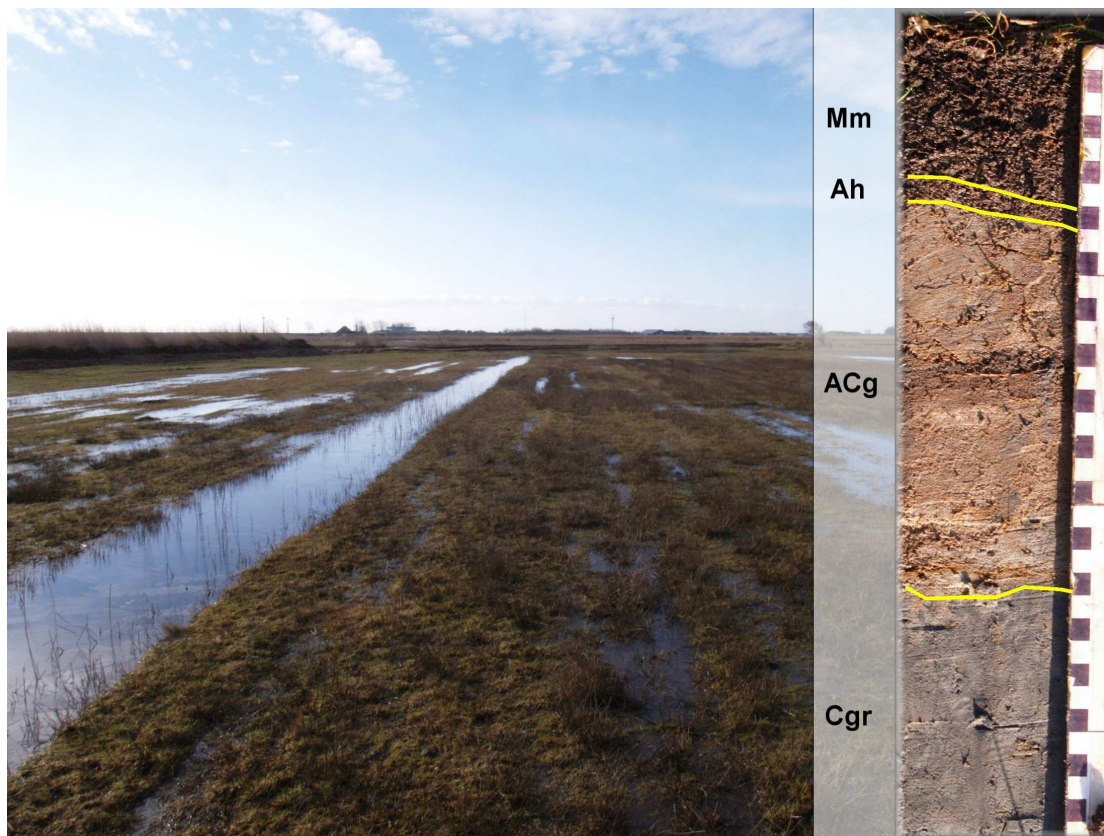
In een brak getijdenmilieu wordt aan veel van deze voorwaarden voldaan. De grootste hoeveelheden pyriet worden dan ook gevonden in zgn. modderkleien, waarbij klei is afgezet in een getijdenmoeras met zeer productieve (riet)vegetatie. De vegetatie levert de organische stof, zeewater levert zwavel en zoet water levert ijzer. Dergelijke afzettingen zijn echter niet aangetroffen in Dijkmanshuizen. Pyrietvorming is hier waarschijnlijk secundair door brakke kwel in deels ijzerhoudende afzettingen, waarbij het ijzer mogelijk afkomstig is uit het onderliggende dekzand. Omdat deze afzettingen relatief weinig organische stof bevatten is de pyrietvorming ook beperkt. In Tabel 6 zijn de pyrietgehalten van laag 2 en 3 opgenomen.

Tabel 6 Pyrietgehalten en potentiële verzuring in laag 2 en 3.

Monster			Pyriet	Zuurbuffer		ZNC			Zuurproductie		Basenbezetting	
Boring	Laag	Diepte		Kalkklasse	CEC	Kalk	Basen	Totaal	Potentieel	Na opl. kalk	Rest Basen	Rest basenbez.
mg/100g	Cmol+/kg			CmolH+/kg		Cmol+/kg	%					
DK01	2	5-15	8,6	1	2,92	0	0,38	0,4	0,29	0,29	0,09	3
DK01	3	20-30	143,7	1		0		0,0	4,79	4,79		
DK02	2	10-20	35,8	1	8	0	9,2	9,2	1,19	1,19	8,01	100
DK02	3	30-40	81,8	2		10		10,0	2,73	0,00		
DK03	2	10-20	74,0	1	10,5	0	2,77	2,8	2,47	2,47	0,30	3
DK03	3	20-30	85,7	1		0		0,0	2,86	2,86		
DK04	2	10-20	19,1	1	4,9	0	4,1	4,1	0,64	0,64	3,46	71
DK04	3	30-40	154,2	2		10		10,0	5,14	0,00		
DK05	2	10-20	51,7	1	7,75	0	7,46	7,5	1,72	1,72	5,74	74
DK05	3	30-40	1073,8	2		10		10,0	35,80	25,81		
DK06	2	10-20	17,5	2	7,7	10	7,55	17,5	0,58	0,00	7,55	98
DK06	3	30-40	28,1	3		20		20,0	0,94	0,00		

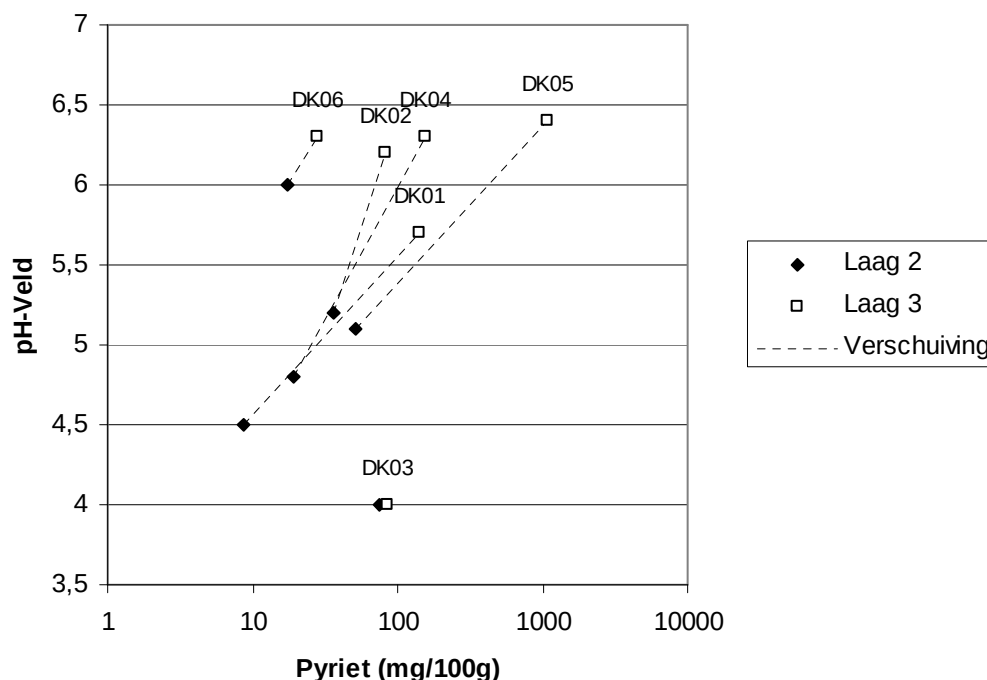
Nergens zijn de pyrietgehalten erg hoog. Alleen in laag 3 van DK05 wordt een vrij hoog pyrietgehalte gevonden. Hier vindt waarschijnlijk ook nog steeds pyrietvorming plaats, onder invloed van brakke kwel. In Figuur 8 is dat zichtbaar aan de grijze kleur van de Cgr-horizont die veroorzaakt wordt door ijzersulfiden. Deze horizont vertoont kenmerken van gereduceerde omstandigheden (de grijze kleur) maar is ook periodiek deels geaëreerd, waarbij langs wortelgangen zuurstof door kan dringen. Daardoor komen langs deze wortelgangen roest en jarosiet vlekken voor. Bij DK02 en DK04 komt ook nog enige brakke kwel voor, maar de pyrietgehalten zijn hier veel lager. Mogelijk wordt ook hier nieuw pyriet gevormd, gezien de blauwgrijze kleur van de horizont. Maar er zal ook sprake zijn van oxidatie, gezien roest en jarosietvlekken langs wortelgangen. Bij de overige profielen ontbreekt de brakke kwel en zal dus ook geen nieuw pyriet gevormd worden.

Bij DK06 zijn de pyrietgehalten in beide lagen vrij laag, terwijl het profiel wel geheel kalkhoudend is en er geen aanwijzingen zijn voor sterke pyrietoxidatie (geen jarosiet of roestconcreties). Dit profiel zal nooit sterk onder invloed van brakke kwel gestaan hebben en nooit een hoog pyrietgehalte hebben gehad.



Figuur 8 Profiel bij DK05. De grijze kleur in de Cgr-horizont wordt veroorzaakt door het voorkomen van ijzersulfiden.

Of verzuring door pyrietoxidatie is opgetreden, kan afgeleid worden uit verschillen in pyrietgehalte en pH tussen laag 2 en 3 (zie Figuur 9). Hierbij moet opgemerkt worden dat in laag 2 het pyrietgehalte waarschijnlijk nooit zo hoog geweest is als in laag 3. Toch worden er duidelijke verschillen gevonden en is in de meeste gevallen de pH in laag 2 ook beduidend lager dan in laag 3, hetgeen wel wijst op verzuring door pyrietoxidatie. Alleen bij DK06 worden weinig verschillen gevonden, omdat de pyrietgehalten laag zijn en de zuurgraad goed gebufferd wordt. Bij DK03 is ook laag 3 al sterk verzuurd, zodat hier geen verschil met laag 2 gevonden wordt.



Figuur 9 Pyrietgehalten en pH-Veld voor laag 2 en 3 (Pyrietgehalte is weergegeven op logaritmische schaal)

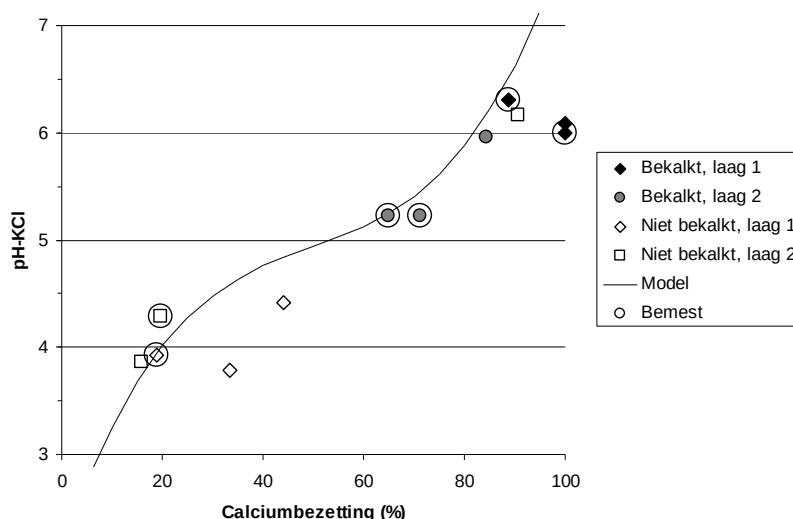
Om een inschatting te kunnen maken van de mogelijke verdere verzuring door pyrietoxidatie is in Tabel 6 op basis van het kalkgehalte en de basenbezetting in laag 2 (Tabel 5) een inschatting gemaakt van de zuurbuftercapaciteit (ZNC). Als verondersteld wordt dat alle pyriet in een horizont zou oxideren kan de potentiële zuurproductie berekend worden, waarbij voor elke mmol pyriet, 4 mmol H^+ ionen vrijkomen (Kemmers et al. 2008). De hoeveelheid zuur die overblijft na het oplossen van de aanwezige kalk zal een deel van de geadsorbeerde basen van het adsorptiecomplex verdrijven. Op basis daarvan is een voorspelling gedaan van de basenbezetting in laag 2 na het oxideren van alle pyriet. Hieruit blijkt dat bij DK01 en DK03 de basenbezetting tot zeer lage waarden zal dalen, waardoor een sterke verzuring verwacht mag worden. In deze profielen is de basenverzadiging en pH al laag, waarschijnlijk omdat dit proces al vrij ver gevorderd is. Bij de andere profielen blijft de basenverzadiging hoog genoeg om het vrijkomende zuur te bufferen. Bij DK06 wordt zelfs helemaal geen daling verwacht. Hier is het pyrietgehalte laag en wordt het vrijkomende zuur geheel gebufferd door de aanwezige kalk. Van laag 3 is geen basenbezetting bepaald waardoor ook geen voorspelling gedaan kan worden van de daling ervan. Alleen bij kalkhoudende monsters kan een inschatting gemaakt worden of de hoeveelheid kalk genoeg is om het zuur te bufferen. Dat lijkt het geval te zijn bij laag 3 in DK02 en DK04 en voor beide lagen in DK06.

Bemesting

De analyseresultaten die betrekking hebben op de nutriëntentoestand zijn opgenomen in bijlage 5.

Omdat alle maatregelen in principe bedoeld zijn om de verzuring tegen te gaan is voor bemesting als maatregel getracht na te gaan of dit een positief

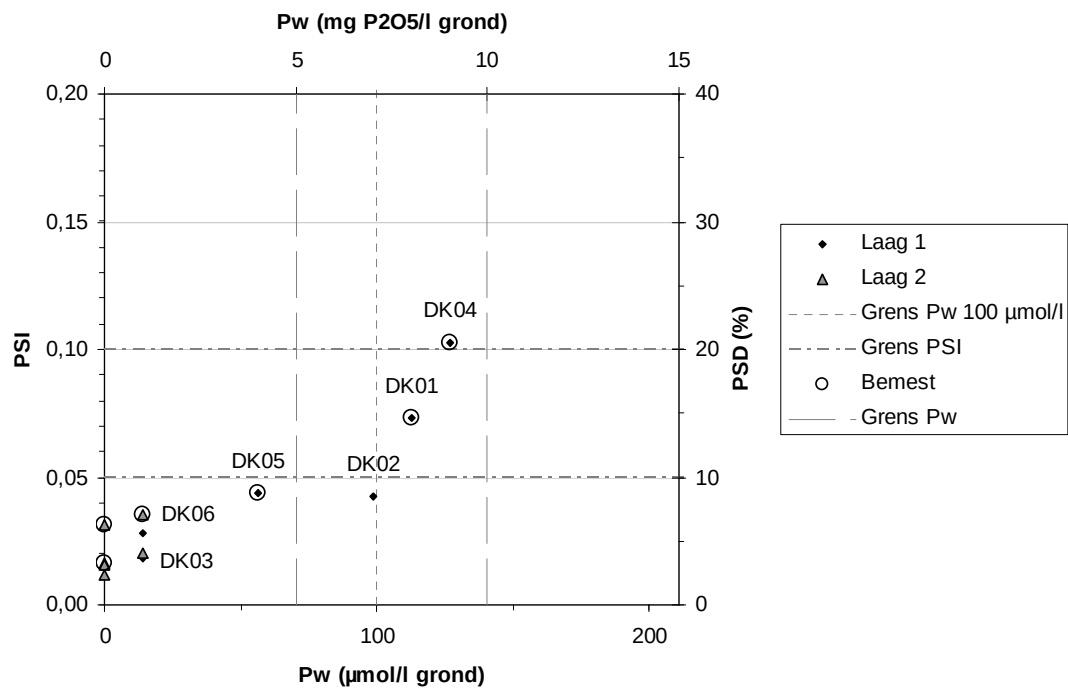
effect heeft gehad op de zuurgraad en de calciumverzadiging. Daarvoor is in Figuur 10 op dezelfde wijze als in Figuur 6 pH en calciumverzadiging tegen elkaar uitgezet, waarbij de bemeste percelen zijn gemarkeerd. Hieruit kan geen effect van bemesting afgeleid worden omdat 2 van de drie locaties ook bekalkt zijn en dat effect waarschijnlijk sterker is. In elk geval wordt bij DK01 geen effect op de zuurgraad vastgesteld, zowel van bemesten als bevoeien.



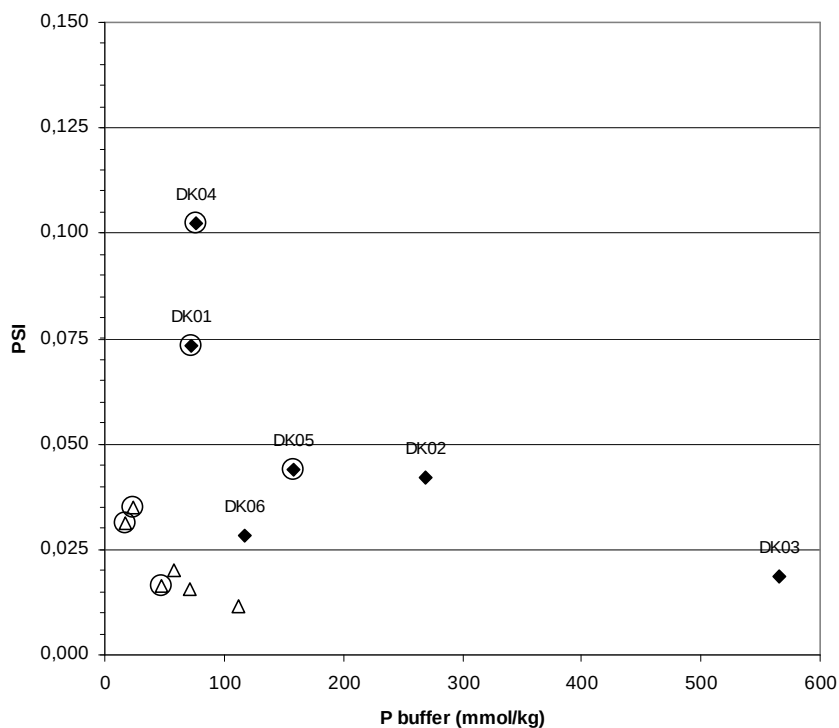
Figuur 10 Mogelijk effect van bemesting bij pH-KCl en calciumbezetting uitgesplitst naar wel en niet bekalkte percelen en de diepte.

De fosfaattoestand is in bijlage 6 beoordeeld volgens de methode zoals die beschreven is in o.a. het onderzoek naar natuurpotenties van een gebied bij De Wieden (Delft en Brouwer 2009). Op enkele locaties is de Pw of de PSD iets verhoogd, maar bij een normaal verschrallingsbeheer moet dat geen problemen opleveren.

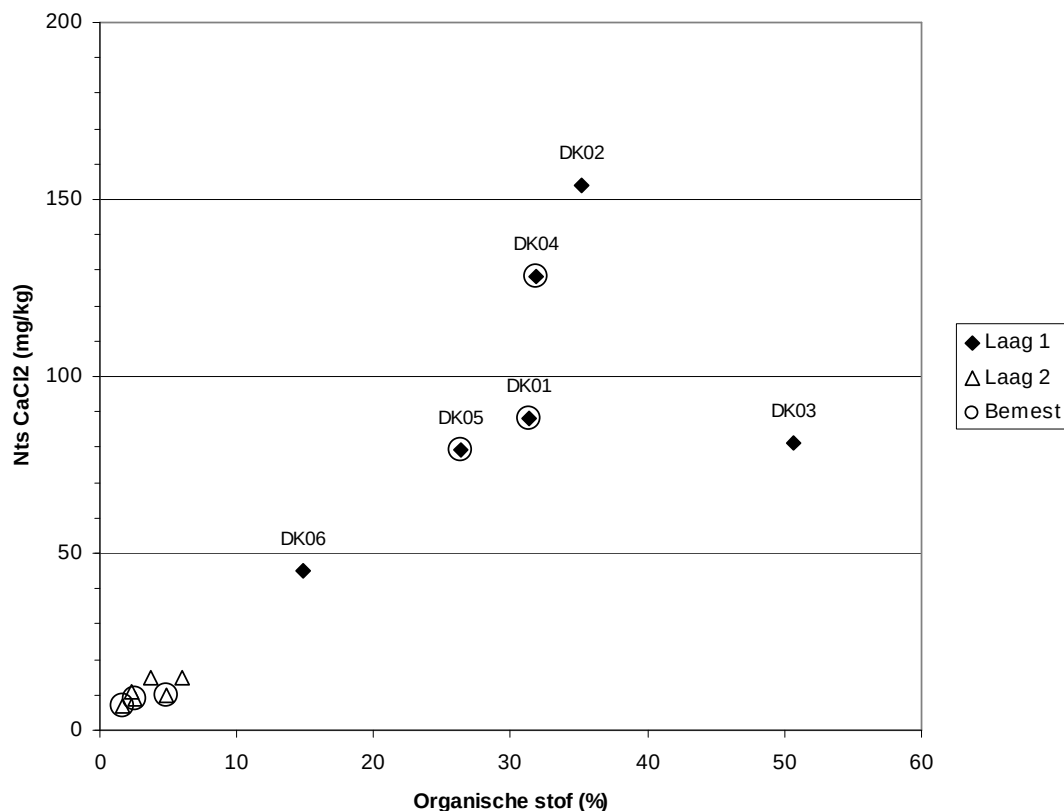
In Figuur 11 is de relatie tussen Pw (actueel beschikbaar P) en PSI (potentieel beschikbaar P) uitgezet voor alle monsters. In de bovengrond hebben drie profielen een iets verhoogde Pw-waarde. Bij DK01 en DK04 betreft dit bemeste percelen en zal dit dus een gevolg van bemesting zijn. Hier is ook de PSI iets verhoogd en komt daarmee boven de voor schrale natuur optimale waarde van 0,05. Bij DK05 is ondanks de bemesting de P-beschikbaarheid laag. Dat komt omdat hier de fosfaatbuffer (Fe-ox + Al-ox) vrij groot is (zie Figuur 12). Voor laag 2 zijn alle P-waarden zeer laag, hoewel de PSI in bemeste percelen iets hoger lijkt te zijn dan in niet bemeste percelen.



Figuur 11 Relatie tussen Pw en PSI voor wel en niet bemeste percelen.



Figuur 12 PSI als fractie van de P buffer voor twee lagen en bij wel- en niet bemeste percelen.



Figuur 13 Beschikbaar stikstof (Nts) als afhankelijke van het organische stofgehalte bij wel en niet bemeste percelen.

Het effect van bemesting op de beschikbaarheid van stikstof is aangegeven in Figuur 13. De beschikbaarheid lijkt sterk gecorreleerd aan het organische stofgehalte en een effect van bemesting is hier niet uit te halen.

Realisatiekansen Harekijngraslanden

Op basis van het voorgaande kunnen een aantal conclusies getrokken worden ten aanzien van de realisatiekansen voor de associatie van Harlekijn en Ratelaar, uitgaande van de randvoorwaarden in Waternood (Runhaar en Hennekens 2006).

Tabel 7 Vergelijking standplaatskenmerken met abiotische randvoorwaarden voor Harlekijngrasland

	GVG	Zuurgraad	Voedselrijkdom	Zout
Bereik	30 (10-50)	zwak z. – neutraal (5-7)	Matig voedselr. (PSI 0,05 – 0,10?)	zeer zoet-licht brak EGV 0 – 350
DK01	19	4,5	0.07	Zoet
DK02	11	5,0 (6,0)	0.04	Brak
DK03	17	4,0	0.02	Zoet-licht brak
DK04	15	5,0 (6,5)	0.10	Licht brak
DK05	11	5,0 (6,0)	0.04	Brak-zout
DK06	19	6,0	0.03	Licht brak

Voor de alle locaties is de GVG wat aan de hoge kant, maar valt nog wel in het bereik waar dit graslandtype mogelijk is. Vanwege het risico van pyrietoxidatie is veen diepere ontwatering ook niet wenselijk. DK01 en DK03 zijn te zuur, de overige profielen hebben wel de goede zuurgraad, waarbij de bekalkte percelen duidelijk verbeterd zijn. De voedselrijkdom is zeker nog niet te hoog, maar door de bemesting neemt de PSI wel toe. Er moet voor gewaakt worden dat dit niet te ver doorgaat. Het is wel zo dat het gewenste vegetatietype niet gebonden is aan voedselarme standplaatsen. Een deel van de profielen is mogelijk zelfs wat te schraal. Het zoutgehalte lijkt optimaal in de meeste standplaatsen, afgezien van DK02 en DK05 die mogelijk te zeer onder invloed van brak water staan voor dit vegetatietype, maar daar kunnen dan weer andere typen. De verzoeting bij DK01 en DK03 is op zich geen beperking voor harlekijngrasland, maar wel indirect door de veruring die dit met zich mee brengt.

Conclusies

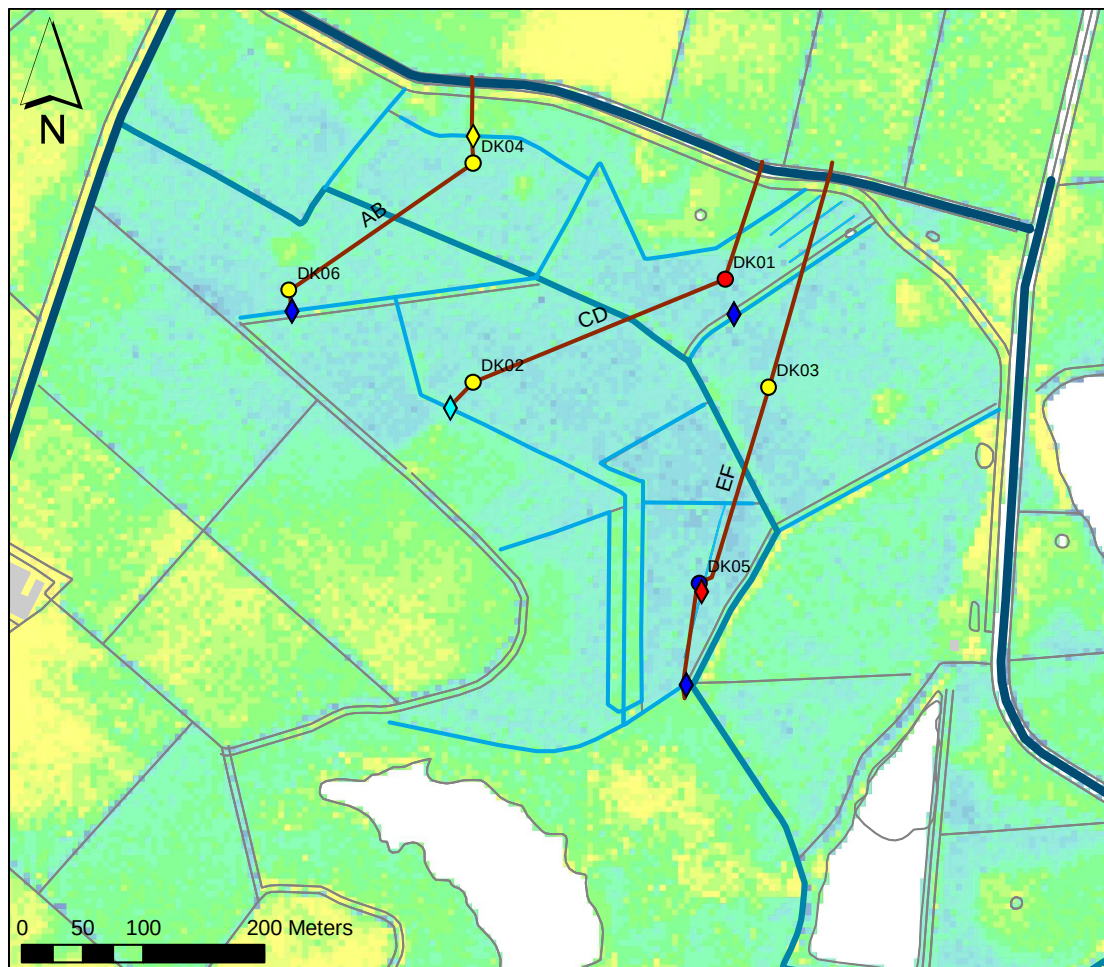
- Brakke kwel speelt vooral nog een rol van betekenis bij DK05 en in mindere mate bij DK02 en DK04. Bij DK06 heeft dit nooit een grote rol gespeeld en bij DK01 en DK03 is de brakke kwel geheel verdwenen
- Onder invloed van deze brakke kwel vindt in DK05 waarschijnlijk nog pyrietvorming plaats, bij DK02 en DK04 is dat mogelijk ook het geval.
- Verzuring als gevolg van pyrietoxidatie speelt mogelijk een belangrijke rol in de bovengrond van alle profielen behalve DK06. In laag 3 is dit alleen het geval voor DK03. Dit laatste profiel is geheel verzuurd.
- Als gevolg van enerzijds brakke kwel en anderzijds verzuring wordt de activiteit van het bodemleven geremd in alle profielen behalve DK06. Daardoor zijn wortelmatten ontstaan en behoren de humusvormen tot modertypen; schraalhydromoders in de zure standplaatsen en slikhydromoders in de brakke standplaatsen. Bij DK06 is onder invloed van actief bodemleven een kleihydromull ontstaan.
- Het effect van maatregelen is moeilijk te beoordelen omdat de uitgangssituatie niet overal gelijk is en maatregelen in verschillende onderlinge combinaties genomen zijn. Enkele voorzichtige conclusies kunnen getrokken worden:
 - o Bekalking lijkt wel een direct effect te hebben op de zuurgraad in de bovengrond. Vooralsnog is dat effect zeer oppervlakkig. Op termijn zal het dieper doorwerken.
 - o Bevloeiing lijkt geen effect te hebben op de zuurgraad, wel op het zoutgehalte.
 - o Bemesting heeft ook geen effect op de zuurgraad. Mogelijk wordt hiermee wel de voedselrijkdom meer in overeenstemming gebracht met de vereisten voor harlekijngrasland.

Literatuur

- Breeuwsma, A., 1976. *pH-meting in het veld*. Wageningen, Stiboka. Interne notitie:
- Delft, B. v., 2004. *Veldgids Humusvormen; Beschrijving, classificatie en interpretatie van humusvormen in het veld*. Wageningen, Alterra.

- Delft, S. P. J. v., R. H. Kemmers en A. G. Jongmans, 2005. *Pyrietvorming in relatie tot interne eutrofiëring en verzuring*. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport: 1161
- Delft, S. P. J. v. en F. Brouwer, 2009. *Natuurpotentie projectgebied "Veldweg-Reeënweg" in de Wieden; Bodemchemisch en -geografisch onderzoek*. Wageningen, Alterra-Wageningen UR. Alterra-rapport: 1917
- Kemmers, R. H., F. Brouwer, S. P. J. v. Delft, M. Knotters en M. M. v. d. Werff, 2008. *Bodemchemisch en -geografisch onderzoek Oldematen; Randvoorwaarden voor natuurdoelen in het kader van Natura 2000*. Wageningen, Alterra-Wageningen UR. Alterra-rapport: 1784
- Kloosterhuis, J. L., 1986. *Bodemkaart van Nederland Schaal 1 : 50 000; Toelichting bij het kaartblad Texel*. Wageningen, Stiboka.
- Runhaar, H. en S. Hennekens, 2006. *'Hydrologische Randvoorwaarden Natuur' Versie 2.2; Gebruikershandleiding*. Wageningen, Alterra.
- Slingerland, P., 2006. *Plan verbetering natuurwaarden Dijkmanshuizen; Verslag van de veldwerkzaamheden en tussentijdse resultaten in 2006*.
- Honselersdijk/Alkmaar, Van der Goes en Groot Ecologisch Onderzoeks- en Adviesbureau. G&G-rapport: 2009-00

Bijlage 1 Overzichtskaart Dijkmanshuizen



Legenda

Oppervlaktewater Transect

- ◆ Zoet
- ◆ Oligohalien
- ◆ Mesohalien
- ◆ Polyhalien

Boorpunten

- Zoet
- Oligohalien
- Mesohalien
- Polyhalien

Sloten

- Diepe ontwatering
- Hoofdwatergang Dijkmanshuizen
- Zijsloten
- Greppels

Hoogte (cm + NAP)

 -137 - -97	 2 - 11
 -96 - -77	 12 - 20
 -76 - -63	 21 - 30
 -62 - -53	 31 - 42
 -52 - -45	 43 - 56
 -44 - -36	 57 - 74
 -35 - -26	 75 - 94
 -25 - -17	 95 - 120
 -16 - -8	 121 - 151
 -7 - 1	 152 - 195

Bijlage 2 Profielbeschrijvingen

Profielbeschrijving DK01

IDCODE	Terrein		Alfocode	DATUM	X-COORD	Y-COORD	m + NAP	TK-TDN	Centr. Profnr.		
1454	Dijkmanshuizen		DK01	2-3-2010	119549	564085	-0,5	09B	09B		
Projektnr	Project		Opnemer		Bodemgebruik		Beheer		Plagjaar		
5250010	Adviezen Bodemchemie en Natuur		Bas van Delft		grasland, blijvend		Maaien + nabeweiden		0		
Fysiografische eenheid			Fysiotoop			Geomorfologie		Microreliëf	Helling	Expositie	
Kwelgevoede zandgronden			zk1c - jonge kalkrijke kleipolders					VL	0	0	
Vegtype	Naam vegetatietype										
19-a	RG Borstelgras [Klasse Der Heischrale Graslanden]										
Hydrologisch Systeem		GHG	GHG oud	GLG	GLG oud	GVG (veld):	GVG (polder)	GVG (stroom)	GWS	pH	EGV (mS/m)
		5		70		28	19		7	0	167
Inundatieduur (mnd)		Inundatietype		Grondwatertrap		Standaard puntencode		Bodemkaart 1:50 000		Ontkalking	Bewortelbare diepte
00		IIa		5k4211bp5		IIa Zn40Ap - IIa		45		50	Eff: 15
Humusvorm											
DHs		Schraalhydromoder									

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. st	Textuur	pH	Kalk	Rijp	Vlek	GEO	Str	Wortels	Fauna	Opmerking
				% A/VS	< 2 µ									
1Mf	0	5	SMCL	90	OV					o 190	WO	ABVFRA		wortels en (haak)mos
2Ah	5	6	SMCL	10	2					o 211		COVFRA		zwart
2ACg	6	15	SMGR	1				1		w 211		FEVFRA		
2Cgr	15	20	SMGR					1		w 211		FEFIVE		grijs met roestvlekken, mogelijk jarosiet
2Cr1	20	45						1		o 211		FEFIVE		blauwgrijs
2Cr2	45	50						3		o 211		NO		schelpgruis
3BC	50	120		1	3			2		o 412		NO		lichtbruin oud dekzand

Toelichting

Waarschijnlijk hoort dit punt bij het vlak Zn21 ten Noorden van Dijkmanshuizen. Volgens de toelichting van de bodemkaart (blz 46) is dit zand afkomstig van een dijkdoorbraak tussen de 15e en de 18 eeuw. Het perceel ten noordwesten van dit punt is erg hobbelig (zie foto 20100302_162815.jpg).

Perceel is ondiep begreppeld. Naar noordoosten, iets diepere en bredere greppels met riet (zie foto 20100302_162807.jpg).

Waarschijnlijk geen stagnatie op maaiveld

Slingerland 2006: Homogene ptirus-borstelgras-schapegrasvegetatie met veel haakmos en veel dood materiaal

Behandeling: bemesten

Profielbeschrijving DK02

IDCODE	Terrein	Alfacode	DATUM	X-COORD	Y-COORD	m + NAP	TK-TDN	Centr. Profnr.		
1455	Dijkmanshuizen	DK02	2-3-2010	119341	564000	-0,48	09B	09B		
Projektnr	Projekt	Opnemer			Bodemgebruik	Beheer	Plagjaar			
5250010	Adviezen Bodemchemie en Natuur	Bas van Delft			grasland, blijvend	Maaien + nabeweiden	0			
Fysiografische eenheid	Fysiotoop			Geomorfologie	Microreliëf	Helling	Expositie			
Jonge kleigronden	zk1c - jonge kalkrijke kleipolders				VL	0	0			
Vegtype	Naam vegetatietype									
16B-a	RG Echte koekoeksbloem, Harlekijn & Riet [Dotterbl									
Hydrologisch Systeem	GHG	GHG oud	GLG	GLG oud	GVG (veld):	GVG (polder)	GVG (stroom)	GWS	pH	EGV (mS/m)
	0		45		20	11		0	0	435
Inundatieduur (mnd)	Inundatietype	Grondwatertrap	Standaard	puntencode	Bodemkaart 1:50 000	Ontkalking	Bewortelbare diepte			
00	la	M5n232ap8	la	Mo20Ap - la	25	50	Eff: 25			
Humusvorm										
DHi	Slikhydromoder									

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. st % A/VS	Textuur < 2 µ	< 50 µ	M50	pH	Kalk	Rijp	Vlek	GEO	Str	Wortels	Fauna	Opmerking
1Mf	0	5	SMDI	70	OV							o 190	WO	ABVFRA		wortelmat
2Ah	5	7	SMCL	12		15	45	140	1	5		o 211		COVFRA		
2ACg	7	25	SMAB	2		15	45	140	1	5	m	211		FEFIVE		roestig
2Cgr	25	50	AB	1		24			2	5	w	211				blauwgrijs, roestvlekken langs wortels
2Cr	50	75				24			3	2	o	211				slap, wat schelpjes
3Bh	75	80		5			25	140	2			o 412				Niet verder uit te boren

Toelichting

Vegetatie volgens Slingerland 2006: Lychnido-Hypericetum tetrapteri: Open riet-juncus vegetatie met dichte lage fiorin+witbol, deels met mos, deels met strooisel. SBB equivalent niet helemaal duidelijk. Mogelijk 16B-a

Klei van 50 to 75 cm is niet gerijpt. Het lijkt erop dat ontwatering hier nog weinig invloed heeft. pH in bovengrond is hoog. Wortelmat waarschijnlijk gevolg van brakke condities.

Profielbeschrijving DK03

1456	Dijkmanshuizen	DK03	2-3-2010	119585	563996	-0,45	09B	09B
5250010	Adviezen Bodemchemie en Natuur	Bas van Delft		grasland, blijvend		Maaien + nabeweiden	0	
Jonge kleigronden	zk1c - jonge kalkrijke kleipolders					VL	0	0
19-a	RG Borstelgras [Klasse Der Heischrale Graslanden]							
00	IIla	M5p232cp4	IIla			Mn52Cp - IIla	999	40 Eff: 17
DHs	Schraalhydromoder							

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. st	Textuur		pH	Kalk	Rijp	Vlek	GEO	Str	Wortels	Fauna	Opmerking
				% A/VS	< 2 µ	< 50 µ									
1Mf	0	4 SMCL		90 OV							o 190	WO	ABVFRA		wortelmat
1Mh	4	10 SMCL		60 OV				1			o 190	WO	ABVFRA		veraarde wortels
2Ahgc	10	12 SMCL		14	24	60	140	1	5	w 211	BL	COVFRA			zwart met ijzerconcreties
2ACg1	12	17 SMAB		3	24	60	140	1	5	w 211	MA	COVFRA			grijs
2ACg2	17	23		2 2	6	35	140	1	5	m 211	MA	FEFIVE			
2Cgc	23	40 SMAB				18	145	1		m 211		FEFIVE			roestconcreties (jarosiet?)
3Ahb	40	45 SMGR		8 2	6	35	140	1		o 412					zwart, oude bovengrond
3Bh	45	65		3 2		30	140	1		o 412					donkerbruin
3BC	65	80		1		35	110	1		o 412					bruin
3Cr	80	120				35	110	1		o 412					

Toelichting
 Greppels vol en wat water op maaiveld. ca. 35 m naar het zuiden plassen op het land

Slingerland 2006: Vervilte zode met veel dood materiaal, wat veraarde klae plekje, veel nardus met witbol, reukgras en fiorin

Profiel verzuurd door pyrietoxidatie.
 Wortelmat gevolg van lage zuurgraad mogelijk in combinatie met brakke omstandigheden.
 EGV in boorgat weliswaar vrij hoog, in sloot zeer hoog. Lage pH in bovengrond wijst op pyrietoxidatie. Relatief lage pH tot 120 cm diepte wijst op gedeeltelijke verdringing van brak water door neerslagwater

Profielbeschrijving DK04

IDCODE	Terrein	Alfacode	DATUM	X-COORD	Y-COORD	m + NAP	TK-TDN	Centr. Profnr.
1457	Dijkmanshuizen	DK04	2-3-2010	119341	564181	-0,45	09B	09B
Projektnr	Projekt	Opnemer		Bodemgebruik	Beheer	Plagjaar		
5250010	Adviezen Bodemchemie en Natuur	Bas van Delft		grasland, blijvend	Maaien + nabeweiden	0		
Fysiografische eenheid	Fysiotooop			Geomorfologie	Microreliëf	Helling	Expositie	
Jonge kleigronden	zk1c - jonge kalkrijke kleipolders				VL	0	0	
Vegtype	Naam vegetatietype							
16B-a	RG Echte koekoeksbloem, Harlekijn & Riet [Dotterbl							
Hydrologisch	Systeem	GHG	GHG oud	GLG	GLG oud	GVG (veld):	GVG (polder)	GVG (stroom)
		0		75		25	15	
							0	0
							329	
Inundatieduur (mnd)	Inundatietype	Grondwatertrap	Standaard	puntencode	Bodemkaart 1:50 000	Ontkalking	Bewortelbare diepte	
14	w	Ila	5k433bp7	wlla Zn23Ap - wlla	27	70	Eff: 15	
Humusvorm								
DHi	Slikhydromoder							

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. st	Textuur	pH	Kalk	Rijp	Vlek	GEO	Str	Wortels	Fauna	Opmerking
				% A/VS	< 2 µ									
					< 50 µ									
					M50									
1Mm	0	8	SMCL	40	OV					o 190	WO	PFVFRA		wortelmat, half veraard
2Ah	8	13	SMGR	4	2		1			o 211		COVFRA		verspoeld zanddek
2AC	13	27	SMAB	1	2		1			o 211		FEFIVE		verspoeld zanddek
3Cgr	27	50				18	2	5	m	211		VFFIVE		blauwgrijs met roestvlekken
3Cgr2	50	60					3		w	211				schelpen
4Oh	60	70		50	D		2		o	110				zwart veraard veen
5Bh	70	90		3	2		1		o	412				donkerbruin
5BC	90	110		1	2		1		o	412				bruin
5Cr	110	150					1		o	412				

Toelichting

Zeer veel plasvorming op het perceel
Slingerland 2006: Vrij open biezten/kruidentvegetatie met veel lage agrostis
vegetatietype Lychnido-Hypericetum tetrapterii

Net als DK01 bestaat dit profiel deels uit verspoeld zand en hoort daarmee tot de vlakvaaggronden. Er komt wel een kleilaag voor van 27 tot 50 cm

Hoge pH op 5 cm gevolg van bekalken. Op 15 cm veel lager, mogelijk door pyrietoxidatie. Vanaf 35 cm worden weer hoge pH waarden gevonden. Kan wijzen op brakke invloed. EGV in boorgat ook vrij hoog, terwijl in sloot relatief lage EGV gevonden wordt in verhouding tot andere sloten.

Profielbeschrijving DK05

IDCODE	Terrein	Alfacode	DATUM	X-COORD	Y-COORD	m + NAP	TK-TDN	Centr. Profnr.			
1458	Dijkmanshuizen	DK05	2-3-2010	119528	563834	-0,5	09B	09B			
Projektnr	Projekt	Opnemer	Bodemgebruik		Beheer		Plagjaar				
5250010	Adviezen Bodemchemie en Natuur	Bas van Delft	grasland, blijvend		Maaien + nabeweiden		0				
Fysiografische eenheid		Fysiotoop	Geomorfologie		Microreliëf		Helling	Expositie			
Jonge kleigronden		zk1c - jonge kalkrijke kleipolders				VL	0	0			
Vegtype	Naam vegetatietype										
16B-a	RG Echte koekoeksbloem, Harlekijn & Riet [Dotterbl										
Hydrologisch Systeem		GHG	GHG oud	GLG	GLG oud	GVG (veld):	GVG (polder)	GVG (stroom)	GWS	pH	EGV (mS/m)
		0		45		20	11	0	0	2310	
Inundatieduur (mnd)	Inundatietype	Grondwatertrap		Standaard puntencode		Bodemkaart 1:50 000		Ontkalking	Bewortelbare diepte		
26	w	la M5p232ap8 wla				Mn52Ap - wla		24	60 Eff: 24		
Humusvorm											
DHi		Slikhydromoder									

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. st	Textuur	pH	Kalk	Rijp	Vlek	GEO	Str	Wortels	Fauna	Opmerking
				% A/VS	< 2 µ									
1Mm	0	7	SMCL	40 DK	10		1	5	o	190	WO	PFVFRA	larve	wortelmat half veraard
2Ah	7	8	SMCL	8	20	110	1	4	o	211	MA	COVFRA		
2ACg	8	24	SMAB	2	20	110	1	5	m	211		COVFRA		wat rietwortels
2Cgr	24	40		2	20	100	2	5	w	211		FEFIVE		blauwgrijs met roest/jarosiet langs rietwortels
2Cr1	40	50			20	100	2	3	o	211		NO		blauwgrijs half gerijpt
2Cr2	50	60			5	140	3		o	211				zand met schelpen
3OAh	60	75		25 D			2		o	110				zwart veraard veen
4Bh	75	85		3 2	25	120	2		o	412				donkerbruin
4BC	85	100		2	25	120	2		o	412				lichtbruin
4Cr	100	150			11	120	2		o	412				

Toelichting
Slingerland 2006: Pollige biezenknoppenvegetatie, w-kant kale plekken/rijsporen, veel deels verdroogde dunne fiorin
Lychnido-Hypericetum tetrapteri

Loran Tinga: Aan zuidkant van perceel komt zilte vegetatie voor

Tijdens veldwerk veel plassen op het perceel, met relatief hoge EGV (105,8 mS/m), EGV in perceelsloot 167,8 mS/m. Duidelijk menging van neerslag/smelwater met zoute kwel. EGV boorgat 2310 mS/m en in grote aanvoersloot in het zuiden 2030 mS/m. Na nacht vorst water op perceel en in perceelsloot licht bevroren; aanvoersloot niet bevroren.

Tussen 24 en 40 cm lijkt jarosiet voor te komen door pyrietoxidatie in droge periode. Kennelijk is op deze diepte nog genoeg kalk aanwezig om zuurgraad te bufferen. Op 15 cm wel duidelijk lagere pH. Bovenin op 5 cm hoge pH door bekalken?

Profielbeschrijving DK06

IDCODE	Terrein	Alfocode	DATUM	X-COORD	Y-COORD	m + NAP	TK-TDN	Centr. Profnr.		
1459	Dijkmanshuizen	DK06	2-3-2010	119189	564076	-0,4	09B	09B		
Projektnr	Projekt	Opnemer		Bodemgebruik	Beheer	Plagjaar				
5250010	Adviezen Bodemchemie en Natuur	Bas van Delft		grasland, blijvend	Maaien + nabeweiden	0				
Fysiografische eenheid	Fysiotoop			Geomorfologie	Microreliëf	Helling	Expositie			
Jonge kleigronden	zk1c - jonge kalkrijke kleipolders				VL	0	0			
Vegtype	Naam vegetatietype									
16B3	Associatie van Harlekijn en Ratelaar									
Hydrologisch Systeem	GHG	GHG oud	GLG	GLG oud	GVG (veld):	GVG (polder)	GVG (stroom)	GWS	pH	EGV (mS/m)
	5		75		29	19	10	0	230	
Inundatieduur (mnd)	Inundatietype	Grondwatertrap	Standaard	puntencode	Bodemkaart 1:50 000	Ontkalking	Bewortelbare diepte			
00	Ila	M5p232ap9	Ila	Mn52Ap - Ila	0	100	Eff:	16		
Humusvorm										
LHn	Kleihydromull									

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. st	Textuur	pH	Kalk	Rijp	Vlek	GEO	Str	Wortels	Fauna	Opmerking
				% A/VS	< 2 µ									
					< 50 µ									
						M50								
1Ah	0	9	SMGR	5	20		2	5	o	211	GR	COVFRA	worm pendel	granulaire structuur door regenwormen
1ACg	9	21	SMGR	2	24		2	5	m	211	BL	FEVFRA	grijs met wat roest	
1Cg1	21	40	20	3	5		m	211	MA	FEVFRA		worm pendel		op 40 cm worm
1Cg2	40	60			30		3	4	w	211		FEVFVE		lichtgrijs + roest
1Cgr	60	85		2	24		3	4	w	211		VFFIVE		donkergrijs, wat roest
2Bh	85	105		3		30	2		o	412		VFFIVE		donkerbruin
2BC	105	120				30	2		o	412				
2Cr	120	150				25	2		o	412				

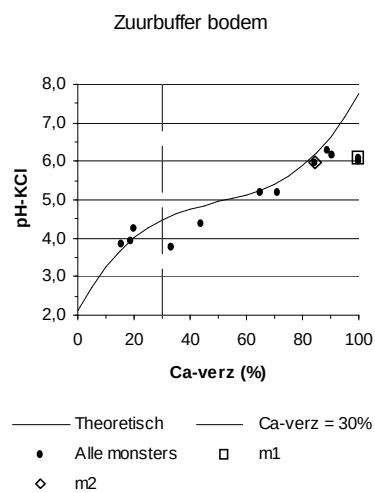
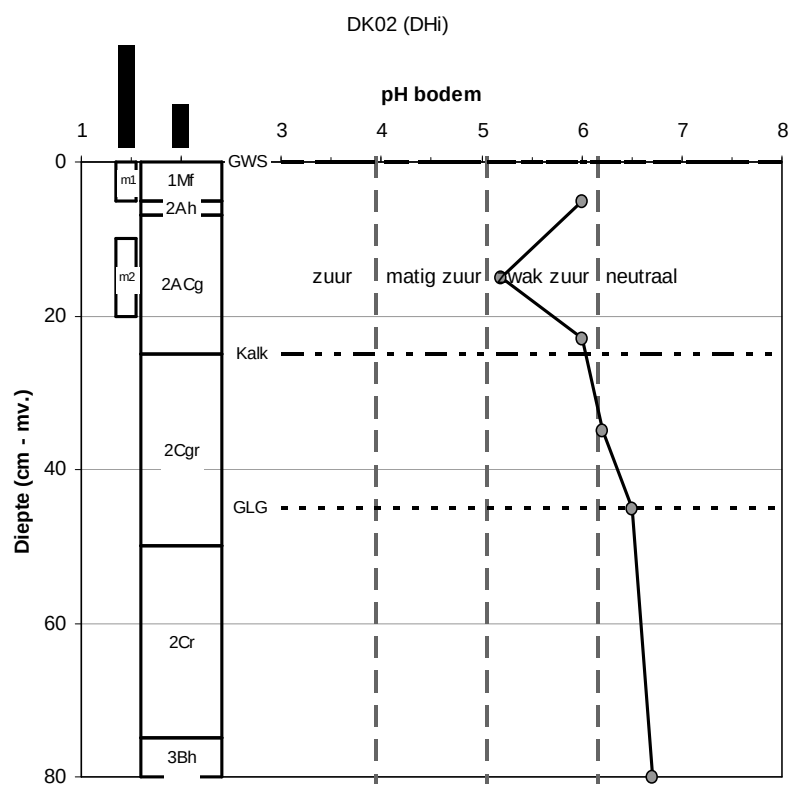
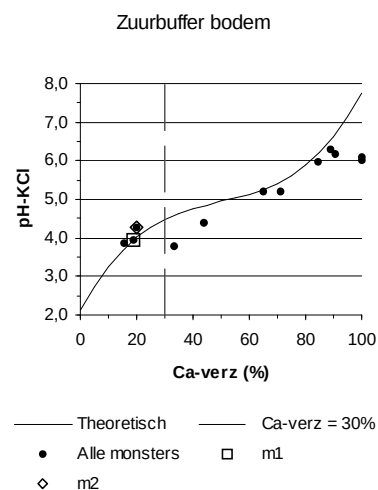
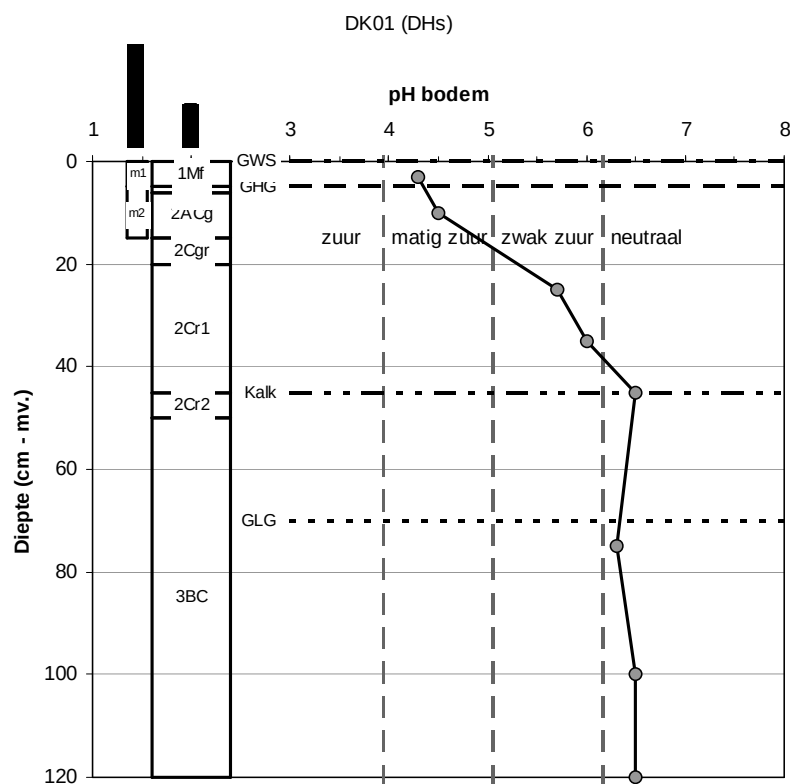
Toelichting
Slingerland 2006: Soortenrijke biezeknoppen-grassen-kruidenvegetatie
2 exemplaren Orchis morio in de opname

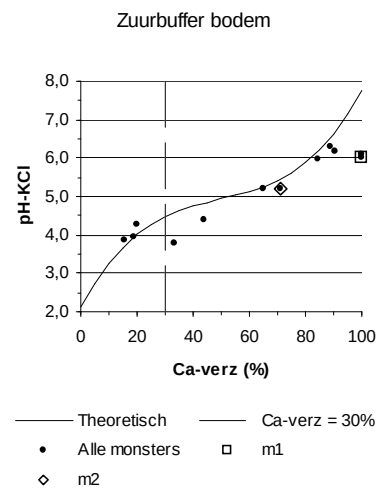
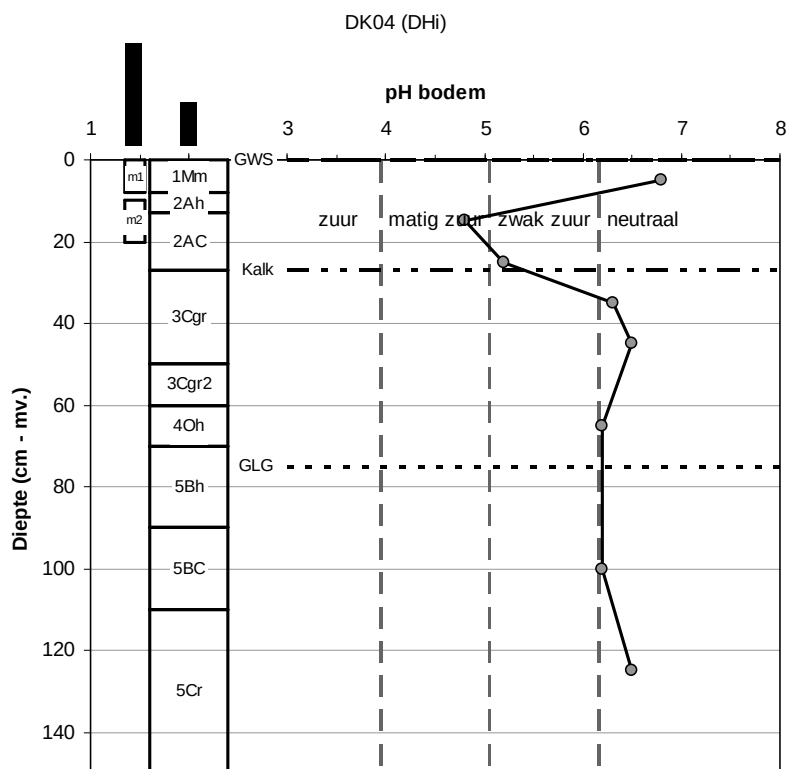
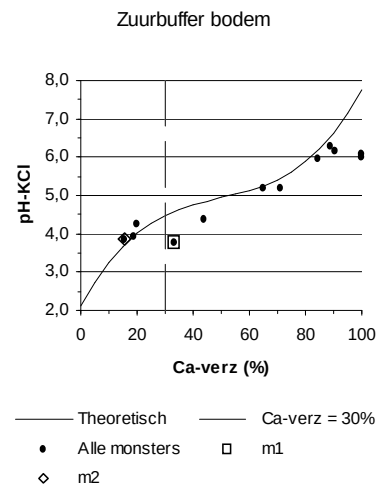
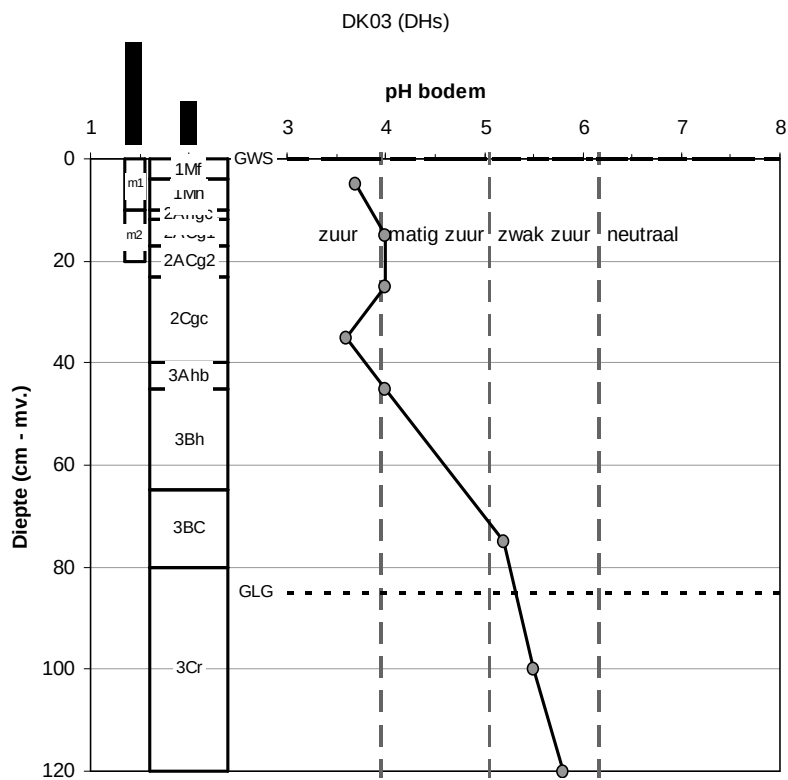
vegetatietype: Rhinantho-Orchietum morionis

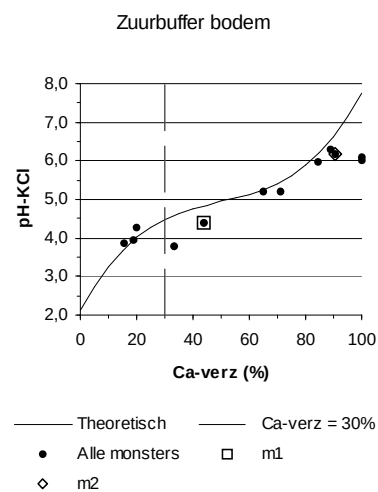
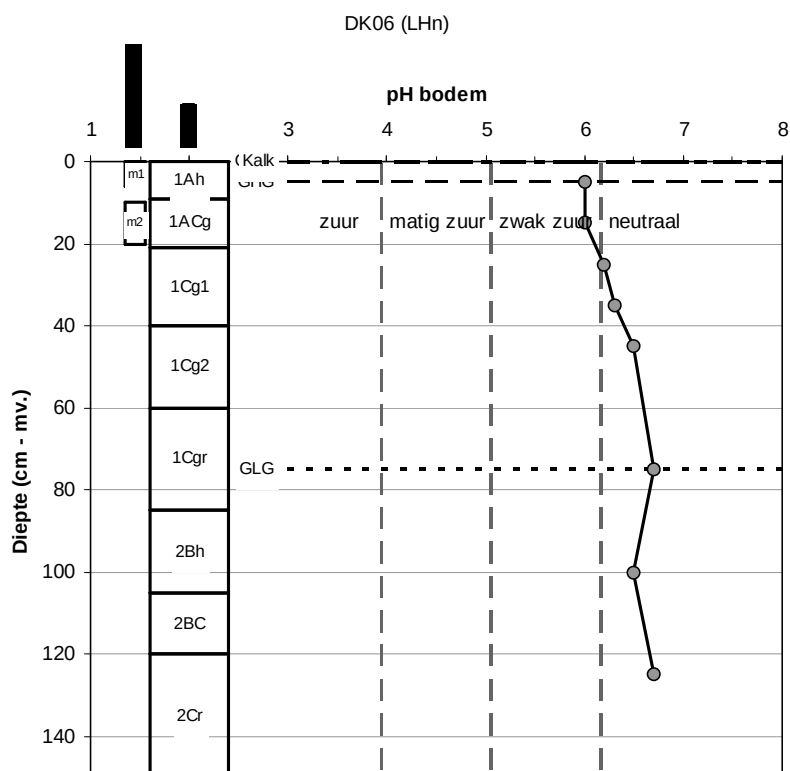
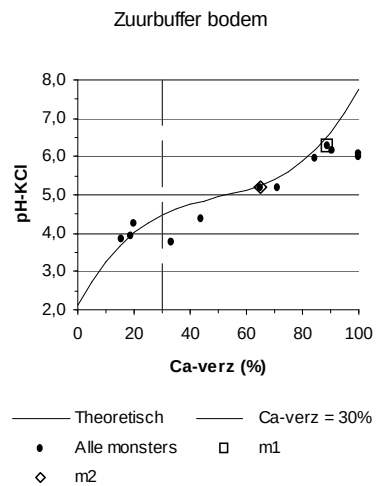
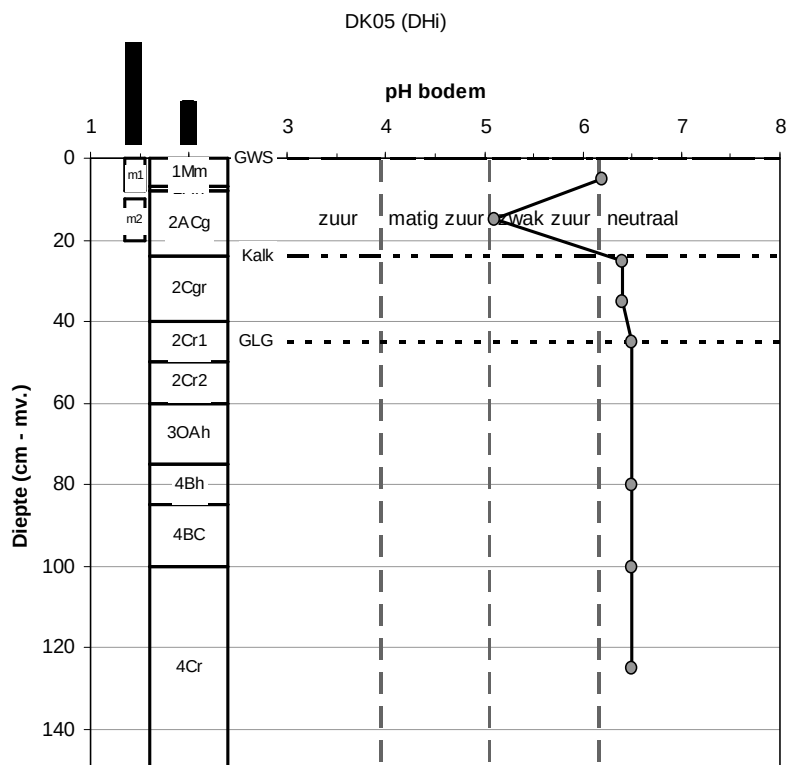
Enige punt waar regenwormen zijn aangetroffen. Vrij veel wormhoopjes op het maaiveld en in het profiel pendelaars in bovengrond en op 40 cm (mogelijk nog in rust vanwege koude). Bovengrond granulaire structuur door worm activiteit. Tevens enige punt waar geen wortelmat voor komt maar een mulprofiel. pH is hoog door kalk. Invloed brakke kwel lijkt minder groot

Op ca 25 ten noorden geïsoleerde bult van ca 25 m doorsnede en ca 65 cm hoger (5 cm + NAP). Uit verkennende boring blijkt dat het geen dekzandkop is. Lijkt geheel uit klei te bestaan op a 40 cm mangaan concreties. Herkomst bult onduidelijk. Mogelijk niet afgegraven rest van het oude kleipakket.

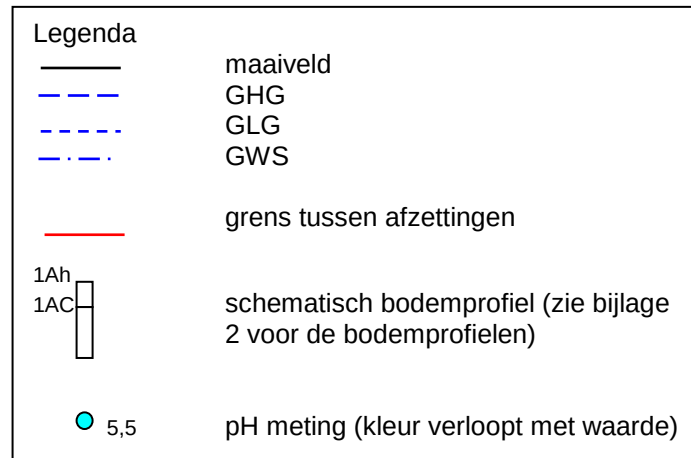
Bijlage 3 pH-profielen



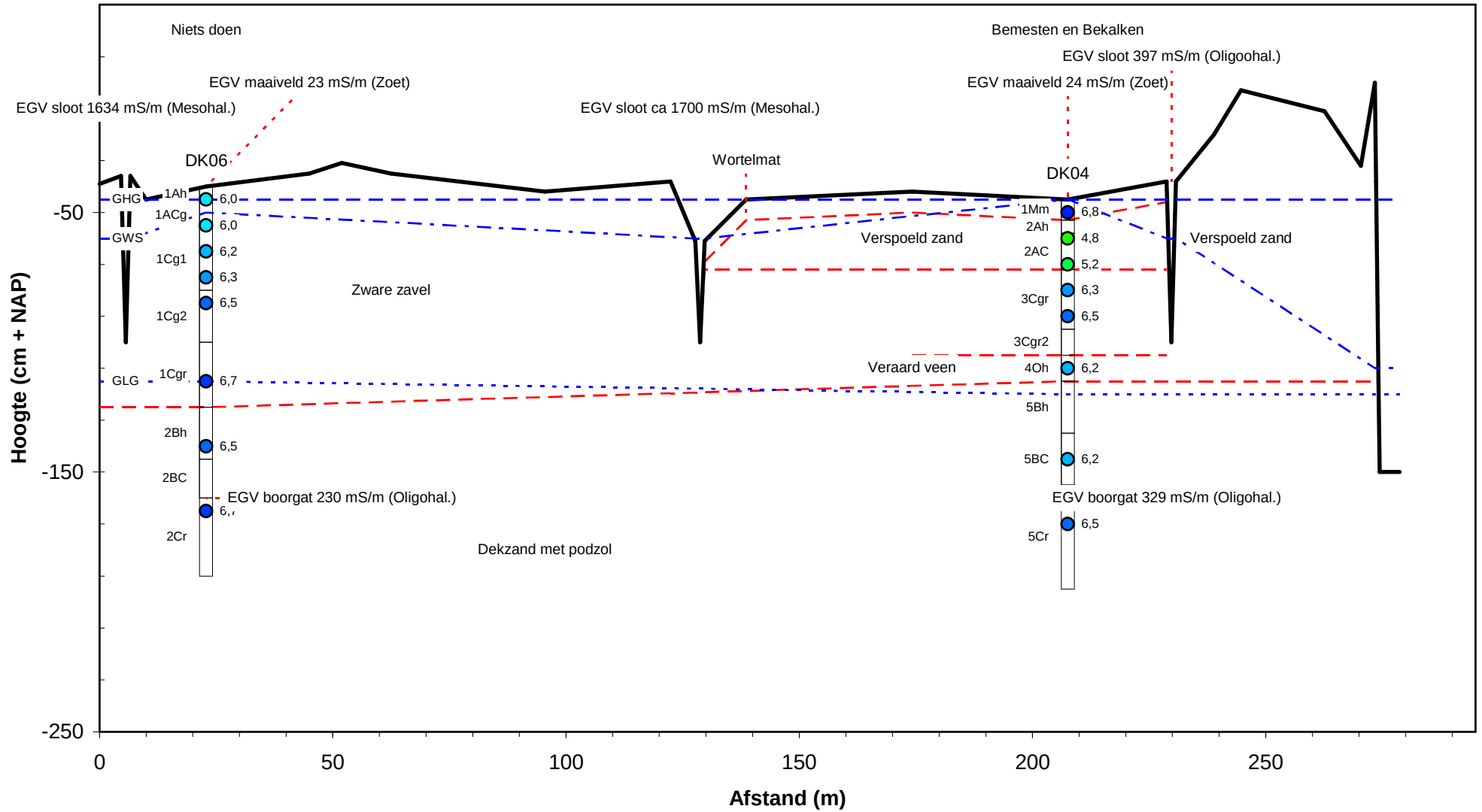




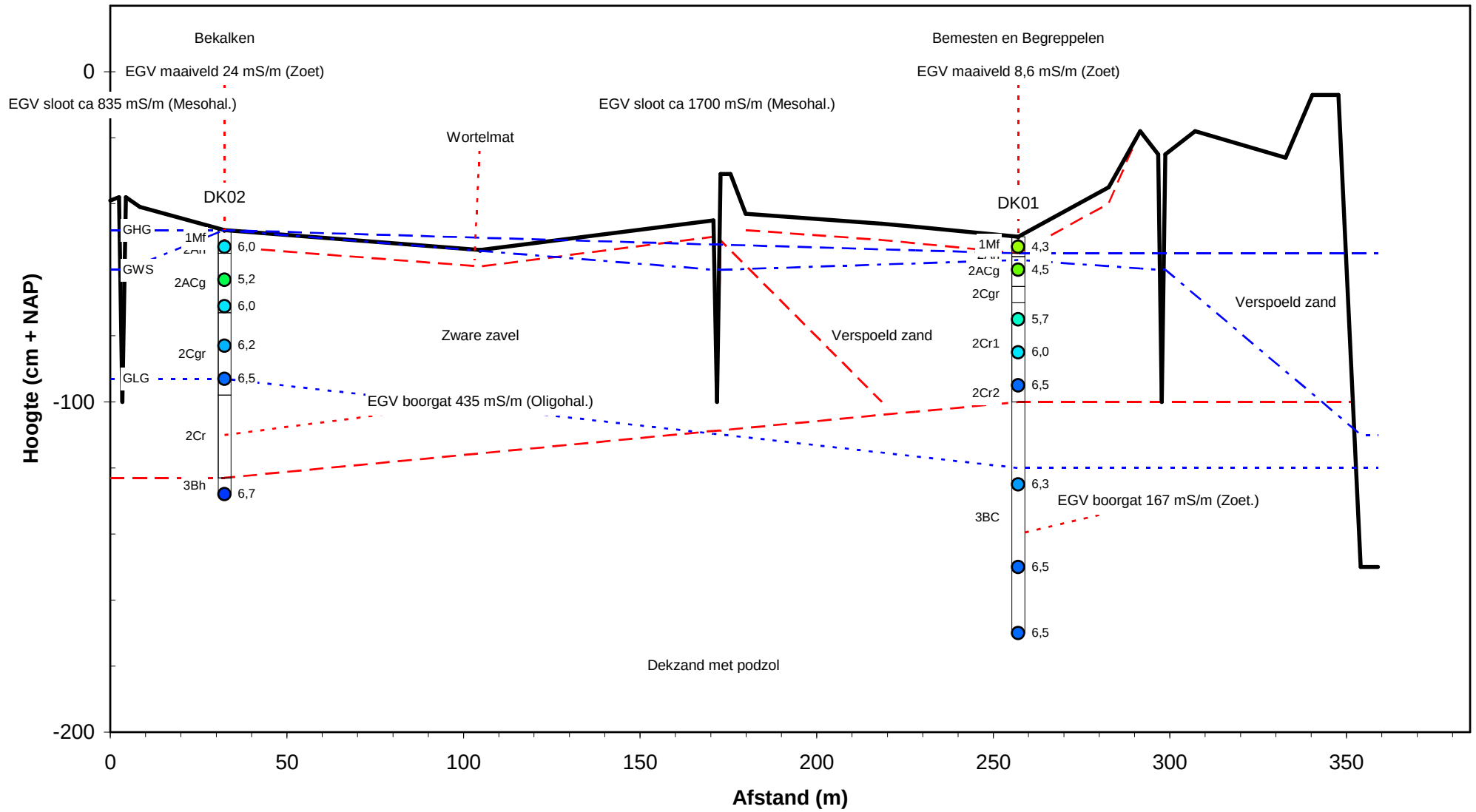
Bijlage 4 Transecten



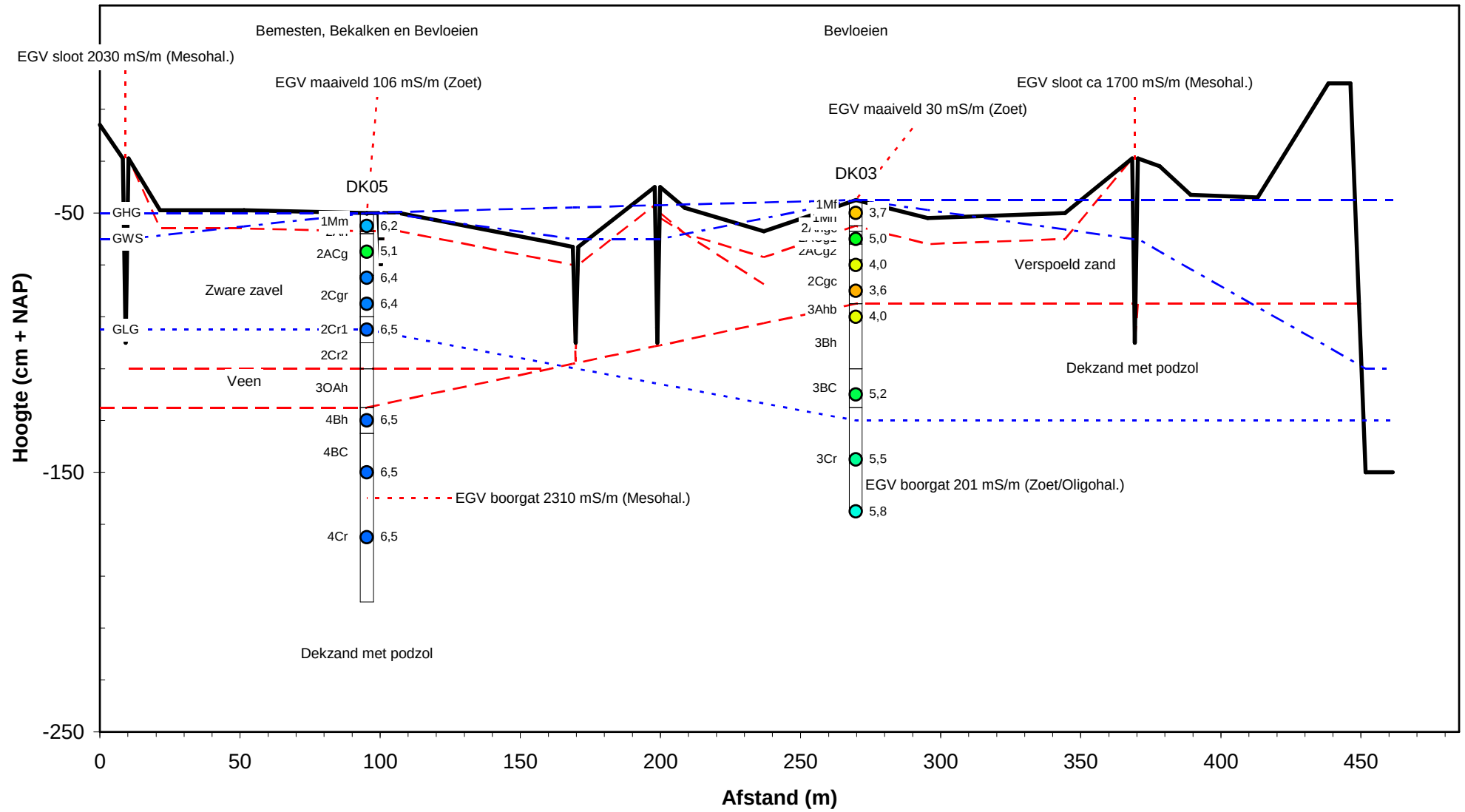
Transect AB



Transect CD



Transect EF



Bijlage 5 Analyseresultaten Nutriënten

						Oxalaat extractie				CaCl ₂ Extractie		
Locatie	Diepte (cm)		org.stof	Pw		Al-ox	Fe-ox	P-ox	PSI	NO3	Nts	P-PO4
	boven	onder	%	mg P2O5/l	umol P/l	mg/kg			mmol/mmol	mg/kg		
DK01b	0	5	31,4	8	3,49	456	3130	166	0,073	0,2	88	1,9
DK01o	5	15	1,71	1	0,44	196	933	26	0,035	0,1	7	0,0
DK02b	0	5	35,2	7	3,05	708	13571	352	0,042	1,1	154	1,2
DK02o	10	20	3,7	1	0,44	266	2662	36	0,020	0,1	15	0,2
DK03b	0	10	50,7	1	0,44	992	29574	324	0,018	0,3	81	0,3
DK03o	10	20	6,03	0	0,00	570	5097	40	0,011	0,1	15	0,0
DK04b	0	8	31,8	9	3,93	724	2764	242	0,102	0,2	128	3,0
DK04o	10	20	2,58	0	0,00	302	298	16	0,031	0,0	9	0,1
DK05b	0	8	26,3	4	1,75	458	7917	216	0,044	0,2	79	1,0
DK05o	10	20	4,85	0	0,00	200	2202	24	0,017	0,2	10	0,0
DK06b	0	6	14,8	1	0,44	532	5434	102	0,028	0,1	45	0,2
DK06o	10	20	2,35	0	0,00	216	3520	34	0,015	0,2	11	0,0

Bijlage 6 Beoordeling fosfaattoestand

Monster diepte bouwv. P _w PSD P _{ox} Fe-ox							Ontwikkelingsduur			Uitmijnen			Beoordeling									Kansrijkdom					
							Verschralen						Huidig			Verschralen			Uitmijnen			Dotterbloem		Blauwgrasland			
							PSD 20%	P _{ox} 1000	P _{ox} 200	PSD 20%	P _{ox} 1000	P _{ox} 200	P _w	PSD	P _{ox}	PSD 20%	P _{ox} 1000	P _{ox} 200	PSD 20%	P _{ox} 1000	P _{ox} 200	PSD 20%	P _{ox} 1000	P _{ox} 200	Kansrijk	Maatregel	Kansrijk
Needse Achterveld																											
DK01b	0-5	b	8	14,7	166	3130	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
DK01o	5-15	o	1	7,0	26	933	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
DK02b	0-5	b	7	8,4	352	13571	0	0	4	0	0	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
DK02o	10-20	o	1	4,0	36	2662	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
DK03b	0-10	b	1	3,7	324	29574	0	0	5	0	0	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
DK03o	10-20	o	0	2,3	40	5097	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
DK04b	0-8	b	9	20,5	242	2764	0	0	2	0	0	0	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
DK04o	10-20	o	0	6,2	16	298	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
DK05b	0-8	b	4	8,8	216	7917	0	0	1	0	0	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
DK05o	10-20	o	0	3,3	24	2202	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
DK06b	0-6	b	1	5,6	102	5434	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
DK06o	10-20	o	0	3,1	34	3520	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N