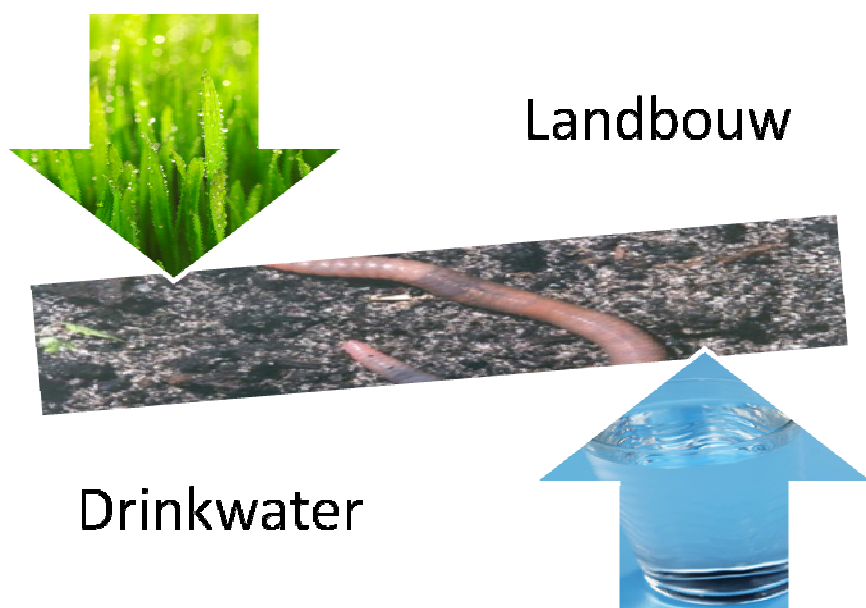


Bewust herstel van de natuurlijke buffercapaciteit van de bodem

Inhoudelijk rapportage 2010



22 Februari 2011

Nick van Eekeren
Louis Bolk Instituut

Janneke Zaneveld-Reijnders
ZLTO Projecten

Voorwoord

Brabant Water en de agrarisch ondernemers rondom de grondwaterwinning Loosbroek willen gezamenlijk aan de slag om verdroging door klimaatverandering en intensivering van de grondwaterwinning te minimaliseren. In het project “Bewust herstel van de natuurlijke buffercapaciteit van de bodem” is in verschillende themabijeenkomsten en bedrijfsbezoeken aan een integraal maatregelenpakket gewerkt om verdroging te verminderen. In dit rapport staan de achtergronden van de vraagstelling en het gebied beschreven. Dit wordt gevolgd door een onderbouwing van de maatregelen en een vertaling van de maatregelen naar individuele bedrijven en het gebied. Het project werd gefinancierd door SKB, Brabant Water, Stuurgroep Landbouw Innovatie Noord-Brabant en de ZLTO. Naast ondergetekende namen deel aan de begeleidingsgroep van het project Liesbeth Schipper van het SKB, Eric van Griensven en Eric Broers van Brabant water, Geert Wilms van de Stuurgroep Landbouw Innovatie Noord-Brabant en Johan Elshof, Stephanie Gerdes en Frans Verwer van de ZLTO. Onze dank gaat uit naar de agrarische ondernemers van de ZLTO-afdeling Bernheze die hebben deelgenomen aan het project. Bij de vertaling van maatregelen naar het gebied is samengewerkt met Floris Verhagen en Inge Folmer van Royal Haskoning, Bert Philipsen, Herman van Schooten en Michel de Haan van LR-WUR.

Nick van Eekeren
Janneke Zaneveld-Reijnders

Samenvatting

Directe aanleiding voor het project “Bewust herstel van de natuurlijke buffercapaciteit van de bodem” was het voornemen van Brabant Water om de onttrekking van drinkwater uit de diepe ondergrond rond Loosbroek te intensiveren. Voor agrarisch ondernemers rondom de winning kan dit gevolgen hebben voor de beschikbaarheid van water. De beoogde onttrekking heeft Brabant Water en de agrarisch ondernemers in het gebied bij elkaar gebracht om oplossingen te vinden voor eventueel negatieve invloed van verdroging.

De situatie voor deze bedrijven is daarmee vergelijkbaar met bedrijven op de hoge droge zandgronden in Zuid-Oost Brabant en andere hoge delen van Nederland (Deltaplan Hoge Zandgronden). De oorzaak van het toenemende droogterisico op de hoge droge zandgronden is de klimaatverandering met een toename van steeds langdurigere droge perioden afgewisseld met piekbuien. De mogelijke invloed van de drinkwaterwinning maakt de noodzaak tot actie in het projectgebied concreter waardoor het een voorbeeldfunctie kan hebben naar enerzijds andere droge gebieden op de hoge zandgronden en anderzijds naar een bredere groep door de voorbeeldfunctie van omgang met organische stof en beworteling voor thema's als verbetering biodiversiteit, waterkwaliteit, klimaatadaptatie en –mitigatie.

Eerste doelstelling van het project was om bestaande kennis beschikbaar te maken voor de agrarisch ondernemers en deze kennis te vertalen tot praktisch uitvoerbare maatregelen voor het gebied. Tweede doelstelling van het project was om een uitgewerkt plan van uitvoering op te leveren voor het vervolg van dit project. In onderliggende rapport wordt de inhoudelijke onderbouwing van maatregelen gegeven en wordt het proces en vertaling van deze kennis tot uitvoerbare maatregelen beschreven. In een apart rapport staat het plan van uitvoering (Zaneveld-Reijnders en van Eekeren, 2011) voor een vervolgproject beschreven.

Aan de hand van de verschillende themabijeenkomsten en excursies is een systematisch overzicht gemaakt van de mogelijke maatregelen waarbij de volgende 5 hoofdmaatregelen worden onderscheiden (zie bijlage 2 voor maatregelenmatrix):

1. Hydrologische maatregelen;
2. Verhogen organische stof;
3. Gewaskeuze;
4. Vruchtwisseling
5. Beworteling

Bij de inzet van deze maatregelen wordt gestreefd naar een *gefaseerde aanpak*:

1. Zoveel mogelijk *water vasthouden of terug brengen in het systeem* door hydrologische maatregelen en organische stof verhoging (o.a. door vruchtwisseling);
2. *De wortels dicht bij het water brengen* (o.a. door gewaskeuze);
3. *Efficiëntere waterbenutting* door gewaskeuze.

Met de opgestelde maatregelmatrix bezocht en is een vertaalslag gemaakt naar individuele bedrijven en het gebied wat als basis heeft gediend voor het plan van uitvoering van het vervolgproject.

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting	3
1 Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Opgave	7
1.3 Doelstellingen	7
2 Materiaal: Gebiedsbeschrijving	8
2.1 Ligging	8
2.2 Landbouw	8
2.3 Hoogteniveau	9
2.4 Grondsoort	10
3 Methode: Proces uitvoering	12
3.1 Deelnemers	12
3.2 Projectmanagement	12
3.3 Externe communicatie	12
4 Onderbouwing maatregelen	13
4.1 Hydrologische maatregelen	13
4.1.1 Waterconservering	13
4.1.2 Peilgestuurde drainage	13
4.1.3 Beregenen	13
4.1.4 Infiltratie van water met peilgestuurde drainage	14
4.2 Verhogen organische stof	14
4.2.1 Effect organische stof op vochthoudend vermogen	14
4.2.2 Afbraak in evenwicht brengen	15
4.2.3 Aanvoer maximaliseren	17
4.3 Gewaskeuze	19
4.4 Vruchtwisseling	20
4.5 Beworteling	22
5 Vertaling maatregelen naar individuele bedrijven en gebied	24
5.1 Hydrologische maatregelen	24
5.1.1 Waterconservering	24
5.1.2 Beregenen van grondwater	24
5.1.3 Gebruik van spoelwater	24
5.2 Verhogen organische stof	25
5.2.1 Huidige organische stofgehalte	25
5.2.2 Afbraak verminderen	26
5.2.3 Aanvoer verhogen	26
5.3 Gewaskeuze	28
5.3.1 Eénjarige versus meerjarige gewassen	28
5.3.2 Gewaskeuze éénjarige gewassen	28
5.3.3 Gewaskeuze meerjarige gewassen	29

5.4	Vruchtwisseling	30
5.4.1	Vruchtwisseling gras, maïs en akkerbouwgewassen	30
5.5	Beworteling	30
5.5.1	Bodembeheer.....	30
5.5.2	Gewaskeuze	31
5.5.3	Bemesting en toediening hulpstoffen.....	31
6	Conclusies en aanbevelingen	33
	Referenties	35
	Bijlage 1: Verslaglegging bijeenkomsten en excursies.....	36
	Bijlage 2: Maatregelen matrix Loosbroek.....	38
	Bijlage 3: Communicatie.....	39
	Bijlage 4: Plan voor gebruik van spoelwater voor infiltratie of beregening.....	41

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Voor de landbouw is water een belangrijke productiefactor. De hoge zandgronden in de provincie Noord-Brabant zijn van nature erg droogtegevoelig. De aanwezigheid van voldoende water – niet te veel en niet te weinig – en de waterkwaliteit daarvan vormen veelal een doorslaggevende rol voor een duurzame landbouw.

De resultaten van veel plantaardige teelten op agrarische bedrijven zijn afhankelijk van de watervoorziening op perceelsniveau. Deze watervoorziening wordt beïnvloed door de waterbehoefte van de gewassen, de aanwezige watervoorziening (hemelwater, oppervlaktewater en grondwater) en het bufferend vermogen van de bodem. De natuurlijke buffercapaciteit van de bodem is door bewerking van de bodem, afname van organisch stofgehalte en versnelde afvoer van gebiedswater afgelopen decennia aantoonbaar afgenomen.

De waterbehoefte varieert in de verschillende seizoenen. Door wijzigende omstandigheden in de markt (leveringsgaranties) en milieuregelgeving (mineralen) wordt een goede watervoorziening steeds belangrijker in de bedrijfsvoering. De middelen om deze watervoorziening te realiseren staan steeds meer onder druk. Aanpakken van verdroging is daarbij vaak een belangrijk argument.

Het klimaat is afgelopen jaren steeds grilliger geworden met perioden van droogte en perioden met extreme neerslag. De puntbelasting met regenval boven de 50 mm per keer lag in de jaren vijftig op 5,4 dagen per jaar. In de jaren '90 is dit gestegen naar 9 dagen per jaar (KNMI; Boxel and Cammeraat, 1999). De verwachting is dat deze ontwikkeling zich in de toekomst zal voortzetten (klimaatverandering). Voor de hoge zandgronden is deze problematiek onderkend en wordt een aanpak uitgewerkt. Regionale partijen in Noord-Brabant hebben in dit perspectief in 2010 een convenant ondertekend over een gezamenlijke lange termijn aanpak van het watervraagstuk op de hoge zandgronden: "Deltaplan hoge zandgronden".

In de provincie Noord-Brabant geldt een standstill situatie met betrekking tot grondwateronttrekkingen. Dit houdt o.a. in dat er geen nieuwe onttrekkingsvergunningen worden verleend. In het kader van de optimalisatie van de drinkwatervoorziening is er gekeken naar de mogelijkheden voor een verplaatsing van de ondiepe winningen in Boxmeer en Vierlingsbeek naar Veghel en Loosbroek

De vergunningsaanvraag van Brabant Water heeft ter inzage gelegen bij de provincie Noord-Brabant voor een uitbreiding van de diepe winning. Er is inspraak geweest op de vergunningsaanvraag en is op dit moment naar de POC (Provinciale Omgevings Commissie) gestuurd ter bespreking. Verwachting is dat voor de zomer de vergunningen definitief zijn. Indien deze vergunning verleend wordt kan de grondwaterstand in de omgeving licht dalen. (Reallocatie grondwaterwinningen van Boxmeer en Vierlingsbeek naar Loosbroek en Veghel; samenvatting MER; maart 2009). Deze daling beperkt zich, volgens modelberekeningen tot 5-10 cm maar komt wel bovenop de nu reeds bestaande droge situatie.

Brabant Water en agrarisch ondernemers rondom de winning willen gezamenlijk aan de slag om verdroging door klimaatverandering en intensivering van de grondwaterwinning te minimaliseren. Dit door bewust gebruik te maken van de natuurlijke bergingsfunctie van de bodem. Door in een relatief klein gebied, met gemotiveerde agrarisch ondernemers aan de slag te gaan kunnen we laten zien dat het mogelijk is om met relatief eenvoudige maatregelen de natuurlijke bergingsfunctie te herstellen en de effecten van verdroging tegen te gaan. Hierbij liggen de baten niet alleen bij waterwinning of landbouw maar wordt ook een extra meerwaarde verwacht door een positief effect voor biodiversiteit. In het waterwingebied rond Loosbroek van Brabant Water wordt verkend of een vergunningsverlening voor aanvullende diepe winning van grondwater hand in hand kan gaan met maatregelen om eventuele droogte gevolgen voor de landbouw te bestrijden. Agrariërs in Loosbroek lopen hiermee voorop met de problematiek van verdroging ten opzichte andere gebieden en moeten op korte termijn op zoek naar maatregelen in de bedrijfsvoering om met deze uitersten om te gaan.

1.2 Opgave

De opgave is vanuit verschillende partijen te werken aan een robuuste vochtvoorziening in de landbouw. Dit door gezamenlijk gebruik te maken van de natuurlijke buffercapaciteit van de bodem. Kosteneffectiviteit van de maatregelen en het verbinden van doelen en middelen van de partijen zijn hierbij belangrijke succesfactoren met perspectief voor verder verspreiding.

Maatregelen liggen, in belangrijke mate, op het gebied van bodemherstel door middel van het verhogen van het organisch stof gehalte, waterconservering, teelttechnische maatregelen en in mindere mate water aanvoer. Indien water aangevoerd wordt zal gekeken worden naar alternatieve bronnen als hergebruik van gebiedseigen water als bijvoorbeeld bronneringswater en/of spelwater.

Hierdoor kan het bufferend vermogen van de ondergrond beter benut worden waardoor agrarisch ondernemers minder afhankelijk worden van wateraanvoer (incl. grondwater) en waarbij wateroverlast benedenstrooms door te snelle afvoer voorkomen wordt. Een verbeterd bufferend vermogen voor water heeft ook een positief effect op het bodemleven, de waterkwaliteit en de hiervan afhankelijke flora en fauna.

1.3 Doelstellingen

Er is veel kennis beschikbaar over methoden om de natuurlijke buffercapaciteit van de ondergrond op peil te brengen en teelttechnische maatregelen om droogte te bestrijden. Deze kennis is alleen nog weinig beschikbaar voor de ondernemer. Eerste doelstelling van het project was om deze kennis beschikbaar te maken voor de ondernemer en te vertalen van kennis tot praktisch uitvoerbare maatregelen voor het gebied. Hierbij werd verbinding gezocht tussen de belangen van drinkwaterwinner, waterbeheerder en grondgebruiker.

Uiteindelijk doel is om structurele aanpassingen in te voeren in de bedrijfsvoering van de agrarische ondernemers en een duurzame samenwerking aan te gaan van minimaal 10 jaar. Tweede doelstelling van het project was om een uitgewerkt plan van uitvoering op te leveren voor het vervolg van dit project.

In onderliggende rapport wordt de inhoudelijke onderbouwing van maatregelen gegeven en wordt het proces en vertaling van deze kennis tot uitvoerbare maatregelen beschreven. In een apart rapport staat het plan van uitvoering (Zaneveld-Reijnders en van Eekeren, 2011) voor een vervolgproject beschreven.

2 Materiaal: Gebiedsbeschrijving

2.1 Ligging

Het projectgebied ligt in de gemeente Bernheze rondom de drinkwaterwinning Loosbroek van Brabant Water. Zoals in de aanleiding vermeld heeft Brabant Water het voornemen om komende jaren de intensiteit van deze drinkwaterwinning te intensiveren waardoor de grondwaterstand enkele centimeters kan dalen. De afbakening van dit gebied is weergegeven in figuur 2.1.

2.2 Landbouw

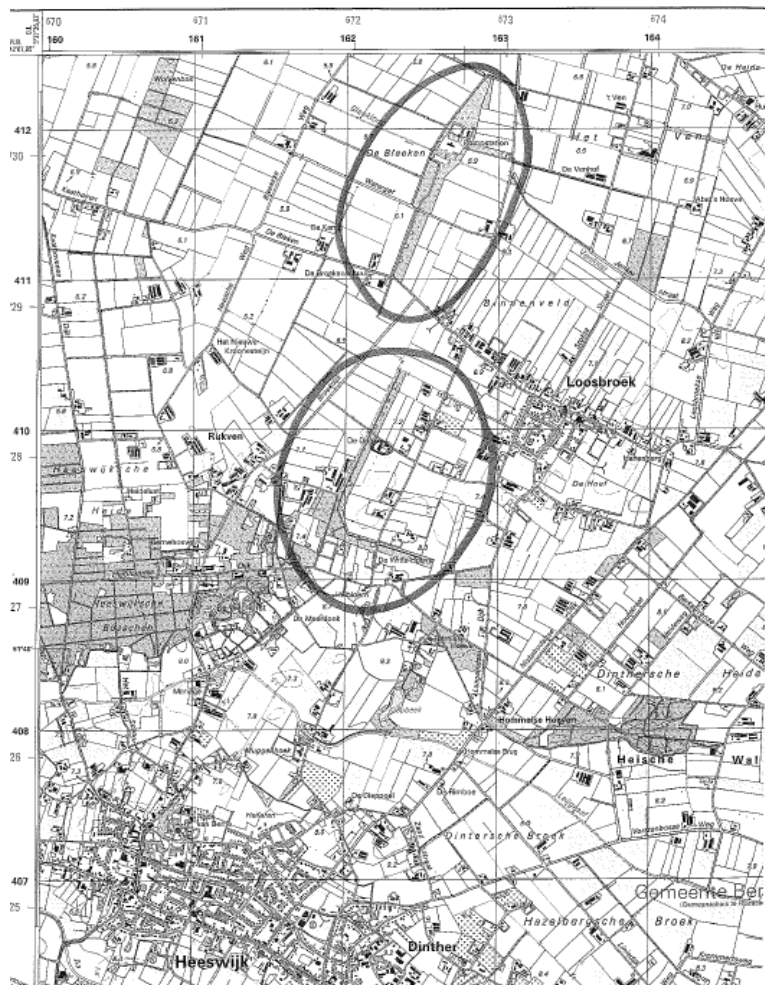
Bernheze met gronden om het waterwingebied. In totaal gaat het om 24 betrokkenen waarbij 10-15 deelnemers actief zijn. Hierbij kan het gaan om bedrijven die één perceel in het gebied hebben liggen tot bedrijven die bijna al hun grond rond het waterwingebied hebben liggen. De actieve deelnemers zijn voornamelijk jonge agrarische ondernemers die echt door willen met hun bedrijf en kunnen worden aangemerkt als voorlopers in het gebied de provincie Noord-Brabant.

Merendeel van de grond wordt gebruikt door veehouders (melkvee, kippen of gemengd melkvee en varkens). Melkveebedrijven in het gebied zijn over het algemeen intensief met rond de 20.000 liter melk per ha. Met een gemiddeld krachtvoerbruik van rond de 25 kg per 100 liter melk en relatief weinig ruwvoederaankopen ligt de huidige voedergewasproductie in het gebied op een hoog niveau. Een aantal veehouders in het gebied doet dan ook niet mee aan de derogatie (regeling dat bedrijven die minimaal 70% grasland in het bouwplan hebben 250 kg N-totaal uit organische mest ha⁻¹ kunnen aanwenden i.p.v. 170 kg N-totaal uit organische mest ha⁻¹). Deze bedrijven hebben meer maïs in het bouwplan dan gras vanwege het hoger opbrengend vermogen van maïs ten opzichte van gras. Met de aankoop van krachtvoer wordt het eiwit in het rantsoen aangevuld. Deze werkwijze heeft verschillende consequenties voor de watervoorziening op korte en lange termijn. Enerzijds verbruikt maïs minder water per kg droge stof dan gras (van der Schans en Stienezen, in van der Schans, 1998), anderzijds verhoogd de teelt van maïs (door grondbewerking) de afbraak van organische stof en is de aanvoer van organische stof met gewasresten en organische mest (170 ten opzichte van 250 kg N ha⁻¹). Dit laatste heeft als consequentie dat de opbouw van organische stof lager is of zelfs negatief en beïnvloedt het watervasthoudend vermogen van de grond op langere termijn negatief.

Naast de veehouders zijn er twee akkerbouwers in het gebied. Deze telen met name aardappels en suikerbieten. Bij deze teelten wordt er veel grond uitgeruild met veehouderij bedrijven in het gebied. Deze uitruil van grond vindt vaak plaats met continue teelt van maïs en in mindere mate met grasland.

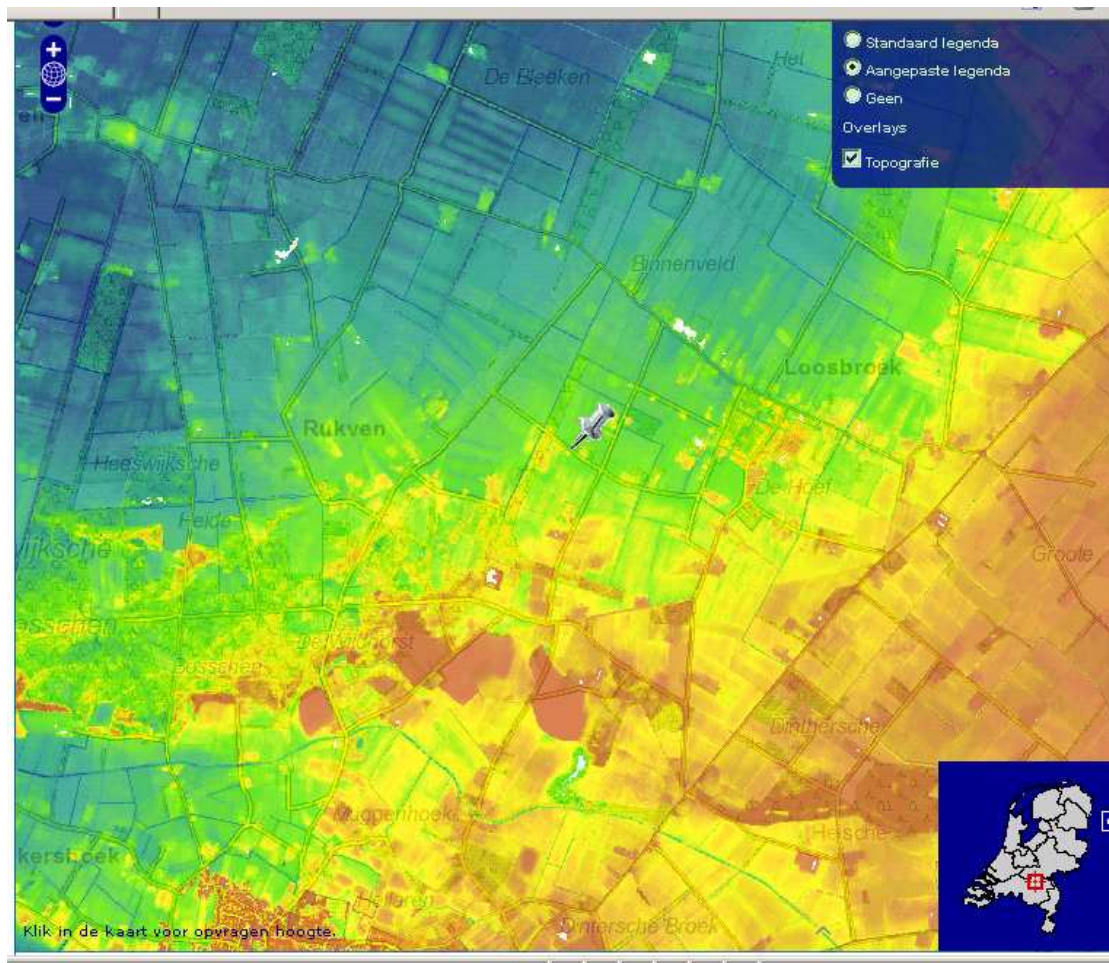
Doordat elke deelnemer keuzes maakt in zijn bedrijfsvoering is het niet mogelijk om een uniforme aanpak te formuleren voor de deelnemende bedrijven. Afhankelijk van de bedrijfsvoering moeten vele facetten meegenomen worden in de advisering.

Figuur 2.1: Figuur 2.2: Kaart van het projectgebied met daarin het zuidelijk en noordelijk waterwingebied omcirkeld
NEDERLAND 1 : 25 000



2.3 Hoogteniveau

Binnen het gebied zijn duidelijk verschillen in hoogteligging. Het zuidelijke waterwingebied ligt hoger dan het noordelijke waterwingebied. Het peil op de Busselsesteeg zit bij het melkveebedrijf van familie van der Wijst (zuidelijk waterwingebied) op 7,52 m terwijl het op het Watergat bij het melkveebedrijf van de familie Roefs (noordelijk waterwingebied) op 6,59 m zit (zie figuur 2.2). Dit is ook wat landbouwers in het gebied aangegeven. Problemen wat betreft droogte komen met name voor rond het zuidelijk waterwingebied. Het andere extreem is dat sommige percelen in het noordelijk waterwingebied, gelegen dicht bij het pompstation, te nat zijn voor de teelt van maïs.



Figuur 2.2: Maiveldligging Bron www.ahn.nl/viewer

2.4 Grondsoort

De gronden rond het noordelijk waterwingebied zijn met name beekerdgronden met een bruine humuslaag. Bruine humus is vaak ruller en beter bewerkbaar dan zwarte humus. Deze gronden werden tot dertig jaar geleden met name gebruikt voor grasland voor weiden en maaien. Door de betere ontwatering kunnen deze gronden nu ook voor bouwland worden gebruikt. Beekerdgronden lopen door tot de Busselsesteeg in het zuidelijk waterwingebied. Gronden zuidelijk van de Busselsesteeg zijn overwegend podzolgronden met plaatselijk een enkeerdgrond.



Beekeerd op het bedrijf van familie van Lieshout in het noordelijk waterwingebied.. Beekeerdgronden zijn ontstaan door ontginning van elzenbroekbos. Het riet in de sloot en de wilgen in het bosje op de

achtergrond past bij het beeld van een beekoord..



Beekeerd op het bedrijf van familie van der Wijst. Aan de linkerkant op de landschapsfoto de bomen in zuidelijke waterwinning.



Enkeerd op het bedrijf van familie van der Wijst met een diepe zwarte laag maar enkel beworteling tot 22 cm. Dit speelt mogelijk ook een rol bij de verdroging op het perceel. De zwarte humus in dit profiel heeft zijn oorsprong van heideplaggen. Langs de eikenbomen op de achtergrond heeft vroeger een zandpad gelopen.

3 Methode: Proces uitvoering

Projectuitvoering van het project heeft plaatsgevonden conform het projectplan. In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op het proces van de uitvoering.

3.1 Deelnemers

Eén van de doelen van het project was bestaande kennis over te dragen op de deelnemers waardoor zij een gegronde keuze zouden kunnen maken om anti-verdrogingsmaatregelen in hun bedrijfsvoering in te passen. Middels drie themabijeenkomsten en twee excursies zijn de mogelijkheden, haalbaarheid en effecten van verschillende maatregelen bekeken en besproken. Onderwerpen die in de themabijeenkomsten en excursies naar voren zijn gekomen zijn onder andere: organische stof, niet kerende grondbewerking, gewaskeuze, bodem, beworteling, grassoorten, direct zaaien, peilgestuurde drainage en vruchtwisseling. Voor een korte verslaglegging van de themabijeenkomsten wordt verwezen naar bijlage 1.

In het maatregelenpakket zijn de maatregelen die in het voortraject zijn benoemd als uitgangspunt genomen. Gaande weg het proces is dit pakket van maatregelen iets verbreed en is hiervoor een maatregelenmatrix opgesteld. Deze maatregelenmatrix is weergegeven in bijlage 2 en wordt onderbouwd in Hoofdstuk 4. Deze maatregelenmatrix is ook meegenomen in de individuele gesprekken met deelnemers. In totaal is er met 14 deelnemers van het project individueel contact geweest en zijn 12 deelnemers bezocht, waarvan 5 deelnemers meerdere keren. De themabijeenkomsten en individuele gesprekken hebben input geleverd voor de vertaling van maatregelen naar het gebied in Hoofdstuk 5 en het plan van aanpak.

3.2 Projectmanagement

Naast de bijeenkomsten met deelnemers is er regelmatig bilateraal overleg plaatsgevonden tussen de uitvoerders. Daarnaast is het projectteam bestaand uit ZLTO, Louis Bolk instituut en Brabant Water bij elkaar geweest om de voortgang en het plan van aanpak te bespreken. In twee bijeenkomsten met de begeleidingsgroep is het project tussentijds geëvalueerd en is een eerste concept van de rapportage besproken.

3.3 Externe communicatie

De communicatie van het project was in eerste instantie gericht op de deelnemers. Als externe communicatie zijn verschillende artikelen geplaatst in "de nieuwe Oogst" waarin het project ter sprake kwam (bijlage 3). In april 2011 komt nog een artikel in Veefocus. Daarnaast is er een veldbezoek geweest van het Deltaplan Hoge zandgronden. Vanuit de problematiek sluit het project aan bij de doelstellingen van het Deltaplan Hoge zandgronden. Als onderdeel van het regiobezoek Deltaplan Hoge Zandgronden heeft een veldbezoek plaatsgehad naar het project. In het veldbezoek heeft een veehouder de problematiek met verdroging in het gebied toegelicht en is de maatregelmatrix aan de hand van voorbeelden op het bedrijf uitgelegd en met de bezoekers bediscussieerd.

4 Onderbouwing maatregelen

Aan de hand van de verschillende themabijeenkomsten en excursie is een maatregelenmatrix opgesteld (zie Bijlage 2). De onderbouwing van maatregelen wordt besproken in de volgorde van:

1. Hydrologische maatregelen;
2. Verhogen organische stof;
3. Gewaskeuze;
4. Vruchtwisseling;
5. Beworteling.

4.1 Hydrologische maatregelen

4.1.1 Waterconservering

Door het plaatsen van stuwen, het ophogen van de slootbodems en dempen van greppels, kan het water langer in het gebied worden vastgehouden. Hierdoor heeft het meer tijd om in de grond weg te zakken en een hoger grondwaterpeil te realiseren. Verschillende berekeningen geven aan dat doormiddel van stuwtjes het grondwaterpeil met 5 cm kan stijgen (Peerboom, persoonlijke communicatie). Veehouders in Noord-Brabant geven aan dat zolang er voldoende water in de sloten is, het plaatsen van stuwtjes de noodzaak voor beregenen 7 tot 10 dagen kan uitstellen (Nauta, 2009). Hiermee is het plaatsen van stuwtjes een zeer effectieve maatregel om de droogte te beheersen. Hiervoor moet er echter wel water zijn. Probleem is vaak dat op zeer droogtegevoelige gronden sowieso weinig water in de sloten terecht komt.

4.1.2 Peilgestuurde drainage

Met nieuwe drainage technieken kan net als met stuwtjes regenwater beter worden vastgehouden. Met peilgestuurde drainage monden de drainagebuizen niet uit in de sloot maar in een verzameldrain. Hiermee kan de hoogte van het grondwater worden ingesteld. Bijvoorbeeld in het voorjaar kan het peil worden verlaagd zodat het land vroeger begaanbaar is met machines en de bodemtemperatuur sneller stijgt waardoor de gewasproductie vroeger op gang komt. Na het zaaien kan het peil weer worden verhoogd zodat er meer water beschikbaar is voor het gewas. Er lopen verschillende onderzoeken naar het systeem. Ervaringen van veehouders die het systeem hebben aangelegd geven aan dat ze op laag gelegen percelen het groeiseizoen kunnen verlengen en dat op hoger gelegen percelen de droogteproblemen pas later in het seizoen inzetten.

4.1.3 Beregenen

Beregenen is door de ontwikkeling van melkveehouderij op droge zandgronden in Noord-Brabant een normaal verschijnsel geworden en de meest directe methode om droogte te beheersen. Het gebruik van grondwater door de industrie en de landbouw leidt echter tot een algemene verdroging van Noord-Brabant. Daarnaast hangt er een arbeid- en kostenplaatje aan beregenen. Hoving (in Nauta, 2009) kwam, in een analyse met BBPR, tot de conclusie dat beregening weliswaar bijdraagt aan een verbetering van de voerpositie, maar dat het economisch voordeel sterk afhangt van de prijs van vervangend ruwvoer. Vooral de bandbreedte van de voerprijs is groot. Bij een langere droogteperiode kan de voerprijs flink stijgen en de aankoop van voer dus duur maken, waardoor beregening in dat geval een relatief goedkoop alternatief is. De prijs van (ruw)voer en de ruwvoerpositie spelen in de praktijk een grote rol bij de overweging van beregening. Naarmate het groeiseizoen verder verstrijkt, is er meer duidelijkheid over de beschikbaarheid van ruwvoer en zullen melkveehouders minder snel geneigd zijn om te gaan beregenen (Hoving in Nauta, 2009). De droge periodes van de afgelopen jaren, vroeg in het voorjaar, geven wat dat betreft meer onzekerheid. Sommige veehouders anticiperen hierop door in jaren met veel aanbod en relatief lage prijzen extra voorraden aan te leggen, hoewel hier ook een duidelijk kostenpost zit voor kapitaal, opslag en bewaringsverliezen (Nauta, 2009). Bij overwegingen van beregenen speelt ook het kunnen blijven weiden van het vee een

belangrijke rol. Veehouders anticiperen hierop door vee minder uren per dag te weiden of het op stal houden van het vee (hele jaar of alleen in zomermaanden ('mid-summer feeding')). Belangrijk ook voor het al dan niet beregenen is het in leven houden van de grasmat om kosten voor herinzaai te besparen en het spuiten tegen onkruiden te minimaliseren. Daarnaast wordt met het ploegen van het grasland de organische stof in de bodem versneld afgebroken wat onder andere belangrijk is voor het vochtvasthoudend vermogen van de bodem (zie paragraaf 4.2) (Nauta, 2009). Men zou dus kunnen stellen: Grasland beregenen om herinzaai te voorkomen, is beregenen om organische stofafbraak door graslandvernieuwing te voorkomen en later minder te beregenen. In verschillende projecten in Noord-Brabant is gewerkt aan het efficiënt gebruik van grondwater (o.a. Agrarisch Grondwater Beheer, Beregenen op Maat). Op het moment worden in het project High Tech Beregenen nieuwe technieken als satellietbeelden en vochtsensoren ingezet om beregening nog efficiënter in te kunnen zetten.

4.1.4 Infiltratie van water met peilgestuurde drainage

In het systeem van peilgestuurde drainage wordt nu op verschillende bedrijven ervaring opgedaan met het infiltreren van water in het systeem. Dit kan surplus water zijn uit de drainage van lagere gedeelte (Tholen in de Kempen, Goorden in Molenbeek) maar ook water van de erfverharding (Tholen in de Kempen) of oppervlaktewater (Vermeer in de Hilver).

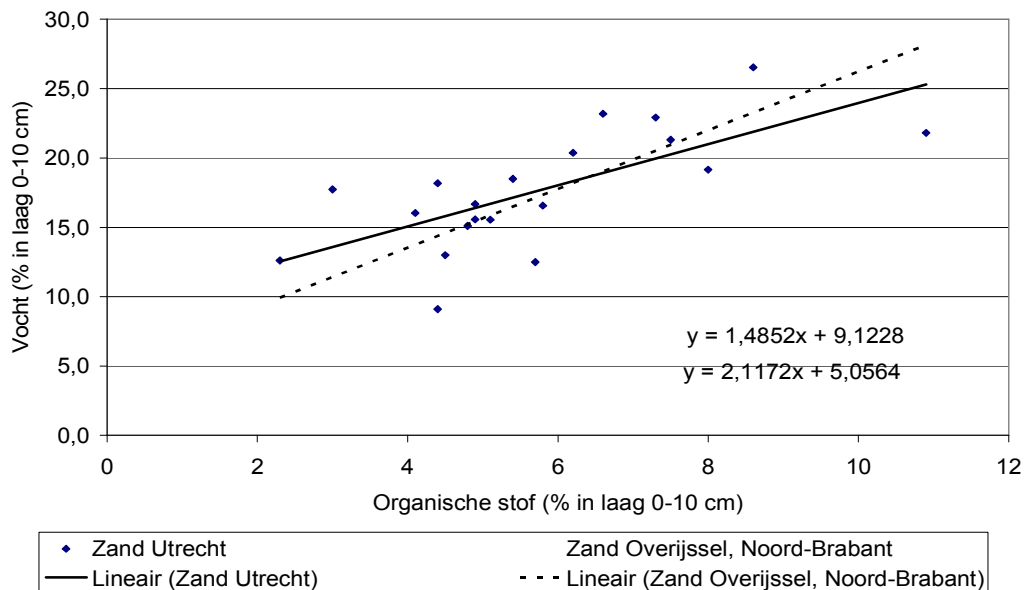
4.2 Verhogen organische stof

4.2.1 Effect organische stof op vochthoudend vermogen

Water wordt in de grond vastgehouden in de kleinere poriën. Des te meer klei en des te meer organische stof een bodem bevat des te meer kleinere poriën deze bevat waarin vocht kan worden vastgehouden. Humusarme grofzandige zandgronden en humusrijke fijnzandige of lemige zandgronden zijn elkaars tegenpolen wat betreft vochtvasthoudend vermogen.

In onderzoek op zandgronden in Noord-Brabant, Overijssel en Utrecht was het vochtpercentage in de bodem gecorreleerd met organische stof (van Eekeren et al., 2010; van Eekeren en Bokhorst, 2010 (figuur 4.1). Het vochtpercentage steeg in Utrecht met 1,5% per % organische stof en in Overijssel en Noord-Brabant was dit 2,1%. Gecorrigeerd voor bodemdichtheid betekende dit per % organische stof, 1,3 mm water of 13 m³ water aanwezig ha⁻¹ in de laag 0-10 cm in Utrecht, en 2,2 mm water of 22 m³ water aanwezig ha⁻¹ in de laag 0-10 cm in Overijssel en Noord-Brabant. In zowel de provincie Utrecht als het onderzoek in Overijssel en Noord-Brabant werd de monsternamen tussen eind april en eind mei voorafgegaan aan een periode zonder regen. Hierdoor waren de monsters niet op veldcapaciteit en zouden deze cijfers in een andere periode hoger of lager kunnen uitvallen. Janssen (in Bakker en Locher, 1991) geeft vuistregels voor het berekenen van het vochtbindend vermogen van 1-8 liter water per kg organische stof. Omgerekend voor de laag 0-10 cm zou dit zijn 1,3-10,6 mm extra water vasthouden per % organische stof. Dit is het extra vasthouden van water, dit betekent niet dat het allemaal beschikbaar is voor de plant. Hoewel, op zandgronden stijgt, bij een toename van het organische stofgehalte, het vochtgehalte bij het verwelkingspunt minder dan bij dat bij veldcapaciteit (Janssen in Bakker en Locher, 1991). Dus bij een hoger organisch stofgehalte is er relatief meer water beschikbaar voor de plant.

Figuur 4.1 Relatie tussen organische stofgehalte in de laag 0-10 cm en het vochtpercentage in de laag 0-10 cm in Utrecht (van Eekeren en Bokhorst, 2010), en in Overijssel en Noord-Brabant (van Eekeren et al., 2010)



Illustratief voor het effect van organische stofgehalte op de vochtvoorziening is een studie van de Kok en Alblas (1996) op kalkrijke, lichte zavelgrond. In deze proef resulteerde de bemesting van in totaal 2400 ton tuinturf ha^{-1} in een organische stofstijging van 3,7% in de laag 0-30 cm. Hiermee nam het totale beschikbare vocht (pF 2,0-4,2) in de laag 0-30 cm toe met $270 \text{ m}^3 \text{ water ha}^{-1}$ en het makkelijk beschikbare vocht (pF 2,0-2,7) met $57 \text{ m}^3 \text{ water ha}^{-1}$. Uiteindelijk betekende deze stijging in organische stofgehalte dat er met een gewasverdamping van 3 mm of $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ dag}^{-1}$, 2 dagen later berekend moest worden en dat het theoretisch verwelkingspunt van een gewas 9 dagen later bereikt werd (de Kok en Alblas, 1996). Hierbij is vochtaanvulling door capillaire aanvoer uit de ondergrond en vochtopname door het gewas door diepe beworteling buiten beschouwing gelaten. Hoewel dit hoge cijfers zijn betekent dit omgerekend naar een bodemlaag van 10 cm, $24,3 \text{ m}^3$ of 2,4 mm totaal beschikbaar vocht en $5,1 \text{ m}^3$ of 0,5 mm makkelijk beschikbaar vocht ha^{-1} per % organische stof respectievelijk. Er vanuit gaande dat het totaal beschikbaar vocht beschikbaar is voor het gras betekent dit met een waterverbruik van Engels raaigras van $350 \text{ liter kg}^{-1} \text{ ds}$ (van der Schans en Stienezen in van der Schans 1998), 57 kg ds grasgroei per % organische stof in de laag 0-10 cm. Afhankelijk van het stikstofbemestingsniveau en het groeistadium, groeit gras in het seizoen van 0 tot maximaal $150\text{-}200 \text{ kg ds ha}^{-1} \text{ dag}^{-1}$. Theoretisch zou gras dus minder dan een dag groeien op het vocht beschikbaar uit 1% organische stof in een bodemlaag van 10 cm op deze zavel. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat al dit vocht beschikbaar is voor het gras en het verwelkingspunt nog niet is bereikt.

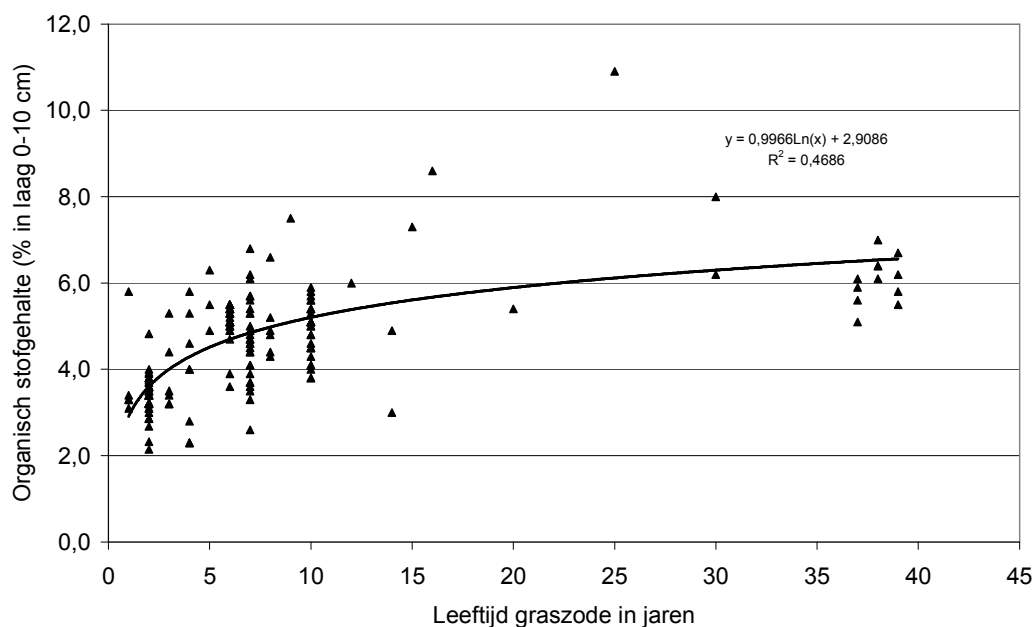
4.2.2 Afbraak in evenwicht brengen

Het organische stofgehalte in de bodem is een resultaat van de jaarlijkse afbraak en aanvoer van organische stof. Een grove vuistregel is een jaarlijkse afbraak van organische stof van 2% van het organische stofgehalte. Organische stof wordt voor een groot deel afgebroken door het bodemleven. Afbraak wordt gestimuleerd door grondbewerking doordat de organische stof beter beschikbaar komt voor het bodemleven en er meer lucht in de grond wordt gebracht. Daarnaast wordt er meer organische stof afgebroken als grond beter ontwaterd is waardoor de temperatuur van de bodem sneller stijgt en er meer lucht in de grond bodem kan. Ook wordt het merendeel van het bodemleven en daarmee de afbraak gestimuleerd door een hogere pH. Voor een goede gewasgroei is een zekere mate van afbraak gewenst. Aan de andere kant wil men juist de afbraak van organische stof ook in evenwicht brengen met de aanvoer.

Een belangrijke maatregelen om de afbraak van organische stof in evenwicht te brengen is grondbewerking te minimaliseren. Voor grasland is dit de frequentie van graslandvernieuwing te minimaliseren. In een studie in de provincie Utrecht was er een sterke correlatie tussen de leeftijd van het grasland (tijd zonder ploegen) en het organische stofgehalte (van Eekeren en Bokhorst, 2010). In

een proef van de Universiteit van Gent was het organische stofgehalte na 37-39 jaar grasland gemiddeld 6,1% in de laag 0-10 cm en 2,1 % in de laag 0-10 cm voor continu bouwland met grondbewerking (van Eekeren et al., 2008). Wordt de leeftijd van graslanden van verschillende graslandproeven op dekzand uitgezet tegen het organische stofgehalte dan vlakkt het maximum organische stofgehalte onder graslanden op dekzand rond de 6-7 % af (0-10 cm) (figuur 4.2). De gemodelleerde lijn voor een dekzandgrond met het model NDICEA levert een vergelijkbare lijn op voor de laag 0-10 cm. Het geeft aan dat het voor de meeste dekzandgronden het maximum organische stofgehalte onder grasland in de laag 0-10 cm rond de 6-7% ligt. De toename van organische stof onder permanent grasland is een resultante van een hogere aanvoer van effectieve organische stof onder grasland een lagere afbraak door geen grondbewerking (paragraaf 4.2.2; tabel 4.1).

Figuur 4.2 Relatie tussen leeftijd van graszode en organische stofgehalte (van Eekeren en Bokhorst, 2010)



In figuur 4.3 zijn de gemodelleerde lijnen uitgezet voor dekzandgrond voor permanent grasland en continueelt snijmaïs met grondbewerking voor de laag 0-30 cm. Dit geeft aan dat voor de meeste dekzandgronden het minimum organische stofgehalte onder continue bouwland in de laag 0-30 cm rond de 2% ligt. Mogelijk kan met minimaliseren van de grondbewerking in de continueelt maïs door niet kerende grondbewerking technieken (woeler en cultivator) of direct zaai technieken het organische stofgehalte omhoog worden gebracht. Een meta-analyse van Six et al. (2002) geeft aan dat met niet kerende grondbewerking het organische stofgehalte met 325 kg C per ha per jaar toeneemt, waarbij het organische stofgehalte zich meer aan de oppervlakte concentreert.

Figuur 4.3 Verloop van het organische stofgehalte in de laag 0-30 cm over de jaren onder permanent grasland en continueelt snijmaïs gemodelleerd met NDICEA (van Eekeren et al. 2011, in voorbereiding)

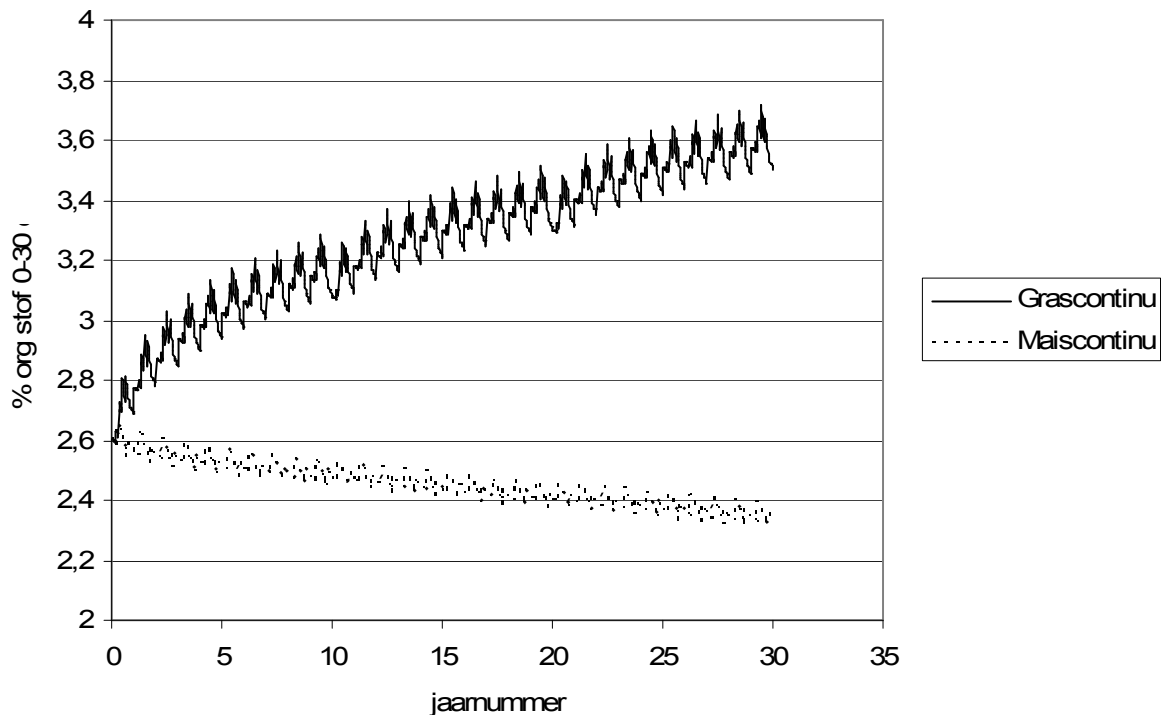


Foto woeler (links) en cultivator (rechts) op het bedrijf van Johan van Meer in Hapert

Voor zowel grasland als bouwland is het belangrijk om de pH op peil te houden voor optimale gewasgroei maar niet meer te bekalken dan noodzakelijk. In een langjarig experiment op Proefbedrijf de Ossenkampen op rivierklei was het organische stofgehalte (laag 0-10 cm) in de behandeling met jaarlijks bekalken 18,8% tegen 21,5% in de controle behandeling (ongepubliceerde gegevens RIVM). Dit zou er voor pleiten om een bekalking minder dan in het verleden in grote hoeveelheden toe te passen maar frequenter en met lagere doses om de mineralisatie van organische stof die gepaard gaat met bekalken beter in het volggewas te benutten.

4.2.3 Aanvoer maximaliseren

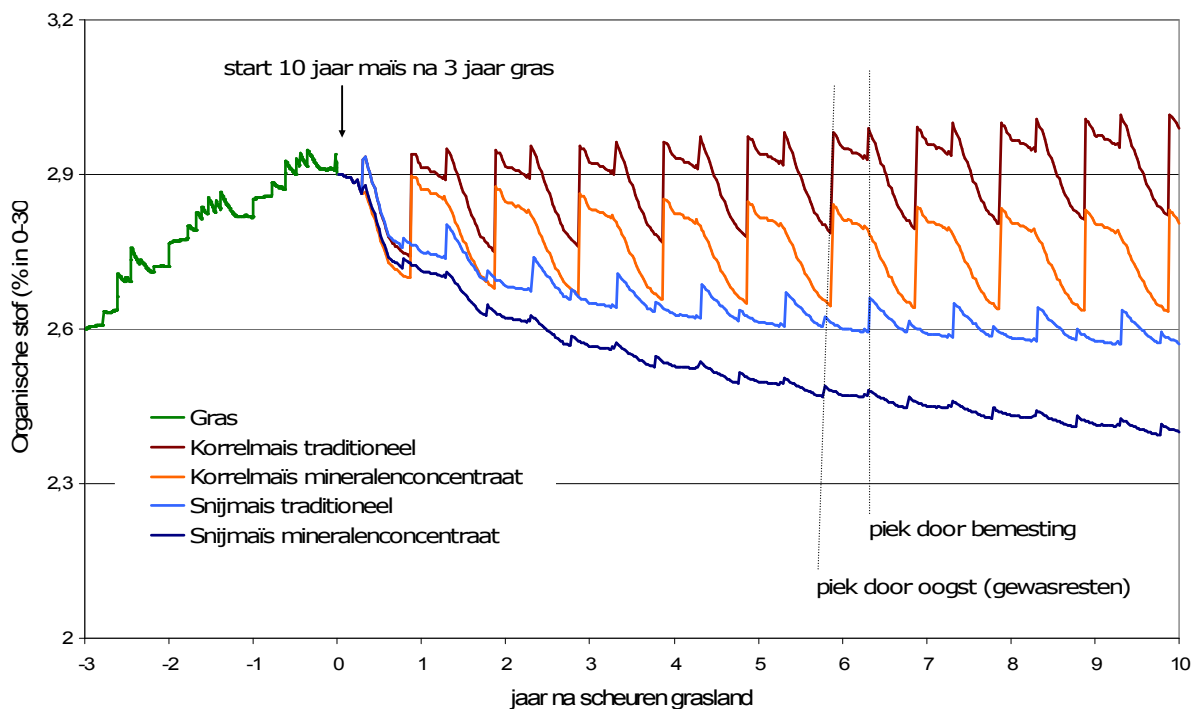
Meerjarig gras heeft de hoogste aanvoer van effectieve organische stof (organische stof die na een jaar nog aanwezig is) (zie tabel 4.1). Een belangrijke maatregel om het organische stofgehalte te verhogen is dan ook het areaal grasland op een bedrijf verhogen. Middels het verbinden van minimaal 70% grasland aan de derogatie op melkveebedrijven heeft er over het algemeen al een verhoging van het areaal grasland in Noord-Brabant plaats gevonden.

Tabel 4.1 Aanvoer van effectieve organische stof uit grasland en gewasresten (www.nmi-agro.nl)

Gewas	Effectieve organische stof (kg per ha)
Gras 1 jaar oud	875
Gras 2 jaar oud	2275
Gras 3 jaar oud en ouder	3675
Snijmaïs ondergronds	525
Aardappelen	875
Tarwe stoppels en stro	2550

De aanvoer van organische stof uit snijmaïs is relatief laag (tabel 4.1). Door maïs te telen voor MKS (Maïs Kolven Schroot) of Korrelmaïs blijven meer gewasresten op het land achter. Uit een modelberekening met NDICEA blijkt dat het mogelijk is om met bemesting volgens de gebruiksnormen het organische stofgehalte in de laag 0-30 cm op peil te houden, in tegenstelling tot de teelt van snijmaïs (figuur 4.4).

Figuur 4.4 Verloop van organische stof bij de teelt van snijmaïs en korrelmaïs (Deru et al., 2010a)



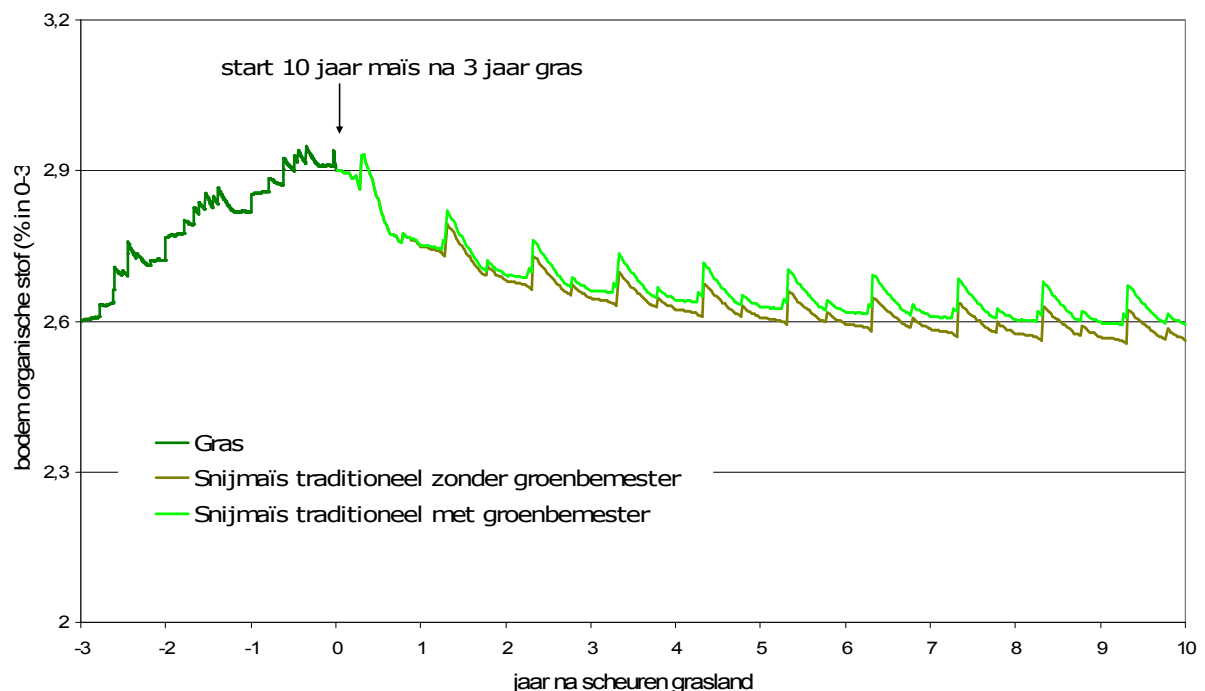
De kwantiteit van organische mest die aangewend mag worden liggen vast binnen de kaders van de gebruiksnormen. Middels de keuze van mestsoort kan nog invloed worden uitgeoefend op de aanvoer van effectieve organische stof mest. In tabel 4.2 wordt dit voor enkele mestsoorten geïllustreerd.

Tabel 4.2 Aanvoer van effectieve organische mest met verschillende mestsoorten (www.nmi-agro.nl)

Mestsoort	Effectieve organische stof (kg per ha)
Drijfmest rundvee	33
Drijfmest varkens	20
Vaste mest rundvee	77
Vaste mest vleeskuikens	183
Champost	89
GFT-compost	183

Hoewel voor groenbemesters als bladrogge en Italiaans raigras nog 432-612 kg effectieve organische stof per ha wordt gerekend, blijken groenbemesters in een 15-jarig experiment op Proefboerderij Aver Heino niets toe te voegen aan de organische stof opbouw (van Schooten et al., 2006). Ook in modelberekeningen met NDICEA voegt de teelt van een groenbemester in een continue teelt van snijmaïs weinig toe aan de organische stofopbouw (figuur 4.5). Schijnbaar wordt de organische stof en de 20-40 kg stikstof die wordt vastlegt in een groenbemester snel afgebroken en komt deze stikstof meteen beschikbaar in het volggewas. Anders dan aanvoer van organische stof kan een mulchlaag van stro of doodgevroren groenbemesters de verdamping van water verminderen. Een nadelig effect van een mulchlaag is dat de bodem in het voorjaar langer nat en koud blijft. Dit effect werd ook gemeten bij de teelt van groenbemesters in een continue teelt van maïs (van Schooten et al., 2006). Aan de andere kant is ook bekend dat een groenbemester die te lang doorgroeit te veel water onttrekt voor het volggewas.

Figuur 4.5 Verloop van organische stof bij de teelt van snijmaïs met en zonder groenbemester (Deru et al., 2010a)



4.3 Gewaskeuze

Bij droogtebeheersing speelt de gewaskeuze een belangrijke rol. Gewassen onderscheiden zich op de volgende punten:

1. Transpiratiecoëfficiënt: Hier zit met name verschil tussen éénjarige gewassen die op langere termijn minder in wortelontwikkeling investeren dan meerjarige gewassen (tabel 4.3). Snijmaïs gaat bijna tweemaal zo efficiënt om met water als Engels raigras. Binnen éénjarige gewassen

zijn ook verschillen in C3 en C4 planten zoals voederbiet versus maïs. Binnen meerjarige gewassen zijn ook verschillen, waarbij luzerne een hogere transpiratiecoëfficiënt heeft dan grassen. Bij de meerjarige grassen lijkt kropbaar haar droogteresistentie te danken aan een lager water verbruik dan Engels raaigras (Garwood en Sinclair, 1979).

2. Diepere beworteling: Een diepere beworteling is zeer effectief om vocht uit diepere bodemlagen (zie paragraaf 4.5) te benutten en via capillaire nalevering gebruik te maken van het grondwater. Luzerne is ondanks haar hoge transpiratiecoëfficiënt, maar juist met een diepe beworteling, in staat om bij droogte nog goed te produceren (tabel 4.3). Rode klaver staat ook bekend als droogteresistent mede dankzij haar diepe penwortel. Ook kruiden als cichorei (www.evergraze.com.au) en smalle weegbree (van Eekeren et al., 2005) zijn vanwege hun penwortel droogteresistent. Een belangrijke factor in de droogteresistentie van rietzwenkgras is haar diepere beworteling (tabel 4.3; van Eekeren et al., 2010b).
3. Groeiseizoen: Op droogtegevoelige percelen wordt soms de keuze gemaakt voor triticale omdat dit gewas eerder van het veld af is en een gedeelte van haar groei in het vroege voorjaar heeft doorgemaakt. Aan de andere kant is het voor maïs heel belangrijk dat juist gedurende de bloei en kolfzetting voldoende vocht beschikbaar is.
4. Herstel na droogte: Herstel van snijmaïs en triticale na droogte is over het algemeen slecht. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld voederbiet en luzerne die zich heel goed weer vanuit wortelreserves kunnen herstellen. Witte klaver kan juist door droogte compleet wegvallen uit een grasklaver mengsel.

Tabel 4.3 Gewaseigenschappen: transpiratiecoëfficiënt, bewortelingsdiepte en herstel na droogte (van der Schans en Stienezen in van der Schans, 1998)

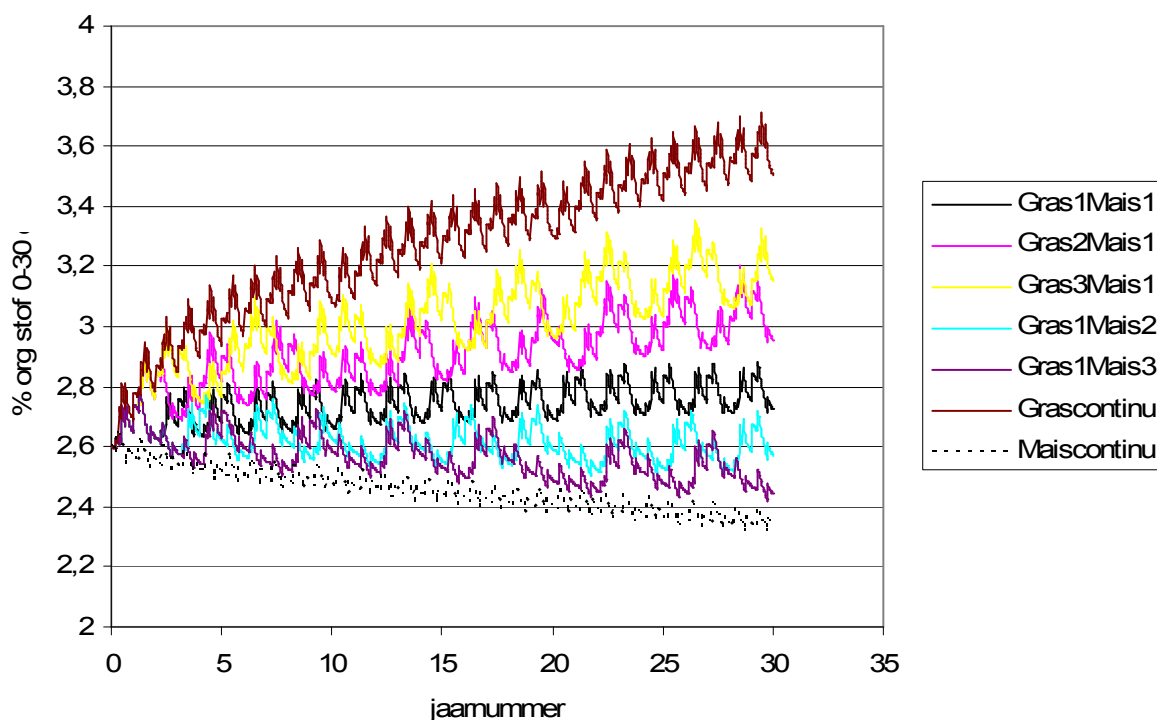
Gewas	Transpiratiecoëfficiënt (mm/10 ton droge stof)	Bewortelingsdiepte (cm)	Herstel na droogte
Eenjarig			
Snijmaïs	190	90	Slecht
Triticale	225	90	Slecht
Voederbiet	300	90	Goed
Meerjarig			
Engels raaigras	350	40	Matig
Rietzwenkgras	350	90	Matig
Luzerne	400	150	Goed

Via gewaskeuze kan op relatief korte termijn op problemen met droogte worden ingespeeld. Deze keuze moet echter ook passen binnen de rest van de bedrijfsvoering (bijvoorbeeld rantsoen e.a.). Gewaskeuze op korte termijn kan ook invloed hebben op organische stofopbouw op lange termijn. Bijvoorbeeld de keuze voor maïs vanwege een efficiënter waterverbruik in plaats van een meerjarig gras zal hoogstwaarschijnlijk een verlaging van het organische stofgehalte in de bodem met zich meebrengen. Dit zal uiteindelijk consequenties hebben voor het vochtvasthoudend vermogen op lange termijn.

4.4 Vruchtwisseling

Aangezien gewaskeuze (paragraaf 4.3) gedeeltelijk leidend is voor de mogelijkheden van vruchtwisseling is het daarmee gerelateerd. Daarnaast heeft vruchtwisseling door de grondbewerking invloed op beworteling (paragraaf 4.5). Daarnaast heeft vruchtwisseling effect op het organische stofgehalte in de bodem (paragraaf 4.2). Een wisseling van grasland met bouwland combineert de netto verhoging van organische stof in grasland met de in de meeste gevallen netto verlaging onder bouwland. Hiermee kan voorkomen worden dat het organische stofgehalte daalt. In een proef van de Universiteit van Gent lag het organische stofgehalte van de behandeling met een vruchtwisseling van 3 jaar gras met 3 jaar maïs (1 gras : 1 maïs), na 37-39 jaar grasland, gemiddeld op 3,4% (laag 0-10 cm). Dit was tussen de waarde van permanent grasland en continu bouwland (van Eekeren et al., 2008). In modelberekeningen met NDICEA liet de vruchtwisseling 1 gras : 1 maïs, een lichte stijging zien (figuur 4.6 en tabel 4.4). Wordt er in verhouding meer jaren maïs geteeld dan gras (bijvoorbeeld bij een vruchtwisseling van 1 gras : 2 maïs) dan neemt het organische stofgehalte af.

Figuur 4.6 Verloop van het organische stofgehalte (laag 0-30 cm) bij verschillende vruchtwisselingen gras en maïs bij een vertrekpunt van 2,6 % organische stof (van Eekeren et al., 2011 in voorbereiding)



Tabel 4.4 Gemiddelde toe- of afname van organische van organische stof per jaar over 30 jaar in de laag 0-30 cm (van Eekeren et al., 2011 in voorbereiding).

Gras	Maïs	Gemiddelde toe- of afname van organische stof per jaar over 30 jaar in de laag 0-30 cm ¹
100%	--	+1014 kg per ha
--	100%	-296 kg per ha
--	100% bouwland	-285 kg per ha
1	1	+140 kg per ha
2	1	+398 kg per ha
4 (2)	2 (1)	+433 kg per ha
6 (2)	3 (1)	+410 kg per ha
3	1	+562 kg per ha
1	2	-86 kg per ha
2 (1)	4 (2)	-86 kg per ha
3 (1)	6 (2)	-78 kg per ha
1	3	-203 kg per ha

¹ Deze waarde is het gemiddelde over 30 jaar. De toe- of afname zijn nooit rechtlijnig.

Toename van organische stofgehalte door vruchtwisseling heeft een positief effect op de levering van nutriënten in het algemeen en specifiek op het vochtvasthoudend vermogen op droge zandgronden (tabel 4.5). Daarnaast lijkt vruchtwisseling door het mengen van de bouwvoor een diepere beworteling te stimuleren van jong grasland wat op droge zandgronden de droogteresistentie van het grasland verhoogd.

Tabel 4.5 Effecten van vruchtwisseling op de teelt van maïs en gras op droog en nat zand (van Eekeren et al., 2011 in voorbereiding)

Wiseleffect	Droog zand			Nat zand		
	Mineralen	Vocht	Ziektewering	Mineralen	Vocht	Ziektewering
Maïs	+	+	+	+	0	+
Gras	- (klaver+)	+	0 (klaver+)	- (klaver+)	0	0 (klaver+)

4.5 Beworteling

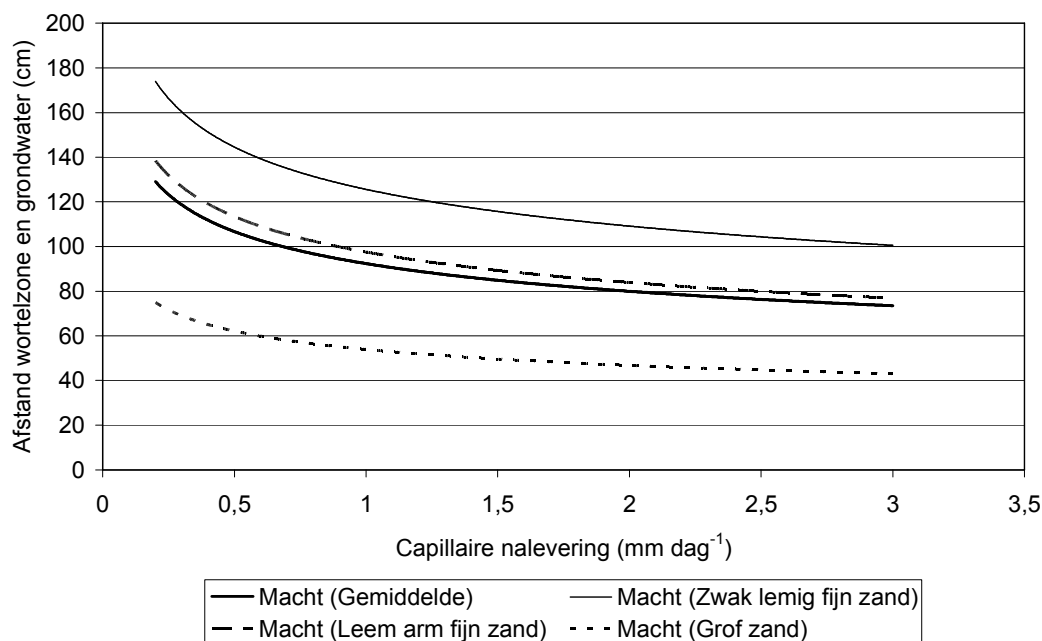
Of gronden gevoelig zijn voor droogte hangt af van:

1. De mate waarin het profiel vocht kan vasthouden o.a. organische stof (paragraaf 4.2);
2. De diepte van het grondwater, met name in periode met hoge verdamping. Dit kan gedeeltelijk worden gestuurd door hydrologische maatregelen (paragraaf 4.1);
3. De diepte waarop wortels door kunnen dringen. Dit heeft gedeeltelijk maken met gewaskeuze (paragraaf 4.3).

De laatste twee zijn gerelateerd. Vanuit het grondwater wordt door capillaire werking water naar boven getransporteerd. Hoe dieper de wortels zitten hoe dieper deze grondwater op diepte kunnen benutten. Bij een daling van het grondwaterpeil van 5-10 cm zou een diepere beworteling van 5-10 cm de daling letterlijk kunnen overbruggen. Ruwweg kan op zandgrond de capillaire nalevering 80 cm tussen grondwater en diepste wortelzone overbruggen met een vochtlevering van 2 mm dag^{-1} (zie figuur 4.7). Met name het traject tussen 1 mm of 3 mm nalevering dag^{-1} is interessant. Het 20 cm verschil tussen 73 en 93 cm afstand van de wortelzone en het grondwater bij een gemiddelde zandgrond maakt een verschil in grasgroei van 86 en $29 \text{ kg ds ha}^{-1} \text{ dag}^{-1}$ mogelijk.

Naast bewortelingsdiepte speelt bij droogte de bewortelingsintensiteit een rol bij de mineralenopname. Doordat water als transportmiddel van mineralen een probleem wordt bij droogte kan een intensief wortelstelsel toch nog genoeg mineralen aan.

Figuur 4.7 Benadering van de capillaire nalevering uit het grondwater voor verschillende zandgronden (naar gegevens Stiboka/ICW Staringreeks 1987)



Maatregelen die de bewortelingsdiepte en -intensiteit van grasland beïnvloeden liggen op het vlak van bodembeheer, gewaskeuze en -management. Deze maatregelen zijn geïnventariseerd door Deru et al. 2010b en samengevat in tabel 4.6.

Tabel 4.6 Factoren en potentiële maatregelen die de beworteling van grasland beïnvloeden (Deru et al. 2010b)

Categorie	Hoofdfactor	Deelfactor (en effect op beworteling)	Mechanisme	Potentiële maatregel of denkrichting voor maatregel
Bodem	Fysische toestand	– bodemverdichting (-) – diepte zwarte laag / organische stof (+)	– fysieke hinder; teveel vocht en luchttekort – lagere indringingsweerstand; gunstige bodemstructuur; nutriëntenlevering (priming effects); gunstige vochtuithouding	– voorkomen vertrapping en structuurschade
	Chemische toestand	– pH (zure grond: -) – P-toestand (- en +)	– beschikbaarheid Ca en Mg – zowel verhoging als verlaging van het wortelaandeel gevonden bij lagere P-toestand; effect sterk afhankelijk van interactie met andere groeifactoren (N, vocht)	– pH op peil houden
	Bodem- biologisch	– regenwormen (+)	– doorwortelbare gangen; nutriëntenlevering	– bevorderen van regenwormen (aantallen en activiteit)
Gewas	Maatregelen inzaai	bij – gerst meezaaien (+ ?) – zaadbehandeling (+) – zaaidichtheid (+?) – soorten mengsels (+)	– doorwortelbare gangen, voorkomen bodemverdichting – bemesting, wortelziektepreventie – concurrentie voor nutriënten en vocht – concurrentie voor nutriënten en vocht	– snelgroeïend / diepwortelend gewas als dekvrucht gebruiken – hogere zaaidichtheid (?) – grassoortenmengsels, gras-klaver/kruiden
	Rassen veredeling	en – rassen en soorten – veredeling	– genotypische verschillen – veredeling op beworteling mogelijk	– grasrassen en -soorten kiezen met een diepe en intensieve beworteling
Management	Bemesting	– Algemeen: (-) – N: (-) P: (-/+) K: (0) – humuszuren (+)	Algemeen: – tekort geeft een hoger wortel-spruit-verhouding maar lagere wortelbiomassa – effect op wortelgroei en -vertakking, worteldiameter en wortelharen – humuszuren: verhoogde wortellengte, betere P opname	– algemeen: N-niveau verlagen – uitstel van N-gift na maaien – N-gift toediening onder het maaiveld – toediening humuszuren in de bodem vóór het zaaien
	Maaïen beweiden	en – maaïhoogte (-/+) – maaïfrequentie (-/+) – beweïdingsysteem versus standweiden) (omweiden)	– fysiek: verdichting bodem door machines en vertrapping door vee – fysiologisch: fotosyntheseactiviteit, verdeling van suikers – effect op spruitdichtheid – interactie met bemesting, grassoort – evenwicht tussen fotosynthese, bovengrondse groei, wortelgroei, aanspraak op reserves, nutriënt- en vochtopname bepaalt effect. – korte termijn effect van maaïen is negatief, maar wanneer de spruitdichtheid toeneemt neemt de beworteling van de zode toe	– hoger maaïen (~ lagere veebezetting) – minder frequent maaïen (~ minder frequent beweiden)
	Leeftijd grasland	– leeftijd grasland (-) – grondbewerking (-/+) (scheuren en herinzaai)	– verdichting? Verdeling organische stof? – verdichting (-) / beluchting (+); verdeling organische stof (-/+); bodemleven (-)	– grasland vernieuwen (?)
Overige factoren		– vochtvoorziening (-/+) – lichtintensiteit (-/+) – bodemtemperatuur	– effect sterk afhankelijk van interactie met nutriëntenbeschikbaarheid. – verschillen tussen grassoorten. – fotosyntheseactiviteit, dunnere wortels – wortel-spruitverhouding het hoogst buiten het temperatuuroptimum voor bovengrondse groei.	– beregenen: minder vaak maar langer achter elkaar. – voorkomen droogtestress

5 Vertaling maatregelen naar individuele bedrijven en gebied

Met de maatregelmatrix beschreven in hoofdstuk 4 zijn bedrijven bezocht en zijn deze maatregelen vertaald naar individuele bedrijven en het gebied.

5.1 Hydrologische maatregelen

5.1.1 Waterconservering

Op verschillende bedrijven zijn in het verleden stuwttjes geplaatst (o.a. Project Optimaliseren Waterbeheer). Op bedrijven waar water aanwezig is, heeft dit over het algemeen goed uitpakkt. Op bedrijven waar een tekort aan water is (bijvoorbeeld Familie van Helvoort) heeft dit geen nut gehad. Er is geen specifieke behoefte naar nieuwe stuwttjes kenbaar gemaakt. Mogelijk dat juist op de bedrijven waar spoelwater in de toekomst wordt ingezet voor beregening en/of infiltratie, stuwttjes noodzakelijk zijn om water in sloten op te slaan of te reguleren (zie ook paragraaf 5.1.3). Voor stuwttjes die in het Binnenveld zijn geplaatst worden wel afsluiters gevraagd.

Samenvattend: Plaatsing van stuwttjes in het verleden heeft over het algemeen goed uitpakkt. Er is geen specifieke behoefte voor nieuwe stuwttjes kenbaar gemaakt.

5.1.2 Beregenen van grondwater

Binnen het gebied kunnen een aantal bedrijven beregenen maar hebben daar nooit de noodzaak voor gehad of hebben de laatste 10 jaren ook werkelijk niet meer beregend. Dit geeft ook aan dat in de huidige situatie de gevoeligheid voor droogte op de meeste bedrijven niet heel hoog is. Geen van de bedrijven draait mee in het Project Hightech Beregenen Op Maat. Bij één bedrijf (Familie van der Heijden) zou dit mogelijk een maatregel zijn. De twee bedrijven die het meeste gevoelig zijn voor droogte (Familie van Helvoort en van der Wijst) hebben geen vergunning voor beregenen met grondwater en geen beregeningsinstallatie.

Samenvattend: Er wordt op het moment weinig gebruik gemaakt van beregenen met grondwater.

5.1.3 Gebruik van spoelwater

Op twee bedrijven (Familie van der Wijst en van Helvoort) is er in de huidige situatie al veel verdrogingschade. Met name op de huiskavel levert dit problemen op omdat deze met name voor grasland worden gebruikt. Meer water vasthouden door stuwttjes heeft in het verleden niet veel opgeleverd. Water opstuwen via sloten die vanuit de Leigraaf van water worden voorzien lijkt door de beperkte aanvoer in de zomer niet reëel. Door één van de deelnemers aan het project is geopperd om spoelwater van het pompstation te gebruiken. De hoeveelheid spoelwater per maand is redelijk constant (ongeveer 20.000 m³ per maand). Door Brabant Water is uitgerekend dat de kosten van de aanleg van een leiding naar deze twee bedrijven €200.000,- bedraagt. Dit spoelwater zou op verschillende manieren kunnen worden ingezet:

1. Opslag in sloot in combinatie met verzamelpunt en peilgestuurde drainage;
2. Opslag in sloot met infiltratie door drains;
3. Opslag in sloot met beregening;
4. Opslag in waterbassin met beregening.

Optie 1 en 4 zijn wat betreft uitvoering en kosten voor deze twee bedrijven uitgewerkt door F. Verhagen en I. Folmer van Royal Haskoning in een concept plan (zie bijlage 4). Dit concept plan is

bediscussieerd met de twee bedrijven. Beide veehouders hadden in eerste instantie de voorkeur voor optie 1 omdat ze daarmee mogelijk in één investering hun probleem konden oplossen. Naar aanleiding van het concept plan waren er met name vragen over de mogelijkheden van waterinfiltratie op deze zandgronden en het ijzergehalte van het water. Om het water zo gelijk mogelijk te laten infiltreren moeten de drains niet te hoog liggen, dicht genoeg bij elkaar liggen en moeten lange lengtes van drains voorkomen worden of er moet mogelijk een afschot in zitten. Daarnaast moet er continue water geïnfiltreerd worden om een kunstmatig "grondwater" peil te realiseren. Met name dit laatste conflicteert weer met het ijzergehalte, wat ongewenst is in de drainagepijpen vanwege verstopping. Spoelwater voldoet in de meeste gevallen aan de maximum grens van 4 mg/l in de lozingsvergunning van het waterschap en zit gemiddeld aan 3,2 mg/l (Data, Brabant Water). Ter illustratie het bronneringswater bij de Familie van der Wijst, bij de bouw van een nieuwe stal, zat op 4,4 mg/l. De combinatie van een continue infiltratie van ijzerhoudend water door drains die hoog liggen en daardoor merendeel van de tijd boven het waterpeil liggen en daarmee zuurstofrijk zijn, maakt het risico van verstopping van de drains groot. Voor de veehouders is er dus geen garantie dat het systeem na een aantal jaren nog werkt. Om deze redenen kiezen deze twee veehouders toch voor de zekerheid van opslag in een waterbassin met beregening (optie 4) ondanks dat deze optie duurder is en toch elk jaar kosten en arbeid met zich meebrengt.

Op twee bedrijven (Familie van Houtum en van Daal) speelt vernatting in het voorjaar in combinatie met verdroging gedurende de zomermaanden. Op deze bedrijven worden met name akkerbouwgewassen geteeld. Middels peilgestuurde drainage zou op deze percelen het voorjaarspeil van de drainage tijdelijk kunnen worden verlaagd waarna het wordt verhoogd om genoeg water gedurende het groeiseizoen te hebben. Gezien de lagere ligging van deze percelen zou gebruik van spoelwater aanvullend kunnen zijn als in de zomer de drainage droog komt te liggen. Om het risico van verstopping te minimaliseren moet de inzet van spoelwater worden beperkt.

Percelen van genoemde bedrijven staan allemaal onder invloed van sloot die vanuit de Leigraaf wordt gevoed. Spoelwater wat niet voor beregening door de bedrijven van de familie van der Wijst en van Helvoort wordt gebruikt zou in het groeiseizoen kunnen worden gebruikt om de waterstand in deze sloot te reguleren. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door bij de familie van Helvoort en van der Wijst spoelwater in de sloot te laten lopen. Dit zou uiteindelijk ook weer de waterhuishouding op de percelen van de familie van Houtum en van Daal beïnvloeden. Aangezien echter meer percelen onder invloed staan van deze sloot zou dit eerst moeten uitgewerkt in een plan met de betrokken partijen. Hiervoor zouden mogelijk ook stuwtjes geplaatst moeten worden

Samenvattend: Op de bedrijven van de familie van der Wijst en van Helvoort moet worden gewerkt aan de inzet van spoelwater voor beregening. Peilgestuurde drainage met in beperkte mate infiltratie van spoelwater behoort tot de mogelijkheden op de bedrijven van de familie van Houtum en van Daal. Het geheel zou in combinatie moeten worden gezien met de het eventueel aanvullen van het slootpeil met spoelwater in de zomer. Hiervoor zou een plan moeten worden uitgewerkt.

5.2 Verhogen organische stof

5.2.1 Huidige organische stofgehalte

In het startproject is middels themabijeenkomsten veel aandacht geschonken aan het verhogen van organische stof. Vanuit de deelnemers is veel interesse voor dit onderwerp. Het is duidelijk dat dit een maatregel is voor de langere termijn die naast het vochtvasthoudend vermogen van de grond ook bijdraagt aan vastleggen nutriënten, nutriëntenlevering, bodemstructuur, bodembiodiversiteit, vastleggen van gifstoffen en vastleggen van CO₂. De minimumwaarde van organische stof die bij deelnemers is geregistreerd is 1,7% organische stof voor bouwland (laag 0-25 cm) en maximum

waarde is 5,3% voor grasland (laag 0-10 cm). Op 1 perceel in het gebied wat sinds lange tijd niet geploegd is was het organische stofgehalte op 9,7% in de laag 0-10 cm en 3,4% in de laag 0-30 cm. Voor het merendeel van de percelen in het gebied lijkt de bandbreedte voor organische stofgehalte te liggen op een minimum van 1,5-2% organische stof, en een maximum van 6-7% organische stof.

In het vervolgproject worden van 10 bedrijven teeltmaatregelen (gewaskeuze, vruchtwisseling, grondbewerking, bemesting etc.) doorgerekend met NDICEA. Voor deze 10 bedrijven moet dit leiden tot een lijstje van concrete verbeterpunten rond het bouwplan/vruchtwisseling specifiek en de teelt in het algemeen. Uitkomsten worden gedeeld met andere deelnemers en worden ook gecommuniceerd in een regionale/landelijke bijeenkomst voor adviseurs van mengvoederbedrijven, DLV etc.

Samenvattend: Er is veel interesse voor het verhogen van het organische stofgehalte in de bodem. Niet alleen vanuit het oogpunt van vochtvasthoudende vermogen maar ook vanwege de andere positieve eigenschappen van organische stof op de bodemkwaliteit. De bandbreedte van het organische stofgehalte in het gebied zijn duidelijk. In het vervolgproject worden op 10 bedrijven verschillende teeltmaatregelen met NDICEA doorgerekend.

5.2.2 Afbraak verminderen

De eerste stap in het verhogen van het organische stofgehalte is het verminderen van de afbraak. Belangrijk hiervoor is het minimaliseren van de grondbewerking op bouwland. Met name ook om dat bouwland een belangrijk deel van het grondgebruik in het gebied beslaat. In het startproject zijn deelnemers op excursie geweest om resultaten te zien van niet kerende grondbewerking en direct zaaien van maïs zonder grondbewerking. Er is veel interesse voor deze technieken maar er zijn ook nog veel vragen. Een belangrijke vraag is of deze technieken ook werken onder de bodemomstandigheden rond Loosbroek. In een biodiversiteit project in de regio zijn afgelopen jaar de eerste ervaring opgedaan met niet kerende grondbewerking. Voortbordurend op deze ervaringen en in samenspraak met werktuigencoöperatie worden in het vervolgproject beide technieken op ieder twee bedrijven ingezet. Resultaten worden teruggekoppeld in themabijeenkomsten en kunnen aanleiding zijn voor een demodag of artikel in vakblad en nieuwsbrief.

Samengevat: Er is veel interesse voor het minimaliseren van de grondbewerking maar er zijn ook nog veel vragen. In overleg met de werktuigencoöperatie worden in het vervolgproject de technieken van niet kerende grondbewerking en direct zaai gedemonstreerd in de maïsteelt op ieder twee bedrijven.

5.2.3 Aanvoer verhogen

Gewasresten

Eén van de manieren de aanvoer van organische stof te verhogen is de hoeveelheid gewasresten te verhogen. Eén van de deelnemers kwam met het idee om maïsrassen voor energieteelt te gebruiken. Deze rassen kunnen een zeer massaal gewas produceren maar zijn minder veredeld op voederwaarde. Door deze energierassen te gebruiken voor voederteelt, maar hoger te stoppelen bij de oogst, kunnen de gewasresten worden verhoogd waarbij mogelijk de voederwaarde op hetzelfde peil blijft.

In een demo van Agerland is hoger stoppelen bekeken bij snijmaïsrassen. In de demo is gekeken naar stoppelen op 15 tot en met 75 cm. De verteringscoëfficiënt (VC) organische stof steeg per 10 cm hoger stoppelen met 0,9%, en de opbrengst daalde per 10 cm stoppelen met 2%. Doordat er minder opgespat zand mee werd geoogst was het ruw asgehalte in het product 15% minder bij 45 cm stoppelen dan 15 cm stoppelen. Daarnaast worden schimmelsporen uit de kuil gehouden. Bij het hoger stoppelen verdient de stoppelbewerking wel meer aandacht

Wat betreft organische stof geeft een eerste inschatting aan dat dit mogelijk 200-300 kg Effectieve Organische stof per 15 cm stoppel zou kunnen opleveren. In een modelberekening met NDICEA betekent dit dat stoppelen op 75 hoogte na 30 jaar een 0,08% hoger organische stofgehalte oplevert in de laag 0-30 cm bij continueelt snijmaïs. In combinatie met andere maatregelen kan dit bijdragen aan het behoudt van organische stof onder de teelt van snijmaïs. In het vervolgproject worden de mogelijkheden hiervan in de praktijk gedemonstreerd.

Zeefgrond

Bij deelnemers van het project is er veel interesse om organische stof aan te voeren die niet als mest wordt aangemerkt. In het gebied wordt door Van Weerd Rondhout BV een zeefgrond afgezet met rond de 25% organische stof. In tabel 5.1 is het product vergeleken met GFT, championmest en turfgrond. De oorsprong van de zeefgrond is grond rond stobben van bodem en heesters. Jaarlijks komt 8-10.000 m³ van dit product beschikbaar. Het is schone grond. Wel is het zo dat het PAK gehalte iets hoger is dan de samenstellingswaarde (streefwaarde). Dit mag bij schone grond. Drie waarden mogen hoger zijn dan de S-waarde als ze maar niet 2 x te hoog zijn. Lood en zink zijn niet hoger dan de S-waarde, maar toch wel zo hoog dat er enige verontreiniging heeft plaatsgevonden.

Bij deelnemers zijn vragen over mogelijke negatieve effecten van deze zeefgrond op stikstofonttrekking aan het gewas en verzuring van de bodem. De C/N verhouding is met 35 vrij hoog, maar niet ongebruikelijk. Dit zou mogelijk stikstof kunnen onttrekken aan het gewas maar is afhankelijk van de stabiliteit van de organische stof. Is de bron van organische stof veel hout dan is het stabiel en is weinig onttrekking te verwachten. Zijn het veel makkelijk te verteren wortels dan is het onstabiel en dan is veel onttrekking te verwachten. Wat betreft verzuring werkt afbraak van organische materiaal altijd iets verzurend. Omdat het C/N quotiënt hoog is en de afbraak hoogstwaarschijnlijk traag, gaat dit proces heel langzaam en hoeft er niet veel verzuring op te treden. Voorstel is om de proef op de som te nemen en het product in een demo uit te testen op stikstofonttrekking en verzuring. Daarnaast wordt gekeken naar andere mogelijke alternatieve aanvoerbronnen van organische stof. Bijvoorbeeld in het veenweidegebied heeft Vereniging Natuurmonumenten veengrond beschikbaar die vrijkomt bij natuurontwikkeling en mogelijk ingezet kan worden in de landbouw.

Tabel 5.1 Samenstelling zeefgrond in vergelijking met GFT, championmest en turfgrond

		Zeefgrond	GFT	Championmest	Turfgrond
Droge stof	%	81	61	40	27
Organische stof	% van de ds	24,2	32,5	57	93
Stikstof	g/kg ds	3,9	14	20,3	11,2
Fosfaat	g/kg ds	1,9	5,2	16,5	0,7
C/N		35	13	16	47

Biochar

Biochar staat volop in de belangstelling, ook bij een aantal deelnemers van het project. In verschillende landelijke pilots wordt aan dit omzettingsproces gewerkt. Mogelijk zijn er ook plannen bij Brabant Water om reststromen van biomassa hiervoor in te zetten. Eerste verkenningen worden ook gedaan om biochar te produceren van dierlijke mest. In het project lijkt het vooralsnog te vroeg om concreet met dit proces aan de gang te gaan. In het vervolgproject zou wel een inventariserende studie naar de ervaringen met dit proces in Nederland moeten worden gedaan. Dit in combinatie met een excursie naar een proeflocatie waar biochar al in de landbouw wordt ingezet.

Samenvattend: Er lijken mogelijkheden om de aanvoer van organische stof te verhogen via gewasresten, aanvoer van organisch materiaal anders dan mest en stabiele organische stof in de vorm van biochar. Locale ideeën als verhogen van organische stof door een hogere stoppellengte bij de oogst van snijmaïs met gebruik van andere rassen en aanvoer van zeefgrond worden gedemonstreerd. De mogelijkheden van biochar worden op een rij gezet.

5.3 Gewaskeuze

5.3.1 Eénjarige versus meerjarige gewassen

Verskil in waterverbruik tussen éénjarige en meerjarige gewassen is overgebracht aan deelnemers in een van de themabijeenkomsten. Hierbij zijn ook voorbeelden gegeven op het bedrijf van familie Van der Wijst waar theoretisch op de beekeerdgrond tegenover het huis het beste gras zou kunnen worden geteeld (hogere transpiratiecoëfficiënt) en maïs (lagere transpiratiecoëfficiënt) op de podzolgrond achter het huis. Vanwege ligging van stal en weidegang past dit echter niet in de praktijk. Over het algemeen wordt bij de keuze van het gewas (éénjarig versus meerjarig) gelet op de ligging van een perceel en niet op de grondsoort. Op percelen ver van huis wordt de voorkeur gegeven aan maïs omdat transportkosten voor de teelt van gras hoger zijn. Op percelen dicht bij huis wordt de voorkeur gegeven aan gras vanwege lagere transportkosten bij de teelt van gras en de mogelijkheden van weidegang van de melkkoeien. Op één bedrijf werd op een perceel specifiek maïs geteeld omdat gras te veel last had van droogte op dit perceel. Op twee andere bedrijven werd, op percelen op afstand, gras geteeld omdat deze percelen te nat waren voor maïs. In het gebied wordt op een aantal bedrijven niet aan de derogatie meegedaan (hogere gebruiksnorm voor organische mest mits minmaal 70% van oppervlakte met gras wordt geteeld). Eén van de motieven die hier aan ten grondslag ligt is een hogere droge stof productie van maïs in vergelijking tot gras in het gebied. Dit kan gedeeltelijk met een lagere transpiratiecoëfficiënt van maïs te maken hebben.

Samenvattend: Keuze voor éénjarige en meerjarige gewassen hangt merendeels van andere motieven af dan droogte. In vervolgproject worden deelnemers nogmaals gewezen op verschil in transpiratiecoëfficiënt van éénjarige en tweejarige gewassen maar hier worden verder geen activiteiten over opgestart.

5.3.2 Gewaskeuze éénjarige gewassen

Eénjarige gewassen die in het gebied worden geteeld zijn met name maïs als voedergewas, en aardappelen, suikerbieten en tarwe als akkerbouwgewas. Gezien de positieve ervaringen met deze gewassen is deze keuze moeilijk te doorbreken. Teelt van bijvoorbeeld Gehele Plant Silage (GPS) van triticale legt het af wat betreft productie en voederwaarde ten opzichte van snijmaïs. Mogelijk bieden nieuwe oogst- en opslagtechnieken voor de teelt van suikerbieten voor biogasinstallaties, ideeën voor de teelt van voederbieten. Vooral snijmaïs lijkt het beter deze ontwikkelingen verder af te wachten.

Wat betreft voedergewassen wordt in het gebied wel geëxperimenteerd met hennep. Op het bedrijf van de Familie Roefs wordt nu twee jaar hennep geteeld als voedergewas (begeleidt door Agerland). Motieven voor de teelt zijn een goedkope structuurbron voor de melkkoeien en het product bevat een ontstekingsremmende stof (cannabidiol), wat mogelijk het celgetal in de melk zou verlagen (Boerderij, 2010). Bijkomende voordelen bij de teelt is dat er geen onkruidbestrijding noodzakelijk is en het specifieke onkruiden onderdrukt (bijvoorbeeld haagwinde) (Roefs, persoonlijke communicatie). Daarnaast wordt het vroeg geoogst (augustus) waarna nog een productieve groenbemester kan worden ingezaaid, of het tijdstip gebruikt kan worden voor de herinzaai van gras(klaver). Opvallend is dat het gewas op de grond bij de Familie Roefs niet diep wortelt en een goede structuur nodig heeft om te groeien terwijl in de literatuur juist het tegengestelde wordt aangegeven. Nadelen van het gewas zijn o.a. dat het in verband wordt gebracht met de teelt voor andere doeleinden en dat niet elk type hakselaar het product kan oogsten. Mits de oogstproblemen worden opgelost en het gewas voederteknisch interessant blijft, moet hennep in het vervolgproject worden uitgetest op een droogtegevoelige perceel ten opzichte van snijmaïs en GPS van triticale.

Naar aanleiding van vragen van Stan Roefs naar groenbemers van Sorghum is overleg geweest met Barenbrug en onderzoekers van het INRA in Frankrijk. Sorghum soorten worden op het moment in Nederland wel ingezet als groenbemester in de boomteelt met name ook vanwege

blauwzuurachtige componenten. Er wordt ook geëxperimenteerd met *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanese* hybriden of *Sorghum sudanese* variëteiten als groenbemester die teven ook gebruikt kunnen worden voor vervoeding (o.a. het ras Piper). Sorghum als groenbemester in de melkveehouderij in combinatie met maïs lijkt echter nog geen snelle vlucht te nemen gezien de late oogst van snijmaïs.

Er is ook gekeken naar *Sorghum bicolor* variëteiten als vervanger van de hoofdteelt snijmaïs. In Frankrijk wordt onderscheid gemaakt tussen vroege dwergvariëteiten (8-12 ton ds ha⁻¹), suikervariëteiten (14-16 ton ds ha⁻¹) en silage sorghum (18-20 ton ds ha⁻¹). Ervaring in het noorden van Frankrijk is dat vanwege het relatief korte warme seizoen voor dit tropische gewas enkel vroege dwergvariëteiten geteeld kunnen worden. De opbrengsten van deze variëteiten kunnen echter niet concurreren met de teelt van snijmaïs. Voorlopig wordt in een vervolgproject de teelt van Sorghum dan ook niet meegenomen.

Samenvattend: Mits de oogstproblemen worden opgelost en het gewas voedertecnisch interessant blijft, moet hennep in het vervolgproject worden uitgetest op een droogtegevoelig perceel ten opzichte van snijmaïs en GPS van triticale

5.3.3 Gewaskeuze meerjarige gewassen

Bij de gewaskeuze van meerjarige gewassen moet eerst gekeken worden naar de mogelijkheden van andere grassoorten ten opzichte van Engels raaigras (*Lolium perenne*). Wat betreft droogtebeheersing komen hiervoor met name rietzwenkgras (*Festuca arundinacea*) en kropaar (*Dactylis glomerata*) in aanmerking. Vanwege smakelijkheid en groeiwijze worden deze grassen het beste gebruikt in grasmengsels voor een puur maaibeheer. Voor maai/weidebeheer zijn in het verleden wel proeven gedaan met mengsels van Engels raaigras, beemdlangbloem en weideluzerne maar dit leverde niet het gewenste resultaat (van Eekeren, 2000). Nadeel van rietzwenkgras en kropaar blijft dat de voederwaarde (met name VEM) iets achterblijft bij Engels raaigras. Hier staat echter wel een structuurrijker voer tegenover met een hogere droge stof opbrengst. Op een aantal bedrijven in het gebied is er met name vraag voor structuurrijker voer en lijkt rietzwenkgras een interessante keuze. In het vervolgproject wordt daarom een demo aangelegd waarin een mengsel van puur Engels raaigras en een mengsel van Engels raaigras en rietzwenkgras vergeleken wordt op diepte van beworteling, opbrengst, N-benutting en voederwaarde inclusief structuur.

Naast grassoorten lijken de vlinderbloemige rode klaver en luzerne vanwege hun penwortel de meeste kansen te bieden voor droogtebeheersing. Gezien de groeiwijze van deze gewassen gaat het ook hier met name om percelen onder maaibeheer. Aangezien luzerne vaak het beste als monocultuur wordt geteeld valt dit gewas onder de bouwlandgewassen. Met name op melkveebedrijven met derogatie, wordt het maximum van 30% bouwland bij voorkeur ingevuld met maïs en wordt luzerne minder interessant. Rode klaver in mengteelt met gras en witte klaver wordt aangemerkt als grasland en lijkt daarom ook de beste optie. Gezien de potentie van rode klaver voor droogtebeheersing maar ook richting de mestwetgeving (binding van stikstof uit de lucht) en de ervaring dat hier genetisch nog veel valt te winnen, moeten rode klaverrassen in mengsels vergeleken worden op o.a. diepte van beworteling, stevigheid stengel, productie en persistentie in het algemeen en onder droogte.

Hoewel de interesse voor kruiden als cichorei en smalle weegbree internationaal groeit vanwege de droogteresistentie zijn deze teelten nog te ver verwijderd van de gebruikelijk grasteelt in Nederland. Door deelnemers van het project werd ook nog niet echt interesse getoond voor deze teelten. In de eerste fase van dit project worden deze teelten dan ook niet meegenomen.

Samenvattend: Gewaskeuze voor meerjarige gewassen concentreert zich met name op maaipercelen (rietzwenkgras en eventueel kropaar, rode klaver en eventueel luzerne) en in mindere mate op maai/weidepercelen (eventueel witte klaver en weideluzerne). In een demo wordt op één bedrijf een

mengsel van puur Engels raaigras en een mengsel van Engels raaigras en rietzwenkgras vergeleken op diepte van worteling, opbrengst, N-benutting en voederwaarde inclusief structuur. Daarnaast wordt een experiment aangelegd op een droogtegevoelig perceel met gras rode klaverrassen voor screening op genetische potentie van rode klaver op o.a. worteling, stevigheid stengel, productie, en persistentie in het algemeen en bij droogte.

5.4 Vruchtwisseling

5.4.1 Vruchtwisseling gras, maïs en akkerbouwgewassen

Dit onderwerp is uitgebreid behandeld in een van de themabijeenkomsten. In deze bijeenkomst is ingegaan op de vraag van projectdeelnemers: Wat betekent een vruchtwisseling van gras en maïs voor het organische stofgehalte, en kosten en baten, op een melkveebedrijf met derogatie ($\pm 70\%$ gras en 30% maïs) en zonder derogatie ($\pm 30\%$ gras en 70% maïs)? Deze vraag is specifiek voor deze bijeenkomst uitgewerkt met B. Philipsen, H. van Schooten en M. de Haan van Livestock Research-WUR. Resultaten worden ook beschreven in een artikel voor het vakblad Veefocus februari 2011. Met een vruchtwisseling op derogatiebedrijven met 70% gras en 30% maïs (4 jaar gras en 2 jaar maïs, of 6 jaar gras en 3 maïs) kan het organische stofgehalte op peil worden gehouden. Bij niet derogatiebedrijven met meer maïs in het bouwplan staat het organische stofgehalte, ook bij vruchtwisseling, onder druk. Wat betreft saldo op gewasbasis komt zowel voor derogatie- als niet derogatiebedrijven, vruchtwisseling positiever uit dan continueelt. Zowel continueelt als vruchtwisseling hebben op niet derogatiebedrijven een hoger saldo op gewasbasis dan op derogatiebedrijven. Let wel, hierbij is niet gekeken naar extra afvoer mest door niet derogatiebedrijven, extra aankoop eiwitrijk krachtvoer met meer maïs in het rantsoen, eventueel hogere melkproductie door meer maïs in het rantsoen en eventueel minder mest afvoer door een positievere bedrijfsspecifieke excretie met meer maïs in het rantsoen. In gesprekken met deelnemers is het wel duidelijk dat juist de niet derogatie bedrijven zich het meeste zorgen maken over de organische stofontwikkeling op hun bedrijven (zie ook paragraaf 5.2).

De informatie die is verspreid in de themabijeenkomst van startproject geeft een eerste bewustwording van mogelijkheden en onmogelijkheden van vruchtwisseling. In het vervolgproject worden specifieke vruchtwisselvragen in combinatie met gewassoorten, bemesting en groenbemester voor 10 deelnemende bedrijven doorgerekend met het organische stofmodel NDICEA (zie ook paragraaf 5.2). Voor deze 10 bedrijven moet dit leiden tot een lijstje van concrete verbeterpunten rond het bouwplan/vruchtwisseling specifiek en de teelt in het algemeen. Uitkomsten worden gedeeld met andere deelnemers en worden ook gecommuniceerd in een regionale/landelijke bijeenkomst voor adviseurs van mengvoederbedrijven, DLV etc.

Samenvattend: Op melkveebedrijven met derogatie kan vruchtwisseling organische stof op peil houden. Op niet derogatiebedrijven staat organische stof ook met vruchtwisseling onder druk. Op basis van het saldo van de gewassen komt vruchtwisseling positiever uit dan continueelt. In vervolgproject worden van 10 bedrijven specifieke vruchtwisseling doorgerekend en combinatie met nadere teeltmaatregelen.

5.5 Worteling

5.5.1 Bodembeheer

Verdichting en daarmee indringingsweerstand van de bodem zijn sterk bepalend voor de diepte van de worteling (van Eekeren en Bokhorst, 2010). Preventie van verdichting is hierbij de eerste stap. Deelnemers in het project proberen zo bewust mogelijk met grond om te gaan. Bij veehouders met en

groot huiskavel (bijvoorbeeld Familie van Grindsven) wordt de eerste snede met sleepslang bemest door loonwerker van Amstel in Lith.

Opheffing van verdichting in bouwland kan door de jaarlijkse grondbewerking. Eén van de akkerbouwers in het gebied gebruikt ecowoelers aan de ploeg om verdichting op diepte op te hebben. In een meerjarig gewas zonder grondbewerking kan verdichting worden opgeheven door:

1. graslandbeluchting;
2. via de activiteit van regenwormen.

Ad 1. Eén veehouder gaf aan kopeinde bij slechte waterinfiltratie te bewerken met een molploeg. Een andere veehouder heeft zelf een graslandbeluchter gemaakt met kouters en rollen. In vervolgproject wordt in samenspraak met de werktuigencoöperatie op twee bedrijven gekeken of door aangaste mechanisatie, verdichting kan worden voorkomen of mechanisch door beluchting kan worden opgeheven.

Ad 2. Wat betreft regenwormen werden er lage dichtheden geobserveerd met merendeel strooiselbewoners (o.a. *Lumbricus rubellus*). Met name de redelijk ontwaterde beekeerdgronden in het gebied hebben potentieel voor bodembewonende (o.a. *Aporrectodea caliginosa*) en pendelende regenwormen (o.a. *Lumbricus terrestris*). Bodembewonende regenwormen zijn belangrijk voor de bodemstructuur in de laag 10-40 cm, terwijl de pendelende regenwormen verticale gangen maken waardoor wortels diepere bodemlagen kunnen ontsluiten en het gewas beter gebruik kan maken van grondwater. Bodembewonende wormen zijn vaak wel aanwezig en kunnen worden gestimuleerd door onder andere de teelt van grasklaver. Pendelende wormen moeten bij niet aanwezigheid worden geïntroduceerd maar hebben na introductie behoefte aan een stabiel milieu waarin wordt afgezien van een kerende grondbewerking. In het vervolgproject worden op graslandpercelen van twee bedrijven pendelende regenwormen geïntroduceerd en wordt effect op doorworteling van bodem gemeten.

Samenvattend: Via preventie, grondbewerking of bodemlevenactiviteit kan de verdichting van de grond worden geminimaliseerd en de beworteling geoptimaliseerd. Op twee bedrijven wordt naar mechanisatie gekeken en op twee bedrijven worden pendelende regenwormen geïntroduceerd.

5.5.2 Gewaskeuze

Via gewaskeuze (o.a. rietzwenkgras en rode klaver) hebben deelnemers al aangegeven de beworteling te willen verdiepen en te intensiveren. Dit is ook al besproken in paragraaf 5.3. In het kader van het KRW project “Dieper wortelen, beter benutten” wordt op het moment ook gekeken naar verschil tussen rassen van Engels raaigras in diepte en intensiteit van bewortelen (Deru et al., 2011). Resultaten van dit project worden in het vervolgproject met deelnemers in themabijeenkomsten besproken.

Samenvattend: Onderwerp loopt via gewaskeuze en andere projecten. Resultaten hiervan worden in themabijeenkomsten besproken.

5.5.3 Bemesting en toediening hulpstoffen

In het project “Dieper wortelen, beter benutten” wordt ook gekeken het effect van bemestingsinterval van stikstof op wortelontwikkeling van Engels raaigras (Deru et al., in voorbereiding). Dit wordt ook verder opgepakt in project aangevraagd door LR-WUR en LBI bij PZ. Deze resultaten worden in het vervolgproject met deelnemers in themabijeenkomsten besproken. Daarnaast gebruiken er verschillende deelnemers in het project sinds 3 jaar het product Herbali (www.vossenlaboratories.nl) in de teelt van maïs. De loonwerker spuit dit product tegelijkertijd met de chemische onkruidbeheersing. Het middel zou de conditie van de plant versterken maar ook het wortelstelsel verbeteren. Kosten van het product zijn € 41,40 excl. btw ha⁻¹ (3 liter ha⁻¹). Deelnemers zien met name resultaten aan de kolven. Op een perceel van de Familie Dobbelsesteen, met een strook onbehandelde maïs, werd met

herbali een 15-20% hoger kolwengewicht gevonden en een constanter beeld van kolven. Observaties aan diepte van beworteling en wortelbiomassa in het project liet geen verschil zien tussen behandelingen. Wel was de wortelmasa van de strook met herbali constanter. Er zijn meerdere producten die mogelijk de beworteling van maïs stimuleren. Deze middelen worden in een vervolgproject in een demo vergeleken.

Samenvattend: Er wordt één demo aangelegd met hulpmeststoffen in maïs. Deze resultaten en resultaten van andere projecten dienen als input voor themabijeenkomsten.

6 Conclusies en aanbevelingen

- Bijzonder aan dit project is het uitgangspunt van goede samenwerking tussen de belanghebbenden. Schijnbaar tegengestelde doelen: waterwinning en waterbenutting in hetzelfde gebied worden verenigd met het zoeken naar een integrale set van praktische maatregelen. Hiermee wordt een meervoudig maatschappelijk belang gediend. Dit is ook te benoemen als het leveren van ecosysteemdiensten van de bodem: in dit geval enerzijds gewasproductie en anderzijds waterregulatie (vochtvasthoudend vermogen, waterlevering etc.)
- In het project is een lijst met mogelijke maatregelen genoemd. Deze lijst geeft een stand van zaken van de meest actuele maatregelen richtingen. Deze lijst moet gezien worden als een dynamische lijst die aangevuld kan worden met nieuwe inzichten en kennis. Vernieuwend hierbij is een gefaseerde integrale aanpak van deze maatregelen op een bedrijf:
 - Zoveel mogelijk *water vasthouden of terug brengen in het systeem* door hydrologische maatregelen en organische stof verhoging (o.a. door vruchtwisseling);
 - De *wortels dichter bij het water* brengen (o.a. door gewaskeuze);
 - *Efficiëntere waterbenutting* door gewaskeuze.
- Sommige maatregelen kunnen één op één vertaald worden andere niet. Voorbeeld van de laatste is het gebruik van spoelwater van de waterwinning voor beregening en gedeeltelijk infiltratie op droogtegevoelige percelen. In een ander gebied is de kans groot dat er geen waterwinning/spoelwater beschikbaar is. Echter in andere gebieden is het wellicht mogelijk een andere bron aan te boren. Denk hierbij aan continue onderbemaling van viaducten, wegen, kanaal of het gebruik van spoelwater/afvalwater van industrie. Denk hierbij aan samenwerking met bv champignonkwekerijen/glastuinbouw, industrie of wellicht woningbouw. Een belangrijke eis is echter dat de kwaliteit van het water goed moet zijn!
- Gebiedsspecifieke mogelijkheden. In de praktijk blijkt dat er regionaal vaak slimme samenwerkingen op te pakken zijn. Bv bij verhogen van organische stof wordt vaak compost genoemd. Vaak zijn er regionaal nog tal van andere mogelijkheden die in gezet kunnen worden voor het doel. Denk hierbij aan de zeefgrond in het gebied rond Loosbroek maar dit kan het gebruik van tarragrond zijn rond aardappelverwerkende bedrijven of het gebruik van schoon slootmaaisel ism waterschappen, etc.
- In de praktijk blijken er 3 aspecten van belang te zijn om een maatregel in de praktijk uit te voeren. Deze aspecten zijn:
 - Maatregel moet inpasbaar zijn in de bedrijfsvoering;
 - Maatregel moet effectief zijn;
 - Maatregel moet kosteneffectief zijn.

Als aan bovenstaande aspecten niet voldaan wordt is de kans groot dat de maatregel in de praktijk niet aanslaat.

- De beste manier om maatregelen ingepast te krijgen in de “Goede agrarische praktijk” is door het positieve ervaring met de maatregel. Boeren zullen eerder geneigd zijn een maatregel door te voeren als collega boeren er positieve ervaring mee hebben.
- Maatregelen met enkel resultaat op de lange termijn zullen minder snel uitgevoerd worden dan maatregelen die effect laten zien op de korte termijn.
- Uitvoering van maatregelen blijkt in de praktijk toch altijd terug te komen op maatwerk. In de praktijk lopende bedrijfsstrategieën van ondernemers sterk uit elkaar. Een belangrijk criterium om maatregelen toe te passen is of de maatregel in de bedrijfsstrategie past.
- Verschil tussen expert judgement en boerenbelang kan ver uit elkaar liggen. Een maatregel die heel veel effect heeft kan door de experts aangegeven worden als de beste maatregel. Maar als doorvoering van de maatregel in de praktijk erg kostbaar is (financieel of inspanning) dan zal deze maatregel minder snel/vaak ingepast worden in de bedrijfsvoering. Als een maatregel echter kosteneffectief en praktisch door te voeren is, maar minder effect heeft zal een boer deze eerder oppakken in zijn bedrijfsvoering. Overall bekeken kan het goed zijn dat het effect van de laatste maatregel groter is dan de eerste door de schaal waarop de maatregel uitgevoerd wordt.
- Vertaling naar andere teelten, bv akkerbouw, is vaak mogelijk maar ook hier is maatwerk wenselijk.
- Vaak is het lastig om maatregelen uitgevoerd te krijgen, zeker als er andere belangen spelen als natuur. Soms moeten andere partijen mee willen werken en maatregel moet ook passen binnen

bestaande wetgeving.

- Soms spelen ook andere belangen een rol. Een maatregel wordt misschien niet uitgevoerd sec om verdroging tegen te gaan, maar juist om een hogere opbrengst te krijgen, of omdat het beter binnen het mineralenbeleid past. In sommige gevallen kunnen andere belangen een stimulerende rol spelen bij de invoering, maar het tegengestelde is ook mogelijk.

Referenties

- KNMI, Risk analysis of heavy rain.
- Boxel, J.H., Cammeraat J., 1999. Een analyse van de neerslag in deze eeuw; Wordt Nederland steeds natter? *Meteorologica* 8, 11-15.
- De Kok, V.P.H.M., Alblas, J., 1996. Effecten van grondbewerking en organische stof op de structuur van de bouwvoor. Verslag nr. 226, PAGV Lelystad, 68 pp.
- Deru, J., van der Burgt, G.J., van Eekeren, N., Wientjes, H., 2010a. Maïsteelt en mestscheiding. Langetermijneffecten op organische stof. *V-focus*, december, 20-22.
- Deru, J., van Eekeren, N., de Boer, H. 2010b. Beworteling van grasland – een literatuurstudie; Nutriëntenopname in relatie tot bewortelingsdiepte en –intensiteit. Factoren en potentiële maatregelen die de beworteling beïnvloeden. Publicatienummer 2010-018 LbV, Louis Bolk Instituut, Driebergen, 63pp.
- Deru, J. van Eekeren, N., Visscher, J., Schilder, H. 2011. Grote variëteit in Engelse raaigrassen. *Veefocus* februari, 22-23.
- Garwood, E.A., Sinclair, J., 1979. Use of water by six grass species 2. Root distribution and use of soil water. *J. Agric. Sci. Camb.* 93, 25-35.
- Nauta, W., 2009. Grondwater op grasland. Eindrapport. Louis Bolk Instituut, Driebergen, 51 pp.
- Six, J., Feller, C., Deneq, K., Ogle, S.M., de Moraes, J.C., Albrecht, S., 2002. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils-Effects of no tillage. *Agronomie* 22, 755-775.
- Van der Schans, D.A., 1998. Ruwvoederproductie bij droogte: Kies voor zekerheid! Themaboekje nr 21, PAGV Lelystad, 61 pp.
- Van Eekeren, 2000. Een eerste ervaring met weideluzerne in Nederland. Louis Bolk Instituut, Driebergen, Vlugschrift 12.
- Van Eekeren, N.
- Van Eekeren, N., Bokhorst, J., 2009. Beoordeling bodemkwaliteit zandgrond: Een inventarisatie van bodemindicatoren in de veehouderij. Louis Bolk Instituut, Driebergen, 59 pp.
- Van Eekeren, N., Bokhorst, J., 2010. Bodemkwaliteit en klimaatadaptatie onder grasland op het Utrechtse zand, Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienr 2010-031 LbD, 39 pp.
- Van Eekeren, N., Bommelé, L., Bloem, J., Rutgers, M., de Goede, R., Reheul, D., Brussaard, L., 2008 Soil biological quality after 36 years of ley-arable cropping, permanent grassland and permanent arable cropping. *Appl. Soil Ecol.* 40, 432-446.
- Van Eekeren, N., de Boer, H., Hanegraaf, M., Bokhorst, J., Nierop, D., Bloem, J., Schouten., T., de Goede, R., Brussaard, L., 2010a. Ecosystem services in grassland associated with biotic and abiotic soil parameters. *Soil Biology & Biochemistry* 42, 1491-1504.
- Van Eekeren, N., Bos, M., de Wit, J., Keidel, H., 2010b. Effect of individual grass species and grass species mixtures on soil quality as related to root biomass and grass yield. *Appl. Soil Ecology* 45, 275-283.
- Van Schooten, H., Van Eekeren, N., Hanegraaf, M., Van Der Burgt, G.J., De Visser, M., 2006 Effect meerjarige toepassing groenbemester en organische mest op bodemkwaliteit bij continueelt maïs. *Zorg voor Zand* rapport nr. 2, ASG-WUR, Lelystad, 32 pp.

Bijlage 1: Verslaglegging bijeenkomsten en excursies

Themabijeenkomst: Organische stof

10 mei 2010: Ontwikkeltraject/startbijeenkomst "Herstel van de natuurlijke buffercapaciteit van de bodem"

Eind 2009/begin 2010 zijn agrariërs rondom de waterwinning in Loosbroek samengekomen voor een brainstormsessie waarin maatregelen benoemd zijn om verdroging van landbouwgrond tegen te gaan. Deze brainstorm heeft geleid tot de uitwerking van het project "Herstel van de natuurlijke buffercapaciteit van de bodem". Het projectplan wordt toegelicht.

Brabant water geeft informatie met betrekking tot het bestaande grondwatermeetnet en heeft afspraken gemaakt mbt informatievoorziening rondom de monitoring.

Louis Bolk Instituut heeft een toelichting gegeven over het onderwerp verhogen Organische Stof dat als een van de belangrijkste maatregelen naar voren is gekomen in de brainstorm. Hij schetst een realistisch beeld van het tijdspad waaraan men moet denken en geeft ook enkele alternatieve maatregelen die een positief effect kunnen hebben op verdroging.

Veldbijeenkomst: Studiegroep Interactief Waterbeheer; Niet kerende grondbewerking

Vanuit het interreg project Interactief Waterbeheer Vlaanderen Nederland is een studiegroep opgestart die interesse heeft in de toepasbaarheid van verschillende maatregelen op het gebied van waterkwaliteit en waterkwantiteit. Een van de onderwerpen waar de studiegroep meer over wil weten is niet kerende grondbewerking. Hiervoor is een demonstratiemiddag georganiseerd. Aangezien een van de ondernemers in Loosbroek tijdens de eerste bijeenkomst aangeeft op zijn bedrijf ook iets met niet kerende grondbewerking te willen doen worden alle deelnemers van het project uitgenodigd voor de bijeenkomst van de INWA studiegroep.

Veldbijeenkomst: Selectie van mogelijke maatregelen

07 juli 2010 Veldbijeenkomst

Allereerst geeft LBI een toelichting op de verschillende maatregelen die er mogelijk zijn op een bedrijf om met verdroging om te gaan. De maatregelen zijn op te splitsten in

- hydrologische maatregelen
- Verhogen Organische stof (water retentie, water infiltratie)
- Gewaskeuze (waterverbruik, N-behoefte, opbrengst)
- Vruchtwisseling (organische stof opbouw, N-behoefte, opbrengst)
- Bewortelings intensiteit en diepte.

De ondernemers krijgen enkele copietjes mee met informatie over direct-zaai en niet kerende grondbewerking.

Vervolgens wordt er op 2 verschillende (grasland)percelen gekeken naar bodemprofielen en wat dit zegt met betrekking tot grasstand. Ter plekke wordt met de ondernemers doorgesproken wat de kenmerken zijn van de bodem en welke maatregelen in deze situatie toepasbaar zijn. Dit geeft de ondernemers direct een beeld van de mogelijkheden voor hun eigen bedrijf. Ook wordt gekeken naar de ligging van de percelen (hoogteverschil, aanwezigheid sloten, stuwen ed) en of dit ook andere mogelijkheden biedt om (effecten van) verdroging tegen te gaan.

Als afsluiting krijgen de deelnemers de mogelijkheid om aan te geven over welke thema's zij tijdens dit project meer kennis willen opdoen om op hun bedrijf toe te passen. In onderstaande tabel staan de resultaten.

Tabel 1: Aangegeven onderwerpen themabijeenkomsten project Loosbroek

Indeling	Onderwerpen aangegeven deelnemers	Aantal
1. Hydrologische maatregelen	Peilgestuurde drainage	1111
	Andere....??	
2. Verhogen organische stof (water retentie, water infiltratie)	Verhogen organische stof algemeen	1
	Niet kerende grondbewerking	111111
	Direct zaaien maïs	111
	Biochar	1
	Andere....??	
3. Gewaskeuze (water verbruik, N-behoefte, opbrengst)	Gewas keuze algemeen	11111111 (klaver, graskeuze, rietzwenk, hennep, granen, wintererwten)
	Andere....??	
4. Vruchtwisseling (organische stof opbouw, N-behoefte, opbrengst)	Vruchtwisseling algemeen en veehouderij	1111
	Andere.....??	
5. Bodem verbeteren	Bewortelingsintensiteit en diepte algemeen	1
	Bodemleven stimuleren	1
	Verdichting voorkomen en verbeteren	1
	Andere....?	

Een van de ondernemers is zeer enthousiast over niet kerende grondbewerking en wil de techniek graag uit proberen op eigen bedrijf. Het plan is om de machine, na de oogst, uit te proberen met verschillende tractoren. De betrokken ondernemers willen zo een beeld krijgen van de mogelijkheden en de toepasbaarheid in de eigen bedrijfsvoering.

Door tijdgebrek tijdens de vakantie heeft de betreffende ondernemer aangegeven de test uit te willen stellen naar het voorjaar van 2011.

Veldbijeenkomst: Gewaskeuze en grondbewerking

8 september 2010

Er wordt een proef bekeken met Engels raagrass, rietzwenk en kroppaar als onderdeel van het thema gewaskeuze (beworteling en verdamping)

Er wordt een proef bekeken met direct zaaien van maïs in groenbemester of graszode zonder grondbewerking als onderdeel van het thema Verhogen Organisch stof gehalte.

Er wordt een bedrijf bezocht met peilgestuurde drainage met de mogelijkheid tot waterinlaat als onderdeel van het thema hydrologische maatregelen.

Themabijeenkomst: Vruchtwisseling

1 december 2010

Bijlage 2: Maatregelen matrix Loosbroek

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
1. Hydrologische maatregelen	Alternatieve berekening	Gebruik spoelwater van pompstation
		Spoel/spuiwater RWZI
	Peilbeheer	Stuwtjes
		Peilgestuurde drainage
Beregenen	Optimalisering huidige berekening	
2. Verhogen organische stof (water retentie, water infiltratie)	Afbraak verminderen	Niet kerende grondbewerking
		Direct zaaien maïs
		Frequentie graslandvernieuwing minimaliseren
		Bewust omgaan met bekalken
		...etc
	Aanvoer verhogen	Verhogen areaal grasland
		Verhogen gewasresten (wortels, stro) Zie gewaskeuze en wortels
		Keuze mestsoort hoge effectieve organische stof
		Keuze groenbemester hoge effectieve OS (zie vruchtwisseling)
		Slootveegsel (vaak niet zuiver) of biomassa van pompstation
		Houtsnippers
		BIOCHAR
		...etc
3. Gewaskeuze (water verbruik, N-behoefte, opbrengst)	Eenjarig	Maïs
		Hennep
		Andere granen (incl. Sorghum)
	etc
	Meerjarig	Engels raaigras
		Rietzwenkgras in mengsel met Engels raaigras (diepe wortels)
		Kropaar in mengsel met Engels raaigras (minder verdamping)
		Rode klaver in mengsel met Engels raaigras (diepe wortels)
Luzerne		
Kruiden (cichorei, smalle weegbree) in mengsel met raaigras		
.....etc		
4. Vruchtwisseling (organische stof opbouw, N-behoefte, opbrengst)	Veehouderij	Gras→Maïs
		Gras rode- en witte klaver→Maïs
		Hennep→Maïs
		Hoeveel jaren? Doorrekenen organische stof modellen
	etc
	Akkerbouw	
	Veehouderij-akkerbouwetc
		Samenwerken veehouderij akkerbouw
....etc		
5. Beworteling (diepte en intensiteit)	Bodem	Preventie verdichting, structuur, pH, regenwormen
	Gewas	Gewaskeuze en raskeuze (gras, maïs etc.)
	Bemesting	Stikstof (-), fosfor (+/-)
	...etc	...etc

NB Vetgedrukte maatregelen waren in het voortraject al benoemd

Bijlage 3: Communicatie

4

Nieuwe Oogst zaterdag 9 oktober 2010

Deltaplan Hoge Zandgronden

Of het nu over vijftig jaar gemiddeld één of twee graden warmer is dan nu, daar zijn de geleerden het nog niet over eens. Wat wel vaststaat is dat de periodes van droogte steeds langer en extremer zullen zijn. Vooral voor de van nature dorstige hoge zandgronden in Noord-Brabant en Limburg heeft dit grote gevolgen. Door het zakkende grondwaterpeil zal de droogteschade bij gewassen en flink toenemen. Om niet lijdzaam toe te zien hoe het water als sneeuw voor zon verdwijnt, nemen boeren en tuinders in Noord-Brabant en Limburg nu al maatregelen om ook over vijftig jaar voldoende water ter beschikking te hebben. Dat doen ze onder de paraplu van het Deltaplan Hoge Zandgronden. In 2014 moeten alle activiteiten van het Deltaplan uitmonden in een visie op een klimaatbestendig watersysteem in 2050, inclusief de maatregelen die nu al nodig zijn.

HERMAN.VAN.DINTHER@ZLTO.NL
MARISKA.VAN.DER.HULST@ZLTO.NL
JASPER.SCHEL@ZLTO.NL

Eén van de knelpunten bij de aanvoer van water uit de Maas naar Oost-Brabant is de Noordervaart. Omdat het niet of nauwelijks meer wordt gebruikt voor scheepvaart, slibt het kanaal dicht.

Foto: L&C Group



Genoeg water cruciaal 'Lastig boeren als grondwater

De ZLTO steekt veel geld, tijd en bestuurskracht in het Deltaplan Hoge Zandgronden. „De eerstkomende vijf tot tien jaar is de watervoorziening voor plantaardige productie het belangrijkste punt op de wateragenda van de ZLTO.“

Dat stelt Johan Elshof, specialist water bij de ZLTO. Volgens hem zijn er verschillende manieren om de watervoorziening te garanderen.

De belangrijkste maatregel met de meeste potentie is in zijn ogen meer gebruik maken van gebiedseigen water. „Dat is water dat in het gebied valt of vrijkomt“, legt Elshof uit. „Daarin is nog een grote verbeteringslag te maken. Bijvoorbeeld door nog meer en efficiënter met stuwtejes te werken die het water kunnen vasthouden. Dat zorgt voor een hogere grondwaterstand, en daardoor hoeft je minder te beregenen.“

Een tweede optie is het hergebruiken van eigen bedrijfswater, water van de buurman of vrijkomend water van een zuiveringinstallatie. Elshof: „En wat te denken van een tunnelbak die continu wordt onderbenaald en waarbij veel water wordt afgevoerd. Ook dat kunnen ondernemers gebruiken.“

Weer een andere manier om voldoende water ter beschikking te hebben in droge periodes is volgens de waterspecialist het aanvoeren van water uit bijvoorbeeld de Maas en het bijbehorende kanalenstelsel. „Het is schoon genoeg voor agrarisch gebruik. In grote delen van het jaar stroomt er genoeg water doorheen om deels te gebruiken voor watervoorziening of om te bufferen. Daarmee is trouwens niet alleen de landbouw gediend, maar ook de recreatie en de natuur, als je het water op de goede plaats

inzet.“

Beregenen

Andere kansrijke maatregelen die Elshof noemt zijn peilgestuurde drainage en beregenen met grondwater. „Beregenen van gras of maïs kan vaak veel efficiënter. Daarom zijn we bezig met innovaties als hightech Beregenen Op Maat, waar de ZLTO veel geld in steekt.“ Daarnaast moet er voor intensieve teelten als tuinbouw en boomteelt vergunningsruimte komen om te kunnen beregenen. „Maar uiteindelijk moet het watersysteem zo in elkaar zitten dat ondernemers alleen in uiterste gevallen moeten beregenen.“ Er zijn dus veel mogelijkheden om zuinig om te gaan met het kostbare water. „De kracht van het Deltaplan is dat al deze maatregelen aan bod komen en op elkaar worden afgestemd. En samen met de andere partijen kunnen we een vuist maken richting het rijk voor zaken die je niet in het gebied zelf kunt oplossen. Bijvoorbeeld voor het aanpassen van het beleid voor de wateraanvoer en het verkrijgen van geld voor het oplossen van knelpunten daarin.“

Hij waardeert de waterschappen in hun opzet. „Ze steken veel tijd en geld in de voorbereiding van het verbeteren van het grondwater- en oppervlaktewaterpeil ten behoeve van de land- en tuinbouw. De volgende stap is dat ze snel met groepen ondernemers aan tafel gaan, om feitelijk in het gebied aan de slag te gaan. Snelheid is geboden, want anders ebt het enthousiasme bij onze leden weg. Wij helpen ze daar graag bij.“

‘s Zomers smakt de droge zandgrond van Arnoud van der Wijst uit Loosbroek naar vocht. Het drinkwaterpompstation naast zijn melkveebedrijf is er mede de oorzaak van. Een slim drainagesysteem kan soelaas bieden.

„De droogte op onze percelen houdt ons al jaren bezig“, aldus Arnoud van der Wijst. Samen met zijn vrouw Miranda heeft hij een melkveebedrijf in het waterwingebied van Loosbroek. Ook zijn vader Frans springt nog regelmatig bij op het bedrijf met 50 koeien, 35 stuks jongvee en 23,5 hectare grond.

Naast zijn erf, met fonkelnieuwe ligboxenstal, ligt het drinkwaterpompstation van Brabant Water. Jaarlijks wordt er circa 7 miljoen liter zoet drinkwater opgepompt uit bronnen op 180 meter diepte.

Door de waterwinningen zakt de grondwaterstand op het bedrijf. Het brengt de veehouder in een benarde situatie. „Op ons huisperceel van 9 hectare hebben we te maken met flinke droogte. Helaas zijn er plannen om pompstation Loosbroek nog méér water te laten oppompen, en dan vooral in de ondiepere lagen op 70 meter diepte. Dat is funest, want

Arnoud van der Wijst heeft een melkveebedrijf in het waterwingebied van Loosbroek, en heeft daarmee veel last van droogte.

Foto: Studio Van Aarsveld

dan gaat er extra veel vocht uit ons huisperceel.“

Door het vochttekort oogst Van der Wijst doorgaans één tot twee grasneden minder dan andere bedrijven. Deze gemiste opbrengsten jagen hem op meerkosten, want hij moet extra (ruw)voer aankopen. De veehouder hoopt niet dat de waterwinning in de ondiepe grondlagen doorgaat.

„Volgens deskundigen zou je hier nog goed kunnen boeren, maar ik denk dat het lastig wordt. De grondwaterstand zou 20 centimeter kunnen dalen. De afstand tussen de beworteling van planten en het grondwater wordt dan te groot. We kunnen veel hebben, maar een keer houdt het op.“

Slim drainagesysteem

Van der Wijst draait mee in een project van Brabant Water en de ZLTO. Dit project sluit prima aan bij het Deltaplan Hoge Zandgronden. Het is opgezet ter verbetering van de vochtvoorziening van de gronden rondom



pompstation Loosbroek. De betrokken veehouders zoeken samen met de organisaties naar oplossingen. Zoals de inzet van alternatieve gewassen die het vocht langer vasthouden. Een andere optie is een slim drainagesysteem. „Ons huisperceel ligt op een droge hoge kop. Maar op andere, verder gelegen percelen is het juist niet.





‘Veel agrariërs nodig’

Lambert Verheijen is voorzitter van de stuurgroep Deltaplan Hoge Zandgronden. De dijkgraaf van waterschap Aa en Maas legt uit waarom het zo belangrijk is dat het plan goed wordt uitgevoerd. „We moeten er hard aan trekken.“

De beschikbaarheid van voldoende zoet water is voor heel Nederland natuurlijk van groot belang. Maar op de droogtegevoelige zandgronden in Brabant en Limburg is de nood net even iets hoger. Vandaar dat de waterschappen, samen met alle belanghebbende partijen, waaronder ZLTO en LLTB, het Deltaplan Hoge Zandgronden in de steigers hebben gezet.

„De droogteproblematiek bestaat al, maar wordt in de toekomst, geleid door de klimaatspellingen, nog erger met langere periodes van droogte“, weet Verheijen. „Het Deltaplan is onze aanpak om ervoor te zorgen dat de watervoorziening in onze regio op orde is en blijft. En daar zullen we hard aan moeten trekken. Er zijn nu al problemen met water in droge zomers.“

De doelstelling van het Deltaplan is om allerlei maatregelen en initia-

tieven te bedenken en te stimuleren om voldoende watercapaciteit te behouden. Verheijen: „Het gaat erom dat we het systeem in feite vitaler en robuuster maken voor de toekomst. Een systeem dat meer in staat is zelf water vast te houden.“

Rol sector

Om dat te realiseren zijn er de afgelopen jaren al veel projecten opgestart en maatregelen bedacht. Verheijen roemt de rol van de agrarische sector hierbij. „We hebben heel veel agrarische ondernemers nodig die met ons mee willen denken. Met name vanuit die hoek zijn er veel kleinschalige maatregelen naar voren gebracht die goed zijn in te passen in ons programma. Denk aan hightech Beregenen op Maat, waterconserving op bedrijfsniveau en pelgestuurde drainage. Toen we het initiatief namen voor het Deltaplan, wilde de ZLTO onmiddellijk partner zijn.“

Naast al deze concrete toepassingen is er volgens de stuurgroepvoorzitter ook erkenning voor het probleem nodig vanuit de rijksoverheid. Specifiek als het gaat om het waarborgen van wateraanvoer vanuit de Maas. „Dat water komt onder meer via de



Lambert Verheijen.

Foto: Waterschap Aa en Maas

Noordervaart in Noord-Limburg ons gebied in. Dat kanaal dreigt dicht te slibben omdat er geen scheepvaart meer doorheen komt. Dus komt de wateraanvoer in de toekomst in gevaar. Op dit moment is er een oplossing met Rijkswaterstaat over de financiering daarvan.“

Samen met anderen

Toch wil Verheijen niet te veel naar anderen wijzen. „Uiteindelijk zul je samen met andere partijen, bedrijven en ondernemers het meeste werk moeten verrichten. In Den Haag zullen ze positief mee willen denken als we laten zien dat we serieus en goed aan de slag zijn.“

zakt’

Passie voor waterbeheer



„We hebben iedere dag met water te maken, daar moet je in je bedrijfsvoering dus nadrukkelijk mee bezig zijn.“ Jongvee-opfokker en akkerbouwer Henrie van Summeren in Elsendorp heeft een passie voor water. Dat blijkt niet alleen door de functies die hij voor waterbeheer vervulde, zoals regioportefeuillehouder Water van de ZLTO.

Meer nog zie je zijn passie terug in de praktische toepassingen die je op zijn erf tegenkomt. „Dat is eigenlijk ontstaan met de komst van het project Beregenen op Maat“, weet Van Summeren nog.

De huiskavel van 17 hectare is helemaal gedraineerd, de overige 13 hectare liggen hoog genoeg. „Op een perceel van 4 hectare was dit jaar de

drainage aan vervanging toe. Ik wist wat ik wilde, met de praktische oplossing kwamen de gebroeders Emonds uit Boeke!“

Zij ontwikkelden vorig jaar een simpel maar doeltreffend systeem waarop ze intussen octrooi hebben aangevraagd. De beweegbare uitloopbuis is met behulp van een ketting eenvoudig in hoogte te verstellen. Achter de buis zijn peilhoogen zichtbaar, zodat de ondernemer precies weet op welke waterstand hij de buis kan zetten.

„We hebben steeds meer met extreme weersverschillen te maken. Dit jaar al hebben we er veel profijt van gehad. In de warme en droge juni maand hielden we het water vast, in de natte maanden konden we goed lozen. Wanneer we in de oogsttijd last hebben van te natte akkers, zetten we

een pomp op het drainagesysteem en kunnen we zo het land op. Terwijl zo’n kast maar enkele honderden euro’s kost.“

Prefab put

Van Summeren heeft er duidelijk plezier in om na te denken over het (her) gebruik van water. Het spoelwater van de nieuwe spuitplaats naast de loods vangt hij op in de kelders van een oude varkensstal die hij gespaard heeft. Ook is er een prefab put van 20 kub en pomp aangebracht om machines op de spuitplaats te reinigen. Deze put krijgt hemelwater afkomstig van het dak van de loods. Het slib wordt van het spoelwater gescheiden en kan later het land op. De hele bedrijfsvoering is erop gericht verantwoord met water om te

springen. Waar Van Summeren water tekort komt, heeft hij de beschikking over een dieptebron op 164 meter.

Echigenote Elle, samen met zoon Tim en man Henrie in maatschap, is al even begonnen met het water. „Naast het bedrijf gebruiken we in huis ook amper leidingwater. Zelfs de wasmachine draait op de dieptebron.“

Levensbehoefte

Volgens de ondernemers is water de eerste levensbehoefte van mens, dier en gewas. „Er zit veel ‘verkeer’ in water, je krijgt er gevoel bij. Het is in elk geval een van de belangrijkste punten bij de bedrijfsvoering.“

Het moet mogelijk zijn om het water van de natte stukken te pompen naar de droge percelen. Ook onderzoeken we of we het spoelwater van het pompstation op die manier kunnen gebruiken. Verder willen we het erf water van ons bedrijf opvangen en gebruiken op de droge grond.“

Maar aan zo’n ingenieus drainagesysteem hangt wel een flink prijskaartje. „Het zou eerlijk zijn als Brabant Water daaraan bijdraagt. Alleen kan ik die kosten niet dragen.“

Van der Wijst is enthousiast over zijn deelname aan het project. „Het geeft een beter gevoel en inzicht als je over deze problematiek praat. Het brengt je op ideeën waar je zelf niet zo snel op komt. En als je veehouders bezoekt die alternatieve gewassen of een drainagesysteem succesvol toepassen, geeft dat zekerheid. Als het daar kan, dan moet het hier ook lukken!“



Henrie van Summeren bij het putje van de gebroeders Emonds, dat simpel en effectief werkt, vooral bij wisselende weersomstandigheden.

Foto: Nieuwe Oogst

advertentie

Nieuw
Uw akkerbouwbedrijf langs de lat

Of u nu identiteit bent of in de aardappelen zit, voor iedere akkerbouwer geldt: Als je bedrijf je leven is, wilt u zo goed en snel mogelijk weten hoe u ervoor staat. Speciaal voor u als akkerbouwer heeft GIBO Groep sinds kort de Analyse Akkerbouw. Hiermee kunt u uw financiële resultaten snel en op elk moment beoordelen en vergelijken met de norm.

Meer informatie over dit vernieuwde rapport? Bel (026) 354 26 10 of kijk op www.gibogroep.nl

GIBO Groep
Aanpak van de Akkerbouw

de lat
de lat
www.gibogroep.nl

Bijlage 4: Plan voor gebruik van spoelwater voor infiltratie of beregening

Opgesteld door: F. Verhagen en I. Folmer van Royal Haskoning

1. Huidige situatie

Voor twee bedrijven is een plan gemaakt voor infiltratie van spoelwater met peilgestuurde drainage. Bedrijf A betreft familie Van der Wijst en Bedrijf B betreft familie Van Helvoort. De ligging van de droogtegevoelige percelen is weergegeven op figuur 1. Perceel A is 9,1 ha groot. Perceel B is 7,4 ha.

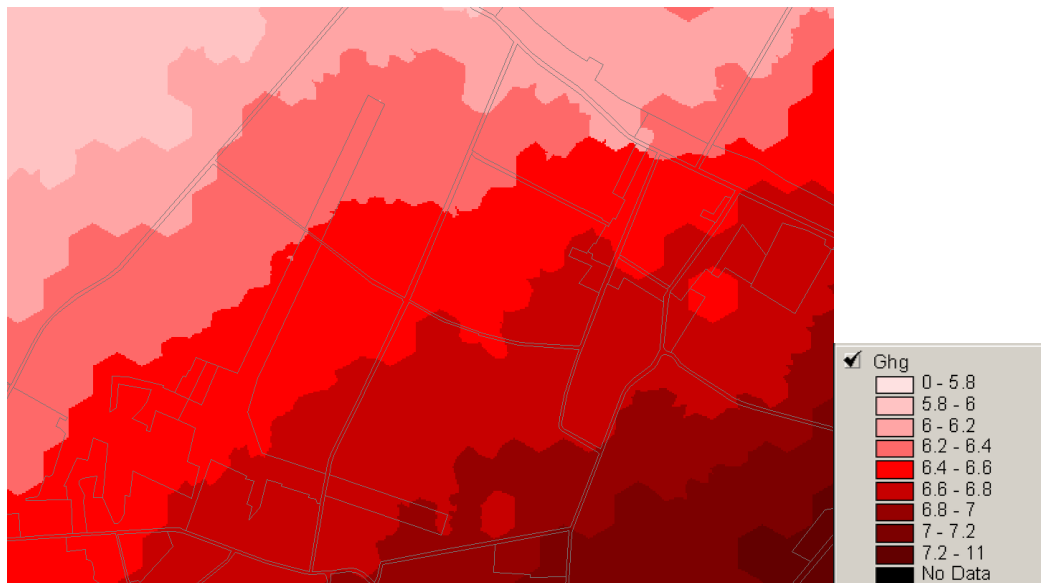


Figuur 1: Ligging percelen.

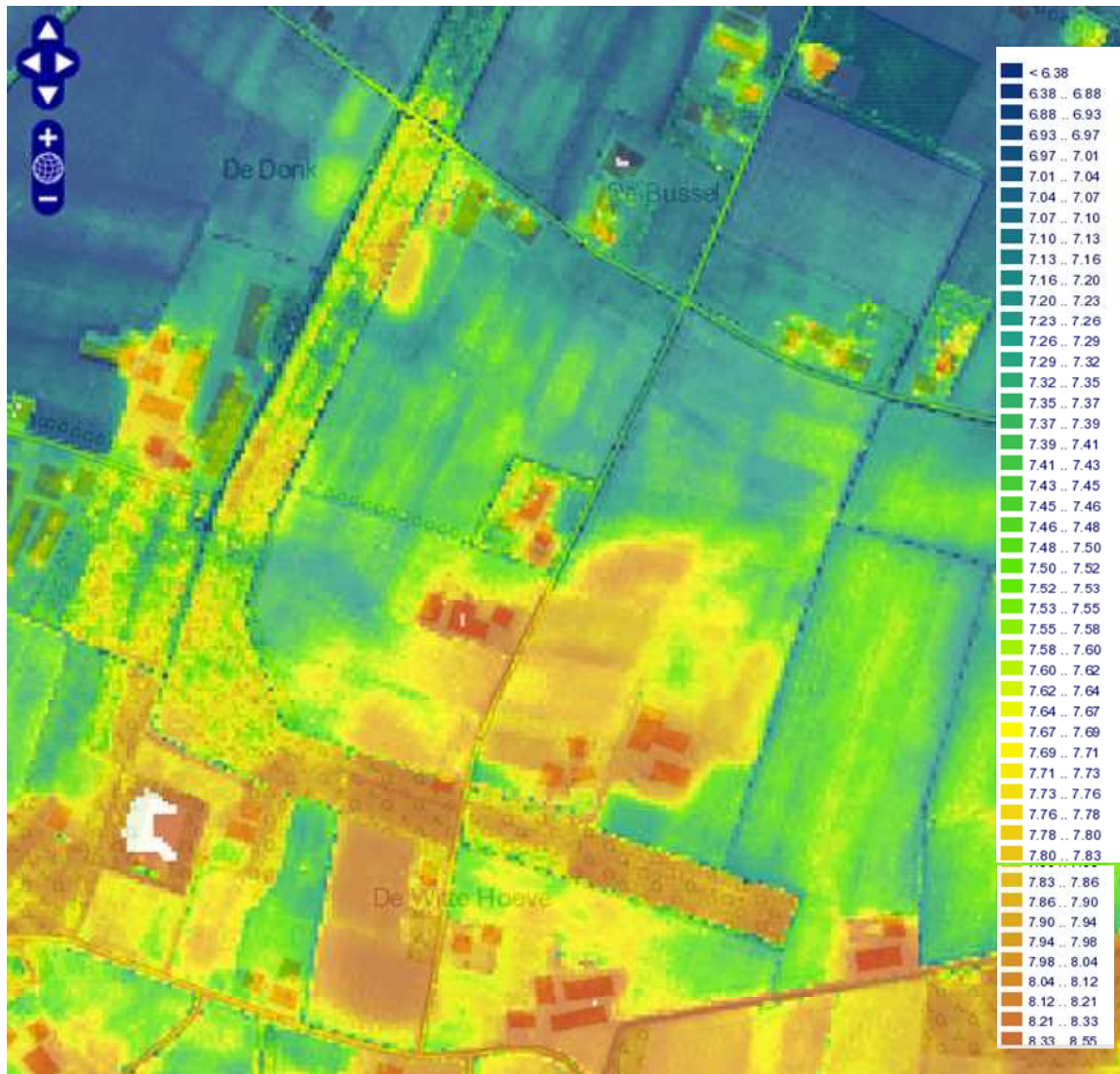
Het grondwatersysteem ter plaatse kenmerkt zich door infiltratie. De grondwaterstanden zijn afgeleid uit het grondwatermodel Aa Heeswijk-Dinther dat Royal Haskoning heeft gemaakt voor een studie voor Waterschap Aa en Maas. Aangezien het maaiveld ook enigszins fluctueert worden de grondwaterstanden eerst ten opzichte van NAP beschreven. Het grondwater stroomt globaal in noordwestelijke richting (zie figuur 2). De laagste grondwaterstand (GLG) ligt tussen 6.10 m+NAP aan de westzijde (agrariër A) en 6.40 m+NAP aan de oostzijde (agrariër B). De hoogste grondwaterstand (GHG) ligt op 6.50 m+NAP aan de westzijde en 6.80 m+NAP aan de oostzijde (figuur 2). De maaiveldhoogte van perceel A varieert van 7.10 tot 7.80 m+NAP, gemiddeld 7.50 m+NAP. Het maaiveld van perceel B ligt op 7.30 tot 7.60 hoogte (tabel 1 en figuur 3). Globaal ligt de GLG bij beide percelen op ongeveer 1,3 meter onder maaiveld. Bij agrariër A kan de grondwaterstand dieper wegzakken, vooral op de hoger gelegen delen.

Tabel 2: Grondwaterstanden en maaiveldhoogte

	Agrariër A	Agrariër B	Eenheid
GLG	6.05 -6.15	6.40	m+ NAP
GHG	6.50	6.75 - 6.85	m+ NAP
Maaiveld	7.10 – 7.80	7.30 - 7.60	m+ NAP
GLG	0.95 – 1.75	1.15 -1.55	m- NAP



Figuur 2: Verloop gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). Bron: grondwatermodel Aa Heeswijk-Dinther, Royal Haskoning.



Figuur 3: Maaiveldligging. Bron: AHN

2. Waterbehoefte agrariërs

Op dit moment wordt er niet berekend door de twee agrariërs. De waterbehoefte is afhankelijk van gewas, bodemtype en weersituatie. In de praktijk vindt het grootste deel van de berekening plaats in de drie zomermaanden (juni, juli, augustus). Op basis van landelijke kentallen (zie kader) betekent dit een behoefte van 1,1 mm tot 2,7 mm per zomerdag. Voor 10 ha grond betekent dit een maandelijkse hoeveelheid van 3000 tot 8000 m³ water, voor respectievelijk een normale zomer en een droge zomer. In de praktijk wordt het water niet gelijkmatig per dag toegediend, maar eenmalig (circa 20 mm per keer).

Kentallen berekening in Nederland op grasland

In het kader van STONE zijn de door het STONE-instrumentarium gesimuleerde beregeningshoeveelheden als plausibel beoordeeld waarbij de volgende criteria zijn gehanteerd:

- de veeljarig gemiddelde jaarlijkse beregeningsgift van beregend grasland bedraagt ca. 100 mm;
- gemiddeld komt ca. 60% van de berekening ten goede aan de gewasverdamping;
- in een 10%-droog jaar is de over het jaar gesommeerde beregeningsgift circa 2,5 maal zo hoog als de veeljarig gemiddelde jaarlijkse beregeningsgift

3. Aanbod van spoelwater van drinkwaterwinning Loosbroek

Het onttrokken grondwater op de locatie Loosbroek wordt gezuiverd voor de bereiding van drinkwater. Dit gebeurt bij het pompstation ten noorden van het winveld. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van zandfilters (voor- en nafilts) en beluchtingtanks. Deze filters en tanks worden met enige regelmaat schoongespoeld. Het spoelwater komt in een bezinkvijver, waar de vaste delen achter blijven. Het overgebleven water wordt in de huidige situatie op de sloot geloosd. Het water moet daarvoor voldoen aan de eisen van het waterschap. Brabant Water heeft aangeboden dat dit spoelwater (deels) kan worden gebruikt als aanvoerwater voor de droge gebieden.

Hoeveelheid

Volgens Brabant Water (mondelinge mededeling) gebeurt het spoelen globaal met een frequentie van eens per week (de voorfilters) tot eens per maand (gehele systeem). De hoeveelheid spoelwater per maand is redelijk constant, ongeveer 20.000 m³ (in 2009 gemiddeld 19.500 m³/mnd en 22.200 m³/mnd in 2010). Gedetailleerde gegevens over de hoeveelheden per poelbeurt of per dag ontbreken.

Kwaliteit spoelwater

Het water dat op de sloot wordt geloosd wordt ongeveer eens in de drie maanden gecontroleerd op de aanwezigheid van ijzer. Dit wordt gedaan omdat het ijzergehalte niet de maximum grens van 4 mg/l mag overschrijden in de lozingsvergunning van het waterschap. De concentratie is normaal ongeveer 2 mg/l met uitschieters tot 8,5 en 30 mg/l. Het chloride gehalte is eenmalig gecontroleerd en bedroeg toen 50 mg/l. Het Chemisch Zuurstof Verbruik en N-Kj wordt incidenteel gecontroleerd, omdat de zuiveringsheffing hier op gebaseerd is. Van overige parameters zijn geen gegevens bekend.

Tabel 3: Chemische samenstelling van het te lozen spoelwater (2001-2010)

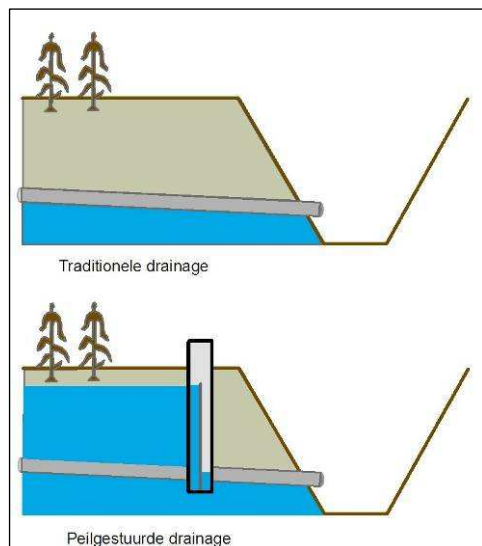
	IJzer II (mg/l)	Chloride (mg/l)	N-Kj* (mg/l N)	CZV (mg/l O ₂)
Minimum	0,94	50	0,3	7
Maximum	30	50	0,4	26
Mediaan	2,1	50	0,35	14
Gemiddelde	3,2	50	0,35	14

* som van ammoniumstikstof en organisch gebonden stikstof

4. Ontwerp benutten spoelwater voor aanvulling grondwater

Om het spoelwater te benutten om de droogteschade van de agrariërs te verminderen moeten een

aantal voorzieningen worden aangelegd. Ten eerste moet het spoelwater van het pompstation naar de percelen van de agrariërs vervoerd worden met een leiding. Door Brabant Water is uitgerekend dat de kosten van de aanleg van een leiding €200.000,- bedraagt. Daarnaast zijn op het terrein van de agrariërs voorzieningen nodig om het water te verdelen. Er zijn twee opties: ondergronds verdelen met infiltratie-drains of bovengronds verdelen met een beregeningssysteem. Deze twee opties zijn hierna verder uitgewerkt op globaal ontwerp niveau.



4.1 Globaal ontwerp ondergronds infiltratiesysteem

Een peilgestuurd drainage systeem kan ook gebruikt worden om water te infiltreren. Peilgestuurde drainage bestaat uit een regelbaar drainagesysteem met aan elkaar gekoppelde drainagebuizen en een uitstroom via een verzamelput. De grondwaterstad wordt gestuurd met de waterstand in de put. Zo kan water langer worden vastgehouden in het perceel. Bij traditionele drainage wateren de drainagebuizen op één diepte rechtstreeks af op de sloot (figuur 4). Door de waterstand in de verzamelput hoger in te stellen dan het grondwaterniveau, zal het water gaan infiltreren in plaats van draineren.

Figuur 4: Effect van peilgestuurde drainage op de grondwaterstand.



Figuur 5: Peilgestuurd drainage systeem voor bedrijf A



Figuur 6: Ontwerp voor infiltratiesysteem bedrijf B

Ontwerp infiltratiesysteem

Het water uit de leiding komt uit in een verzamelput. Deze put wordt van water voorzien tot maximaal het ingestelde infiltratieniveau. Vanuit deze put loopt een transportleiding die de verschillende drains voedt. Om het perceel goed van water te kunnen voorzien is een relatief dichte drainafstand nodig van 6 meter. Het is technisch mogelijk om met een betrekkelijk eenvoudige aanpassing en investering de mogelijkheid te hebben om verschillende infiltratieniveaus in te stellen per peilvak. Maar hier is niet voor gekozen omdat de grondwaterstand en het maaiveld relatief vlak liggen. In figuur 5 en 6 is weergegeven hoe een infiltratiesysteem met drains voor beide bedrijven er uit zou zien.

In tabel 3 is per perceel uitgewerkt hoeveel drainagebuizen nodig zijn en wat hiervoor de kosten zijn. Voor perceel A zijn gezien de vorm van het perceel verschillende lengtes drainage buizen nodig. In totaal is er ca. 15.000 m drainagebuis nodig. Voor perceel B zijn minder buizen nodig; ca. 5000m buis.

Tabel 4: Dimensies en kosten van drainage op perceel A

Perceel A	stuks/m	prijs per stuk	totaal
drainagebuis 60mm	14810	€ 1,30	€ 19.253
verzameldrain 125mm	880	€ 5,30	€ 4.664
put 1250 mm hoogte 2000mm	1	€ 1.200,00	€ 1.200
drain X stukken	88	€ 30,00	€ 2.640
Vorbereidingskosten	1	€ 475,00	€ 475
Totaal peilgestuurde drainage			€ 28.232

Tabel 5: Dimensies en kosten van drainage op perceel B

Perceel B	stuks/m	prijs per stuk	Totaal
drainagebuis 60mm	5400	€ 1,30	€ 7.020,00
verzamel drain 125mm	1000	€ 5,29	€ 5.290,00
put 1250 mm hoogte 2000mm	1	€ 1.180,00	€ 1.180,00
drain X stukken	60	€ 29,50	€ 1.770,00
Vorbereidingskosten	1	€ 475,00	€ 475,00
Totaal peilgestuurde drainage			€ 15.735,00

Diepteligging en verstoppingsrisico

De drains worden ten behoeve van de watervoorziening ondiep onder maaiveld gelegd (circa 40 cm). Het geïnfiltreerde water komt zo het meeste ten goede aan het gewas. Risico is dan dat de drain boven de grondwaterspiegel ligt, waardoor zuurstof kan binnendringen. Aangezien het water aanzienlijke hoeveelheden ijzer bevat is de kans op verstopping groot (zie kader). Precieze grenzen waarbij nog geïnfiltreerd kan worden zijn niet te geven. Vaak wordt veiligheidshalve geadviseerd om nooit water te infiltreren waarin nog ijzer zit (bron: Ontwerp en onderhoud van infiltratie en onttrekkingmiddelen, NOBIS rapport 963-06, oktober 1998).

In ijzerrijk zit ijzer als Fe²⁺ in oplossing. Het ijzer blijft in oplossing zolang het water zuurstofloos is. Op het moment dat het grondwater in contact komt met zuurstof en oxideert het Fe²⁺ naar Fe³⁺. Dit oxidatie proces is precies hetzelfde als 'roesten' van ijzer. Het veroorzaakt een bruinrode kleur. Fe³⁺ is slecht oplosbaar in water en zal neerslaan in de drain of de bodem rondom de drain. Door fluctuaties van de grondwaterstand verandert het zuurstofgehalte in het grondwater. Als door dalende grondwaterstanden de drain in een zuurstofrijke zone komt te liggen, zal ijzer neerslaan. Uiteindelijk heeft dit verstopping van de drain tot gevolg.

Om verstopping te voorkomen zijn een aantal maatregelen mogelijk:

1. Door het water vooraf te zuiveren van het ijzer. Door het intensief beluchten van het water in een zandfilter kan het meeste ijzer verwijderd worden. Deze behandeling zou op het terrein van Brabant Water uitgevoerd kunnen worden.
2. Door de drains voldoende diep aan te leggen komt er minder zuurstof in het systeem. Wanneer de drains 50 cm onder de GLG worden aangelegd komen deze op ongeveer 1,80 meter onder maaiveld te liggen. Vanuit dit niveau kan de grondwaterstand wel verhoogd worden maar het bovenste bodemprofiel wordt minder vochtig.
3. Door in het ontwerp rekening te houden met verstoppingsrisicos:
 - a. Grotere diameter van de buis
 - b. Grotere perforaties van de buis
 - c. Juiste keuze van omhullingsmateriaal
 - d. Aanbrengen van doorspuitvoorziening voor periodieke reiniging

De eerste maatregel is het meest robuust, maar ook het duurste.

4.2 Globaal ontwerp bovengronds beregeningssysteem

Alternatief voor een ondergronds infiltratiesysteem is een bovengronds opslagsysteem. Uit een bassin of uit de sloot kan het water vervolgens beregend worden.

Voorziening vanuit een bassin

Uitgangspunt is een waterbassin met een inhoud van ongeveer 2.000 m³ groot. Hieruit kan 20 mm water worden beregend voor 10 ha. De (maximale) aanvoer van water is 20.000 m³ per maand. Dit is dus ruim voldoende om de twee bassins minimaal één keer per maand te kunnen vullen. Berekening kan direct vanuit het bassin plaatsvinden.

Alternatief is dat het water vanuit het bassin ook in slootjes rondom de percelen wordt ingelaten. Voordeel is dat het aanwezige ijzer dan nog beter kan bezinken, het water ook vanuit de slootjes kan infiltreren en dat het water dichterbij aanwezig is. Nadeel van deze variant is dat de slootjes extra ruimte kosten en beheerd moeten worden. We hebben aangenomen dat de slootjes 1 meter diep worden, een talud van 1:1 en een totale breedte van 2,5 meter (totaal oppervlak = 1,5 m²). Door de sloot dieper en breder te maken kan het bergend volume desgewenst verder vergroot worden. Er is aangenomen dat de slootjes rondom de twee bedrijven worden aangelegd. Voor sommige trajecten kan gebruik worden gemaakt van de greppeltjes die er nu al liggen. In tabel 5 wordt samengevat hoeveel ruimte nodig is en wat dit aan waterberging oplevert. De hoeveelheid waterberging is het theoretisch maximaal bereikbare, omdat aangenomen wordt dat het water altijd tot aan maaiveld staat. Omdat het maaiveld niet overal op dezelfde hoogte ligt is dit in de praktijk niet mogelijk. Dit kan deels ondervangen worden door een aantal stuwjes te plaatsen. Een andere manier om meer water te bergen is gebruik te maken van bestaande waterlopen. Met name de sloot die parallel aan de bosstrook loopt kan hiervoor gebruikt worden. Ook hier moet een stuw in geplaatst worden om er voor te zorgen dat het water niet het gebied uitloopt.

Tabel 6: Kenmerken van de sloten

	Omtrek perceel (m)	Maximale waterberging (m ³)	Benodigd grondoppervlak (m ²)
Bedrijf A	1300	1950	3250
Bedrijf B	1160	1740	2900
TOTAAL	2460	3690	6150

Tabel 7: Kosten van alternatief bovengrondse aanvoer

	Prijs per eenheid	Eenheid	Aantal	Kosten
Waterbassin	7,5	m ³	€ 4.000	€ 0.000
Aansluiting en sturing systeem				PM
Beregeningsinstallatie	16.300	Stuks	€ 2	€ 32.600
Ontgraven van sloten	1,75	m ³	€ 3.690	€ 6.458
Plaatsen van 4 stuwen	400	Stuks	€ 4	€ 1.600
TOTAAL				€ 70.658

5. Resumé

Twee alternatieven zijn onderzocht voor het aanvoeren van water, een infiltratiesysteem met drains en bevoeiing vanuit een waterbassin en slootjes. Qua kosten zijn de twee alternatieven verschillend (44.000 voor infiltratie met drains en 70.658 voor beregening vanuit waterbasis). Beide alternatieven hebben beide hun eigen voor- en nadelen.

Tabel 8: Samenvatting van de twee alternatieven met voor en nadelen (voor beide percelen)

	Infiltratie met drains	Beregening vanuit bassin en slotjes
Globale Kosten	€ 44.000,-	€ 70.658,-
Voordelen	<ul style="list-style-type: none"> • Kost nauwelijks extra ruimte • Automatisch te bedienen • Geen verdampingsverlies • Geleidelijk toe te dienen in seizoen 	<ul style="list-style-type: none"> • Water wordt van bovenaf toegediend, dichtbij gewas • Eventueel makkelijk uit te breiden naar andere percelen
Nadelen	<ul style="list-style-type: none"> • Gevaar voor verstopping • Ondergronds systeem en daarom moeilijk te repareren/controleren • Levensduur is beperkt • Hogere koppen en meest droogtegevoelige plekken zijn moeilijk te bereiken 	<ul style="list-style-type: none"> • Kost ruimte voor waterbassin en sloten • Lelijk in landschap • Meer vergunningen nodig (beregening, bouw bassin, lozing op slotjes)
Mogelijk extra kosten	<ul style="list-style-type: none"> • Voorzuivering van water • Onderhoud van systeem • Extra voorzieningen tegen verstopping 	<ul style="list-style-type: none"> • Verwerking vrijkomende grond • Afstemming met waterschap • Aanschaf beregeningsinstallatie