KLIMAAT EN LANDBOUW; RISICO'S EN KANSEN

Rapportage van 'Vooronderzoek Klimaatadaptatie en Agrobiodiversiteit'

AEQUATOR groen & ruimte

PLANT RESEARCH INTERNATIONAL WAGENINGEN UR

KLIMAAT EN LANDBOUW; RISICO'S EN KANSEN

Rapportage van 'Vooronderzoek Klimaatadaptatie en Agrobiodiversiteit', een onderzoek in opdracht van de provincie Noord-Brabant

Uitgebracht aan:	Provincie Noord-Brabant Mevrouw ir. K. van Herwaarden Postbus 90151 5200 MC 's Hertogenbosch
Uitgebracht door:	Aequator Groen & Ruimte bv De Drieslag 25 8251 JZ Dronten
Contactpersoon:	Ing. M.D. (Miriam van Meeteren) 06-26544126
Auteur(s):	Miriam van Meeteren, Aequator Groen & Ruimte Hein Korevaar, Wageningen UR- Plant Research International
Versie:	Definitief
Datum:	22 april 2010

INHOUDSOPGAVE

1 SAMENVATTING 1-2

2 VOORWOORD 2-1

3 RISICO'S VAN KLIMAATVERANDERINGEN 3-1

3.1 Knelpunten klimaatverandering 3-1
3.2 Maatregelen 3-3
3.3 Consequenties gezien vanuit verschillende invalshoeken 3-11
3.4 Literatuur 3-12

4 UITWERKING MAATREGELEN PER SECTOR 4-1

4.1 Melkveehouderij: bedrijf met gras, maïs en 70 melkkoeien 4-2
4.2 Vollegrondsgroenteteelt: bedrijf met o.a. aardbeien, prei, ijsbergsla 4-15
4.3 Akkerbouw: bedrijf met suikerbieten, aardappelen, tarwe en industrie groenten 4-20
4.4 Boomteelt: bedrijf met verschillende gewassen 4-27
4.5 Literatuur 4-31

5 PRESENTATIE SYMPOSIUM 5-32

1 SAMENVATTING

Klimaatverandering en landbouw; risico's en kansen

Samenvatting van rapportage uit 'Vooronderzoek Klimaatadaptatie en Agrobiodiversiteit', uitgevoerd door Miriam van Meeteren, Aequator Groen & Ruimte en Hein Korevaar, Wageningen UR - Plant Research International. Een digitale versie van deze rapportage is opvraagbaar bij mevrouw ir. K.P. van Herwaarden van de provincie Noord-Brabant (email: kherwaarden@brabant.nl)

Het vooronderzoek was gericht op drie vragen:

1. Welke risico's levert klimaatverandering op voor de landbouw?
2. Met welke maatregelen kan de landbouw anticiperen?
3. Biedt klimaatverandering ook voordelen en kansen voor de landbouw?

1. De risico's

Klimaatverandering heeft gevolgen voor de samenleving. Ook de agrarische ondernemers moeten maatregelen nemen om hun bedrijfsvoering minder kwetsbaar te maken voor de effecten van klimaatverandering. Niets doen is op de langere termijn geen optie.
Agrarische ondernemers kunnen zelf maatregelen nemen om het bedrijf klimaatbestendig te maken (bijv. bedrijf minder gevoelig maken voor droogte en ziekten en plagen). Daarnaast kan de ondernemer met zijn / haar bedrijf ook inspelen op het verminderen van de negatieve gevolgen van klimaatverandering voor gebied, de natuur en de (agro)biodiversiteit. Voorbeelden hiervan zijn waterberging en waterconservering, (agrarisch) natuurbeheer, groen blauwe dooradering, samenwerking met andere bedrijven. Voor deze maatschappelijke diensten moet de agrarische ondernemer natuurlijk wel worden beloond.

2. Maatregelen

Klimaatveranderingsmodellen van het KNMI laten zien dat het gemiddeld vochttekort in de zomer stijgt van 144 mm in de 20ste eeuw naar 220 mm omstreeks het jaar 2050. Kwam een droge zomer zoals die van 2003 in de 20ste eeuw eens in de 10 jaar voor, in de toekomst waarschijnlijk om het andere jaar.
Er zijn vele maatregelen denkbaar waarmee een bedrijf kan proberen om de negatieve gevolgen van klimaatverandering te verminderen. De keuze van de maatregelen zal afhangen van het type bedrijf, de teelten op het bedrijf en de ligging van het bedrijf. De in onze ogen belangrijkste maatregelen, zijn op een rijtje gezet voor de melkveehouderij, akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt en boomteelt. Dit zijn maatregelen zoals:

- Verhogen van het organische stofgehalte van de bodem, zodat de bodem het bodemvocht beter vast kan houden.
- Aangepast bodembeheer, waardoor de bodem minder zwaar belast wordt door rijpadenteelt, aangepaste machines en bewerkingen.
- Ruime vruchtwisseling met minder intensieve gewassen en beperken van scheuren van grasland.
- Teelt van andere gewassen of rassen (die minder water nodig hebben of energiegewassen).
- Verhogen van de weerstand van gewassen tegen ziekten en plagen door ecologisch randenbeheer (natuurlijke wering en bestrijding van ziekten en plagen).
- Optimaliseren van beregening door efficiëntere systemen en gerichte keuze van te beregenen percelen en tijdstippen. Beter enkele percelen optimaal beregenen dan alles 'bijhouden'.
- Aanleg van zoetwaterbassins voor beregening op eigen bedrijf.

- Waterconservering in het gebied en tijdelijke waterberging bij extreme neerslag (zowel bedrijfs- als gebiedsgericht).
- Omgekeerde drainage (waterafvoer in natte perioden en aanvoer tijdens droogte).
- Groen blauwe dooradering in het gebied waardoor ecologische netwerken in het gebied versterken (draagt bij aan robuustere EHS en watersystemen).
- Agrarisch natuurbeheer en aanpassing van beweiding in de omgeving van kwetsbare natuur.

De te nemen maatregelen op bedrijfs- en gebiedsniveau zijn sterk afhankelijk van de ondernemer, het bedrijfstype en omstandigheden in het gebied. Het opstellen van een maatregelenpakket is maatwerk. De ondernemer maakt de keuzes die in zijn situatie het beste passen.

3. Kansen

Klimaatverandering biedt ook kansen voor bedrijven. Productieverhoging door een langer groeiseizoen en hogere temperaturen. Gemiddeld zullen de zomers droger zijn, waardoor de afrijping van granen beter zal worden (bakkwaliteit i.p.v. voedergraan). In de boomteelt wordt verwacht dat klimaatverandering kansen biedt voor een breder gewasassortiment.
Overheden en waterschappen zullen op gebiedsniveau maatregelen moeten treffen om waterbeheer en natuurwaarden in de EHS klimaatbestendig te maken. Dit betekent het vasthouden van neerslag (in het watersysteem of in de bodem) in perioden met neerslagoverschot en het extra ruimte creëren voor opvang van water om te zorgen dat de bebouwde omgeving (steden, industriegebieden en infrastructuur) weinig wateroverlast ondervinden in perioden met extreme neerslag. Waterconserveren en watervasthouden stelt andere eisen aan het gebruik en beheer van gronden in het landelijk gebied. Agrarische ondernemers kunnen hier op inspelen en bijdragen door groen blauwe diensten te leveren en daarmee aanvullende inkomsten voor hun bedrijf te verwerven. Samenwerking met de waterschappen bij het realiseren van de wateropgaven is een kans voor de agrarische ondernemer. Het gaat immers om een goed waterbeheer in het gebied. Concreet gaat het om twee verschillende blauwe diensten:

- Vasthouden van zoet water in het watersysteem, in retentiebekkens en in de bodem. Hierdoor is er tijdens droge perioden meer water in het gebied beschikbaar voor beregening van de eigen landbouwgronden. Bijkomend effect is verminderen van de verdroging van de natuur.
- Ingeval van extreme buien het opvangen van water zodat de schade beperkt blijft in de bebouwde gebieden en in kwetsbare landbouwgebieden (bijvoorbeeld vollegrondsgroente- en boomteelt).

2 VOORWOORD

Klimaatverandering zal gevolgen hebben voor alle sectoren van de samenleving. Ook de landbouw ontkomt er niet aan om maatregelen te nemen. Maatregelen om de eigen bedrijfsvoering klimaatbestendiger te maken, maar de landbouw kan ook helpen om de negatieve gevolgen van klimaatverandering voor de omgeving te verminderen. Wat zijn de risico's van klimaatverandering? Welke maatregelen kunnen bedrijven nemen? En biedt het ook kansen voor ondernemers? Om hier meer inzicht in te krijgen heeft de provincie Noord-Brabant in overleg met LIB en ECNC aan Aequator Groen & Ruimte en Plant Research International (PRI) opdracht gegeven om een vooronderzoek Klimaatadaptatie en Agrobiodiversiteit uit te voeren. Het onderzoek heeft als doel om informatie op te leveren voor het symposium 'Multifunctioneel landgebruik helpt natuur en ondernemers in Brabant' van 14 april 2010 en om concrete maatregelen te benoemen waar boeren in regionale pilots met klimaatadaptatie mee aan de slag kunnen gaan.

Deze rapportage is primair bedoeld als documentatie voor de opdrachtgever in de vorm van digitale bestanden en zal niet op grote schaal als zelfstandig rapport verspreid worden.
De rapportage bevat drie onderdelen:

1. Een document waarin in tabelvorm de **risico's van klimaatverandering voor de landbouw op zandgronden in Noord-Brabant** worden gepresenteerd. De risico's zijn bekeken vanuit de melkveehouderij, akkerbouw, vollegrondsgroententeelt en boomteelt. De opbouw is dat eerst het klimaataspect (bijv. droogte) wordt benoemd en de risico's die deze met zich meebrengt. In een volgende kolom staan de mogelijke maatregelen en vervolgens inschattingen van de effectiviteit van de maatregel voor klimaatadaptatie, functionele agrobiodiversiteit, de praktische haalbaarheid in de bedrijfsvoering en de economische haalbaarheid (de kosten en baten van de maatregel). De maatregelen en effectiviteit zijn ontleend aan gegevens uit onderzoek, praktijkervaringen en expert kennis van medewerkers van Aequator Groen & Ruimte en PRI.
2. Nadere **Uitwerking van klimaatadaptatie maatregelen per sector**. Voor de vier sectoren: melkveehouderij, akkerbouw, vollegroendsgroententeelt en boomteelt zijn uit document 1 pakketten maatregelen gekozen die tezamen zullen helpen om bedrijven klimaatbestendiger te maken. Deze maatregelen worden in dit document verder uitgewerkt en geïllustreerd. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in het effect van de maatregel voor het bedrijf zelf en het effect op gebiedsniveau.
3. Een powerpoint presentatie met als titel **'Multifunctioneel landgebruik; wat biedt het aan mogelijkheden voor klimaatadaptatie en agrobiodiversiteit op landbouwbedrijven?'** die gepresenteerd zal worden op het symposium van 14 april 2010. De opdracht was een aansprekend verhaal neer te zetten dat goed illustreert dat er risico's zijn voor de landbouw, maar dat er middels multifunctioneel landgebruik ook oplossingen en kansen zijn voor bedrijven en natuur in het gebied.

We hopen dat de uitkomsten van dit vooronderzoek helpen om de risico's van de klimaatproblematiek inzichtelijk te maken voor beleid en landbouw in Noord-Brabant. En dat we erin geslaagd zijn om een aantal bruikbare oplossingen te presenteren die het mogelijk maken om tijdig te starten met een gebiedsgerichte aanpak.

Miriam van Meeteren
Hein Korevaar

3 RISICO'S VAN KLIMAATVERANDERINGEN

3.1 Knelpunten klimaatverandering

Klimaatverandering heeft gevolgen voor de hele samenleving. We zullen zuiniger moeten omgaan met fossiele brandstoffen om de CO_2-emissie te beperken. De gemiddelde temperatuur stijgt, in de winter wordt het natter en in de zomer droger, waarbij de neerslag vaker in de vorm van extreme buien zal vallen. Sommige veranderingen pakken gunstig uit, andere vormen een bedreiging voor veiligheid (bijv. zeespiegelstijging en extreme buien) of voor de voedselvoorziening. Hieronder is een tabel weergegeven met de risico's van klimaatverandering voor de landbouw op zandgronden in Noord-Brabant.

Tabel 1: Effecten van klimaatverandering

Klimaataspect	**Effect**	**Consequenties voor de landbouw**
Verandering temperatuurpatronen	Temperatuurstijging	Productieverhoging, mogelijkheden voor nieuwe gewassen
		Onvoldoende vernalisatie (door kou beïnvloeden van het groeiproces/stadium)
		Toename ziekten & plagen door: komst van nieuwe ziekten & plagen, versnelling van de reproductie en verkorting van de generatiecyclus, doorbreken van resistenties van gewassen, komst van invasieve plantensoorten, mogelijkheden tot overwinteren van ziekten en plagen
	Hittegolven	Melkvee krijgt last van hitte (lagere melkproductie), meer energie nodig voor ventilatie van stallen. Doorwas bij aardappelen, minder kwaliteit (minder mooie vertakkingen) in sierteelt.
	Late vorst bij vroege voorjaarsontwikkeling	Doodvriezen van bloem(knopp)en bij vervroegde bloei, productieverlies en gewasschade
Verandering neerslagpatronen	Droogte	Opbrengstderving, kwaliteitsverandering (osmotische effecten), vooral effect bij maïs, granen, aardappelen. Bij suikerbieten verhoging suikergehalte.
	Extreme buien	Fysieke (hagel)schade, legering van granen (vaak grote schadepost), omwaaien van bomen in boomteelt
	Tijdelijke wateroverlast	Emissie van grond- en oppervlaktewater door uitspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen, kwaliteitsverlies door langdurig onder water staan gewas (anaerobie), velden onberijdbaar voor oogstmachines, toename ziekten (bruinrot bij aardappelen) & plagen, verlate zaaidata. Maar ook een positief effect door onkruiden en bodemgebonden ziekten (aaltjes) die door onderwaterstaan (inudatie) worden gedood.
CO_2 verhoging		Productieverhoging (door stimulering van de vegetatieve groei van gewassen)

De samenleving zal maatregelen moeten nemen om zich aan te passen aan de gewijzigde weersomstandigheden en om de uitstoot van CO_2 te bespreken. Ook de landbouw zal maatregelen moeten nemen. Maatregelen die het bedrijf in de toekomst minder gevoelig maken voor de extremen. Niets doen is op de langere termijn geen optie.

In onderstaande paragrafen worden de risico's van klimaatverandering voor de landbouw op een rijtje gezet.

Veehouderij

- Voor vee geven hogere temperaturen meer risico's van hittestress.
- De melkproductie is lager op erg warme dagen.
- Er is meer behoefte aan ventilatie van stallen.
- Er zijn meer risico's van stankoverlast bij hogere temperaturen.
- De gewasopbrengst wordt ondanks de toenemende lengte van het groeiseizoen lager door de droogte, minder beschikbaar vocht en versterkt anti-beregeningsbeleid.
- De kans op problemen met de diergezondheid wordt groter indien veedrenking vanuit oppervlaktewater plaatsvindt (door afname waterkwaliteit door hogere watertemperatuur en beperkte verversing van water).
- Toename ziektedruk bij het vee zoals verhoogde kans op mastitis, blauwtong en wellicht in de toekomst ook riftdalkoorts.
- Groter risico op epidemieën.

Akkerbouw

- Bij hogere temperaturen is er een toename van ziekten en plagen, door versnelling van de reproductie, mogelijkheden van overwinteren van ziekten en plagen, verkorting van de regeneratiecyclus en doorbreken van resistentie van gewassen en introductie van nieuwe ziekten.
- Bij verschillende gewassen productiewinst door vervroegen en verlengen groeiseizoen.
- Betere bakkwaliteit van granen en hoger suikergehalte suikerbiet door hogere temperatuur en drogere zomers.
- Opkomst van invasieve plantensoorten zoals knopkruid.
- Late vorst kan ontwikkelend gewas zwaar beschadigen.
- Extremen buien, hagel en regen veroorzaken veel gewasschade (legering, hagelschade, verrotting.)
- Productieverlies door hittestress en vochttekort.
- Kans op denitrificatie tijdens groeiseizoen in extreem natte perioden, daardoor verslechterde opname van stikstof voor het gewas.
- In maïs kunnen door een combinatie van klimaatverandering en het spontaan ontstaan van een ander genetisch type dat beter gedijt bij warme omstandigheden maïsstengelborder en maïswortelkever een ernstige bedreiging gaan vormen (langere termijn).

Vollegrondsgroenteteelt (het gaat hierbij met name om prei, peen) / boomteelt (met name laanbomen, coniferen/sierheesters, rozen)

- Toename voor gevoeligheid voor ziekten en plagen door verslechterde omstandigheden in de vochtvoorziening, de temperatuur (hittestress) en extreme neerslag.
- Vanwege droogte moeten deze gewassen met hoge toegevoegde waarde extra beregend worden, maar beschikbaarheid van water (zowel oppervlakte- als grondwater) vormt een probleem; ook kwaliteit van resterend oppervlaktewater zal beperkingen geven.

- In de boomteelt vindt veel in- en export plaats. Bij zachtere winters zullen geïmporteerde plaagorganismen minder vaak afsterven (doodvriezen) in winter. Daardoor nemen de risico's van voorkomen van quarantaine organismen sterk toe. Als dat het geval is gaat heel Nederland op slot voor de export van vaste planten.

3.2 Maatregelen

In deze paragraaf is een overzicht gegeven van de knelpunten per gewas voor de verschillende klimaatveranderingsaspecten en de te nemen maatregelen.
Op basis van literatuur (Blom et al, 2008) en eigen landbouwkundige kennis schatten we in dat op zandgronden in Noord Brabant de grootste klimaateffecten verwacht moeten worden van droogte. In onderstaand Kader is een samenvatting gegeven van de verschillende maatregelen die kunnen worden toegepast verdeeld over: Individueel, Gebiedsgericht, Innovatie en Herinrichting.

Individuele maatregelen

- Maatregelen in de jaarplanning: Groenbemester inzaaien en onderploegen, verlagen van basisbemesting en gericht bijmesten, ondergroei van klaver in groenten, onderzaai van gras in maïs, verlengen levensduur van de grasmat, GPS verbouwen en voeren, teelt en gebruik van gras-/klavermengsels, verruiming van vruchtwisseling, gras in rotatie opnemen, afrikaantjes als tussenteelt, mengteelt om onkruiden of plagen te onderdrukken, strook onder fruitbomen laten begroeien, zelf krachtvoer verbouwen.
- Verzorging van de bodem: Behoud van de bodemstructuur:
    - voorkomen van structuurbederf bandenspanning, niet kerende bodembewerking, sleepslangensysteem, gebruik van een woeler met beitels;
    - minder intensieve grondbewerking;
    - meer organische stof in de bodem, voeg zaagsel en of stro aan de mest toe, gebruik strorijke mest, composteer de mest, gebruik compost, aanpassing rantsoen voor kwaliteitsverbetering van de mest;
    - gewasresten boven op het perceel.
- Gewasverzorging: Mechanische onkruidbestrijding, onkruidbestrijding met een 'vals'zaaibed, sparen van natuurlijke vijanden bij het gebruik van chemische middelen, biologische bestrijding van schimmels en bacteriën, inzet steriele mannetjes uienvlieg, schuilplaatsen voor oorwormen bij boomgaarden, hagelnetten ter voorkoming van vruchtschade (bij harde regenbuien).
- Natuurlijke omgeving, vergroten van de agrobiodiversiteit door: aanleg en gebruik van zuiveringsloot, aanplant haag en of houtsingel, aanleg en ontwikkeling van akkerlanden, natuurgericht beheren van de slootkanten, braakgelegde strook langs akker.
- Onderwater zetten van percelen om ongewenste plagen zoals aaltjes tegen te gaan.
- Verhogen van de sponswerking, het vochtvasthoudend vermogen van de bodem door bodemstructuurverbeterende maatregelen: meer organische stof, beter doorwortelbare laag en verhoging van de capillaire nalevering van grondwater.
- Verandering gewasrotatie; verhogen aantal gewassen in de rotatie.

Gebiedsgerichte maatregelen

- Waterconservering vasthouden van gebiedseigen water (neerslag) door aanleg retentiebekkens (het water echt in het gebied vasthouden en langzaam laten infiltreren) verminderen van de afvoersnelheid door groene stuwen en of opzetten stuwen.
- Herstel van beeksystemen, meer water vasthouden in de hoger gelegen gebieden in de beekdalen. Gevolg kan zijn een te natte situatie voor de landbouw. Vraag is of de meerwaarde voor natuur zo groot is dat het als een blauwe dienst kan worden gezien wanneer de landbouw boert met hogere grondwaterstanden? Benedenstroomse gebieden hebben voordeel doordat A) neerslag pieken bovenstrooms worden opgevangen, B) er gedurende de drogere periode water wordt aangevoerd vanaf hoger gelegen delen. Indien het als een blauwe dienst zal worden opgepakt dan is het naar alle waarschijnlijkheid dit een dure maatregel en praktisch lastig te realiseren omdat meerde ondernemers c.q. partijen aan een dergelijke maatregel dienen deel te nemen.
- Nog zoeken naar maatregelen om de verslechterde waterkwaliteit bij lage afvoer en hoge temperaturen tegen te gaan. Specifiek knelpunt vormt de hoge concentratie van zware metalen bij water afkomstig uit België. Mogelijke indirecte maatregel is het terugdringen van het landbouwareaal bovenstrooms (verminderde omstandigheden door vernatting) waardoor de waterkwaliteit ook een positieve impuls krijgt door minder uitspoeling van nutriënten. Hierbij geldt tevens extra aandacht voor effluent van rioolwaterzuivering.
- Groen- blauwe dooradering, verbetering van de biodiversiteit en voorkomen van ziekten en plagen. Heel kansrijk door relatief lage kosten en gecombineerde mogelijkheden voor waterberging en mitigratie van soorten in de natuur en het tegengaan van hittestress.
- Stimuleren ruimtelijke spreiding van gewassen om overdragen van ziekten te voorkomen.

Innovatieve maatregelen

- Ontwikkelen van ziekte resistente gewassen.
- Ontwikkelen en introductie bio-energiegewassen.
- Introductie van nieuwe droogte, warmte tolerantie gewassen.
- Alternatieve bedrijfssystemen zoals de waterhouderij.

Regionale herinrichting van het gebied

- Verschillende vormen van verbreding zoals agrotoerisme, recreatie, zorg, huisverkoop, biomassaproductie om de negatieve economische gevolgen van de toenemende verslechterende omstandigheden voor productie te compenseren.
- Land uit landbouwkundige productie nemen, zeker die gronden die ondanks verhoging van het vochtvasthoudende vermogen sterk uitspoelinggevoelig zijn voor meststoffen en of gewasbeschermingsmiddelen..
- Verplaatsen van agrarische bedrijven.
- Sluiten van kringlopen op regionaal niveau.
- Grond arm houden ook qua organische stof in combinatie met uit gebruik nemen van de grond voor landbouwkundige productie of agrarisch natuurbeheer en of nieuwe natuur.
- Alternatieve bedrijfssystemen zoals de waterhouderij.

De maatregelen uit bovenstaande tabel zijn in onderstaande tabel gekoppeld aan de verschillende klimaatrisico's. Per maatregel is aangegeven wat het effect is op klimaatadaptatie, agrobiodiversiteit, praktische inpasbaarheid en economisch effect.

Tabel 2: Inzicht in mogelijke maatregelen voor de gevolgen van klimaatveranderingen

Klimaat-verande-ring	Risico	Gewas	Maatregel	Type maat-regel	Effectiviteit				Toelichting
					Klimaat-adaptatie	Funct. agrobiod.	Prakt. haalbaar-heid	Econ. haalbaar-heid	
Droogte	In zomer minder productie	Boomteelt, volle-gronds-groenten, akker-bouw-gewassen en gras	**Algemeen:**						
			• Verhogen van het vochtvast-houdendvermogen van de grond.						
			○ Verhogen org. stof gehalte in bouwvoor door: bemesting met ruige mest/ compost en gebruik groenbemesters	I	+	+	+	+	Opbouw org. stof gaat lang-zaam; lange termijn maatre-gel; bevordert ook bodemle-ven
			○ Watervasthouden in het ge-bied	G	+	+	+	-	Water voor beregening ge-wassen en verdrogingsbe-strijding natuur
			• Beregening	I	+	-	+	-	Afhankelijk van voerpositie
			• Omgekeerde drainage	I / G	+	-	+	-	Vraagt aanpassing water-huishouding omgeving
			• Rassenkeuze	I	+	0	+	0	
			• Plaats van teelt in het gebied (m.a.w. op de zeer droogte-gevoelige gronden geen kritische gewassen telen)	I / H	+	+	0	-	Andere gewassen telen of deze gronden bestemmen voor natuur
			• Andere teelten in het gebied toe-passen die minder kritisch zijn voor droogte, bijv. lucerne i.p.v. gras	H / I	+	+	-	-	Praktisch nadeel is dat lucer-ne niet beweid kan worden
	Slechte, onre-gel-matige kie-ming	Groente, suikerbiet	Beregening	I	+	-	+	-	
	Droogtestress	Graan, maïs, sui-kerbieten	Rassenkeuze en of beregening	I / Iv	+	0 /-	+	-	Beregenen op meest kriti-sche moment voor ontwikke-ling gewas
	Slechte kolfzet-ting bij droogte tijdens bloei,	Maïs	Beregening	I	+	-	+	+	Beregenen op meest kriti-sche moment voor ontwikke-ling gewas

	geeft op-brengstverlies								
	Onregelmatige groei en minder goede vertak-king	Boomteelt	Beregening volveld en druppelbevloei-ing Aanleg zoetwaterbassins	I I/G	+ +	- +	+ + (- op G)	- - (+ op G)	 In combinatie met water-bergingsopgave van gebied
	Achteruitgang van zodekwali-teit door toena-me ongewen-ste grassen en krui-den (concur-rentie neemt toe)	Gras	Rassenkeuze Keuze maken in te beregenen percelen en enkele percelen 'met rust laten'	I / Iv I	+ +	0 +	+ +	0 +	 Extensief gebruikte percelen zijn vaak minder kwetsbaar door ander grasbestand
	Op droge gron-den meer kans op uitspoeling van niet benutte stikstof	Gras, ma-is	Aanpassing bemesting aan het gebruik van het perceel en de droge periode	I	0	+	+	+	Anders blijft teveel stikstof onbenut
Extremen	Sterke toename ziekten en pla-gen (nat, droog, temp. verho-ging, minder koude winters	Boomteelt, volle-gronds-groenten, akker-bouwge-wassen en gras	**Algemeen:** Verhogen agrobiodiversiteit door: • Natuurlijke omgeving verbeteren voor agrobiodi-versiteit door: aan-leg en gebruik van zuiveringsloot, aanplant haag en of houtsingel, aanleg en ontwikkeling van akker-randen, natuurgericht beheren van de slootkanten, braakgelegde strook langs akker • Gewasverzorging: mechanische onkruidbestrijding, onkruid-bestrijding met een 'vals'zaai-bed, sparen van natuurlijke vijanden bij het gebruik van chemische midde-len, biolo-gische bestrijding van schim-mels en bacteriën, inzet	 I G I / Iv	 + + +	 + + +	 + - + / -	 - + -	 Deze maatregelen kosten productiegrond en zijn daar-door relatief duur Sommige maatregelen zijn te realiseren door beheer van publieke ruimte aan te pas-sen (bijv. schouwpaden) Deel van maatregelen is nu al toepasbaar, andere vergen nog meer ont-wikkeling, zo-als biol. bestrijding

			steriele mannetjes uienvlieg, schuil-plaatsen voor oorwormen bij boomgaarden.						
	Grilliger weer	Alle gewassen	Verbeteren van de meerdaagse weersvoorspelling	Iv	+	0	+	0	Belangrijk voor plannen van werkzaamheden
	Bij hagel- en plensbuien: legering	Graan	Zaaidichtheid verlagen en lagere stikstofgift (lager en steviger gewas)	I	+	+	+	0	In jaren zonder hagel kost dit opbrengst
	Bij hagelbuien kans op zware bescha-diging van gewas	Maïs, suikerbiet, groenten, boomteelt	Hagelnetten (mn voor de boomteelt)						
	Dichtslaan van bodem bij hoosbuien (verslempen)	Maïs, suikerbiet, groenten	Bodemstructuur goed houden, niet werken onder natte omstandigheden. Org. stof en kalk zijn zogenaamde lijmstoffen waardoor grond minder slempgevoelig is. Ontwatering aanpassen, bij zeer gevoelige gronden greppels voor directe afvoer. Minimale grondbewerking	I	+	+	+	+	Speelt vooral bij vers bewerkte gronden, bijv. bij inzaaien.
	Erosie bij ingezaaid gewas	Alle zaaigewassen	• Verbeteren van de ontwatering, goed doorlatende bovengrond. • Dammetjes in perceel aanbrengen bij aanaarden van aardappels en maïs. Minimale grondbewerking! • Egaliseren van perceel.	I I I	+ + +	+ 0 -	- + +	- + -	
	Late vorst: afname kans, maar bij optreden rampzalig	Aardappel	Kiezen van latere rassen die minder gevoelig zijn.	I/ Iv	+	0	+	-	Deze rassen zijn minder productief
	Bij heftige regenval (percelen dagen-lang dras) kans op	Aardappel, groenten	Verbeteren waterdoorlatendheid van grond door juiste bodembewerking (minimaliseren en oppassen voor structuurschade) en/of drainage.	I	0	-?	+	0	Maatregel staat op gespannen voet met verhogen org. stof in bouwvoor

	verrotten van oogst								
	Bij hittegolf kans op doorwas	Aardappel	Rassenkeuze en vochthuishouding	I / Iv	+	0	+	0	
	Omwaaien van bomen bij storm (rechtopzetten vraagt veel ar-beid)	Boomteelt	Aanleg windbreeksingels (met elzen)	I	+	+	+	-	Kost productieruimte
Vernatting	Toename schim-mel-ziekten en plagen	Alle ge-wassen	Verhogen agrobiodiversiteit en uitbrei-den van gewasbeschermings-middelenpakket Verruimen van de vruchtwisseling	I I	+ +	+ +	+ +	- -	Toename agrobiodi-versiteit is goed voor natuur, uitbrei-ding van gewasbescher-mingmid-delenpakket niet
	Trage ontwikke-ling in voorjaar door kou in de grond	Maïs	Later zaaien ook beter i.v.m. onkruid-druk	I	+	+	+ / -	0	
	In herfst meer oogstrisico	Gras, ma-is, suiker-biet	Kiezen voor vroege rassen	I	+	0	+	0	
	Bij voortdurend warm en nat weer is spuiten tegen *Phy-thophthora* niet mogelijk	Aardappel	Verhogen van de natuurlijke weer-stand door rassenkeuze vroege rassen en lagere bezetting	I / G/ Iv/ H	+	+	+	+	Beschikbaarheid van de te gebruiken rassen is mogelijk knelpunt
	Bij hogere temp. meer minerali-satie, daardoor kans op denitri-ficatie	Gras, maïs	Aanpassing stikstof bemesting aan het einde van het seizoen (Indirecte maatregel vergroten mestop-slagcapaciteit)	I I	+ +	+ +	+ +	+ -	
	Achteruitgang zode (meer vochtmin-nende,	Gras	Rassenkeuze en ontwikkeling van nieuwe specifieke grasmengsels	Iv	+	0	+ /-	0	

	minder goede soorten)								
	Afname regen-wor-men bij langdurige natte percelen	Gras/groe ntegewas-sen	Verbeteren van de waterafvoer	I / G	+	+	+	+	Wormen zijn nuttig voor bo-demstructuur = agrobiodiver-siteit
	Toename enger-lingen	Gras	Kort gras vanaf oktober (bloten, begra-zing met schapen)	I	+	+	+	-	
	Alle teelten kun-nen slecht tegen lang nat, o.a. rotten van klui-ten	Boomteelt	Aanleg van drainage 'Los van de grond telen'	I I	+ +	0 0	+ +	+ / - -	 Kans op nieuw probleem: omwaaien van bomen
Hogere tempera-tuur	Toename ziekte en plagen (vi-russen en luizen die virussen overdragen)	Alle ge-wassen	**Algemeen:** Verhogen agrobiodiversiteit door: • Natuurlijke omgeving verbe-teren door agrobiodiversiteit: aanleg en gebruik van zuive-ringsloot, aan-plant haag en of houtsingel, aan-leg en ontwik-keling van akkerlan-den, natuur-gericht beheren van de sloot-kanten, braakgelegde strook langs akker • Gewasverzorging: mechanische onkruidbestrijding, onkruid-bestrijding met een 'vals'zaai-bed, sparen van natuurlijke vijanden bij het gebruik van chemische midde-len, biolo-gische bestrijding van schim-mels en bacteriën, inzet steriele mannetjes uienvlieg, schuil-plaatsen voor oorwormen bij boomgaarden • Verruimen vruchtwisseling	 I G I / Iv I	 + + + +	 + + + +	 + - + / - -	 - + - -	 Deze maatregelen kosten productiegrond en zijn daar-door relatief duur Sommige maatregelen zijn te realiseren in combinatie met beheer van publieke ruimte Deel van maatregelen is nu al toepasbaar, andere vergen nog meer ontwikkeling, zoals biol. bestrijding
	Meer aardappel-opslag	Aardappel	Zo min mogelijk grondbewerking voor de winter en geen diepe grondbewer-						

			king in combinatie met groenbemester. Zodat de kans op kapotvriezen toeneemt						
	Toename invasieve soorten maïswortelkever, maïsten-gelboorder en knopkruid	Maïs	Nieuwe methoden en/of middelen gewenst van gewasbescherming	Iv	+	-	0	0	
	Bewaring na oogst bij warm weer leidt tot suikerverlies	Suikerbiet	Later oogsten Direct verwerken Andere methoden van bewaren	I I I / Iv	+ + +	+ 0 0	- - +	+ / - + -	
	Extra kosten voor koelen en bewaren in winter bij hoge buitentemperaturen	Aardappel	Duurzame energie, betere isolatie	I / Iv	+	0	+	-	
	Bij hittestress min-der kwaliteit (juiste vertakkingen wor-den niet gevormd)	Boomteelt	Zonneschermen Beregenen ter koeling Aanpassen van assortiment	Iv I I	+ + +	- + 0	- + + /-	- + + /-	Verwachting in sector is dat assortiment kan groeien
	Onvoldoende vernalisatie, waardoor knopvorming of bloei achterblijft	Boomteelt	Aanpassen van assortiment	I / Iv	+	0	+/ -	+/-	Verwachting in sector is dat assortiment kan groeien
	Extra kans op overleven van quarantaine organismen	Boom- en groenteteelt	uitbreiden van gewasbeschermingsmiddelenpakket t.b.v. bestrijding van nieuwe plagen	Iv	+	-	-	-	Aanwezigheid kan zeer duur zijn, door sluiting bedrijven en wegvallen export

(inventarisatie mede gebaseerd op Blom et al., 2008; Schaap et al. , 2009; Pronk, pers. med. 2009; Haveman, 2008; Lotz, 2009)

Type maatregelen: I = maatregel op niveau van individueel bedrijf;Iv = innovatieve maatregel; G = gebiedsgerichte maatregel; H = regionale herinrichting van het gebied

3.3 Consequenties gezien vanuit verschillende invalshoeken

In de volgende paragraaf wordt kort ingegaan op de risico's van klimaatverandering voor de landbouw gezien vanuit een viertal invalshoeken. Dit betreft: 1) bodem en water, 2) de markt, 3) plattelandsontwikkeling en 4) wetgeving/beleid.

Consequenties vanuit bodem en water

- Extra aandacht voor opbouw en vasthouden van organische stof in bodem. Opbouw van organische stof betekent vastlegging CO_2 (mitigatie maatregel). Organische stof verbetert de bodemstructuur en het watervasthoudend vermogen van de grond. Bij hogere temperaturen wordt weliswaar meer biomassa geproduceerd, maar neemt de mineralisatie nog sneller toe. Er is dus een grote kans dat er ingeteerd wordt op de organische stofvoorraad van de bodem. Een lagere pH kan de mineralisatie afremmen, maar geeft ook een remming van de groei van de meeste gewassen.
- Bij zware buien vlak na inzaaien kan de grond dichtslaan, waardoor opkomst van gewas onregelmatig wordt en onkruiden de open plekken innemen.
- Bij zware buien, met name als percelen tijdelijk onderwater staan, zal tijdens het groeiseizoen N uitspoelen en als er anaerobe omstandigheden ontstaan ook denitrificatie optreden.
- Bij aanhoudende droogte daalt het niveau van grond- en oppervlaktewater en zal de kwaliteit van oppervlaktewater drastisch afnemen (niet meer bruikbaar als drinkwater voor vee en mogelijk ook niet voor tuinbouw/boomteelt).
- Afname van waterbeschikbaarheid in groeiseizoen zal extra druk zetten op het beregeningsbeleid en neemt de noodzaak om efficiënt te beregenen (BOM) toe om uiteindelijke beregeningsverboden (met herinrichting van het gebied) te kunnen voorblijven.
- Voor hoog renderende gewassen (vollegrondsgroente en boomteelt) zal het voor telers lonen om eigen wateropslag voor droge perioden te maken.

Consequenties vanuit de markt

- Onduidelijk is of het klimaatbewustzijn van de bevolking ertoe zal leiden dat consumenten de voorkeur geven aan producten waarvoor de energiekosten/CO_2-belasting voor productie, bewerking en transport relatief laag zijn. Als dat het geval wordt, kan het betekenen dat afzetmarkten drastisch veranderen en regionaal geproduceerde producten verkozen worden boven geïmporteerde producten en plantaardige producten boven producten van dierlijke oorsprong.
- De in nationaal en internationaal verband gemaakte afspraken om biobrandstoffen te gebruiken en daaraan gekoppelde subsidieregelingen, zullen gevolgen kunnen hebben voor gewaskeuze (teelt van energiegewassen).
- In de boomteelt zal een aantal gewassen vervallen (onvoldoende vernalisatie), maar kan het assortiment ook uitbreiden, verwacht wordt dat de balans positief uitvalt.
- Andere ziekten en plagen door toenemen van het 'tropische karakter' van ons klimaat.

Consequenties vanuit plattelandsontwikkeling

- De Nederlandse samenleving is in afgelopen jaren in een rap tempo veranderd. De samenleving stelt ook andere eisen aan het platteland. Dat is niet langer primair het domein van de landbouw, maar in toenemende mate recreatieruimte voor de stedelijk bevolking. Die bevolking stelt eisen aan de wijze waarop het landelijk gebied gebruikt wordt voor landbouw en andere economische en recreatieve functies (zie bijv. Meerburg et al., 2009).

- De samenleving verwacht van de landbouw een bijdrage aan de instandhouding van het landschap, met name in nationale landschappen en andere mooie cultuurlandschappen. De samenleving wordt zich ervan bewust dat boeren die dat landschap onderhouden daarvoor beloond moeten worden (groene diensten). Wanneer dit gecombineerd wordt met FAB (functionele agrobiodiversiteit) dan snijdt het mes aan twee kanten.
- Van het landelijk gebied wordt verwacht dat het fungeert als waterbuffer bij klimaatverandering. Dat betekent water vasthouden bij extreme neerslag, zodat steden, industriegebieden en infrastructuur droog en bruikbaar blijven. Hiertoe zullen ook, in vanouds droge gebieden op zandgronden, opvanggebieden moeten worden aangewezen en ingericht. Indien in een hoger gelegen gebied voor opvang van water wordt gekozen en er in een periode van wateropslag percelen minder of geheel niet meer bruikbaar zijn dan is er een mogelijkheid voor het uitwerken van een blauwe dienst.
- Ook wordt naar het landelijk gebied gekeken als waterbuffer om winterneerslag vast te houden tot ver in het voorjaar/ de zomer om met dat water kwetsbare natuurgebieden te bufferen tegen verdroging. De landbouw kan water vasthouden en -bergen als blauwe diensten exploiteren. Indien dit ook verder gaat dan de eigen situatie en dat er op het individuele bedrijf maatregelen worden genomen zonder economisch gewin maar ten behoeve van een maatschappelijke vraag dan is hier ook sprake van een blauwe dienst.
- Er zullen vergaande beperkingen gesteld worden aan het watergebruik door land- en tuinbouw tijdens droge perioden.
- Beperkingen aan watergebruik en marktkansen voor energiegewassen (bijv. wilgen en miscanthus) zullen het landschapsbeeld doen veranderen.

Consequenties vanuit wetgevingsbeleid

- Beleidsmatig zal waterberging (zowel om verdroging tegen te gaan, alsmede om overlast te beperken) worden gestimuleerd.
- Beregening tijdens het groeiseizoen zal verder aan banden worden gelegd.
- Opbouw van organische stof zal als mitigatiemaatregel worden bevorderd. Een hoog organisch stofgehalte van de bodem is ook positief voor het bodemleven en het functioneren van de bodem. Tegelijkertijd wordt toevoer van organische meststoffen vanuit de mestwetgeving aan banden gelegd om risico's van nitraatuitspoeling bij afbraak van die organische stof te beperken.

3.4 Literatuur

- Agricola, H., H. Goosen, P. Opdam & R. Smidt, 2009. Op zoek naar klimaatadaptatie voor de EHS: kansen voor gebiedsontwikkeling. Alterra, Wageningen
- Blom, G., M. Paulissen, C. Vos & H. Agricola, 2008. Effecten van klimaatverandering op landbouw en natuur. Nationale knelpuntenkaart en adaptatiestrategieën. Rapport 182. Plant Research International, Wageningen
- Blom, G., M. Paulissen, W. Geerstema & H. Agricola, 2009. Klimaatverandering in drie casestudiegebieden, Integratie van adaptatiestrategieën voor de landbouw en natuur. Rapport 255. Plant Research International, Wageningen
- Boer, M., H. Kloen & J.A. Guldemond, 2003. Ondernemen met biodiversiteit werkboek voor ondernemers in de landbouw
- Haveman, K. 2008. Klimaatverandering heeft grote gevolgen voor kwekers. De Boomkwekerij, 29 aug. 2008. blz. 11

- Kempenaar, C & W. van der Zweerde, 2003. Vernatting van landbouwgewassen: hoe zullen ziekten, plagen en onkruiden reageren? Nota 278. Plant Research International, Wageningen
- Lotz, B. Exotisch onkruid rukt op. Akkermagazine, september 2009 blz. 11
- Schaap, B., G. Blom, I. Geijzendorffer, T. Hermans, R. Smidt & J. Verhagen, 2009. Klimaat en landbouw Noord-Nederland. Rapportage van fase 2. Nota 629 Plant Research International, Wageningen
- Verhagen, A., G. Blom-Zandstra, P.J. Kuikman, E. den Belder, W.A. Brandenburg, J. Elderson, C.M.J. Hermans, B.F. Schaap, B.F., J.J.H. van den Akker, T.V. Vellinga, & C. Waalwijk, 2009. Naar een klimaatbestendige landbouw in Nederland, Quickscan en agendering van onderzoek. Nota 613 Plant Research International, Wageningen

4 UITWERKING MAATREGELEN PER SECTOR

In deze notitie worden een aantal van de in de notitie 'Risico's van klimaatverandering voor de landbouw op zandgronden in Noord-Brabant' besproken maatregelen uitgewerkt en verduidelijkt. Beschreven wordt wat het effect van de maatregelen is op de bedrijfsvoering, klimaatadaptatie en agrobiodiversiteit. Tenslotte wordt een vertaalslag gemaakt naar gebiedsniveau.

Hoe werken we de bedrijfstypen uit:

a) Maatregelen verduidelijken: Wat betekent dit voor het bedrijf? Wat is de impact voor bedrijfsvoering, klimaatadaptatie en (agro)biodiversiteit? Hoe ziet dit eruit (foto's, figuren en tekeningen)?
b) Waar mogelijk wordt in kengetallen aangeven wat het effect is van de maatregel (echter geen bedrijfseconomische doorrekening).
c) Inschatting van het effect van de optelsom van de maatregelen op bedrijfsniveau als ook op gebiedsniveau.

De maatregelen worden uitgewerkt voor vier sectoren: melkveehouderij, akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt en boomteelt.

Het gebiedstype waarvoor in deze uitwerking gekozen is, zijn de droge zandgronden afgewisseld met natte beekdalgronden in een kleinschalig landschap. Dit betekent dat er gronden zijn met een groot risico op droogteschade. In de huidige situatie komt op de droge zandgronden een droogteschade voor van 15 tot 20% op basis van de HELP systematiek uitgaande van een grondwatertrap VII. Als gevolg van klimaatsverandering zal de opbrengstschade als gevolg van langere drogere periodes nog groter worden (zie tabel 1). Op de lager gelegen beekdalgronden zal de schade minder groot zijn, omdat deze gronden veelal kunnen blijven profiteren van capillaire opstijging vanuit het grondwater.
Bij de uitwerking van de maatregelen wordt uitgegaan van het W+ scenario. Dit betekent een behoorlijke toename van het neerslagtekort in de zomermaanden van 144 mm naar 220 mm. Tevens neemt de herhalingstijd voor het optreden van droge zomers, zoals 2003 sterk toe. In plaats van een herhaling van eens in de circa 10 jaar, wordt verwacht dat elke 2 jaar een droge zomer voorkomt. De overige gevolgen van de klimaatveranderingen zoals hogere temperaturen en of neerslagpieken spelen op de zandgronden in Noord-Brabant een minder groot probleem.

Tabel 1: Effect klimaatsverandering

Klimaatprobleem	**Gemiddelde over de periode 1906-2000**	**Klimaatverandering bij verwacht W^+ scenario**
Droge zomer, gemiddeld vochttekort in mm	144	220
Herhalingstijd voor een neerslagtekort vergelijkbaar zoals in 2003	9,7	2

(KNMI: KNMI klimaatverandering rond 2050 voor de vier KNMI'06 klimaatscenario's)

4.1 Melkveehouderij: bedrijf met gras, maïs en 70 melkkoeien

Bij de uitwerking van deze sector, wordt uitgegaan een melkveehouderij bedrijf in een kleinschalig landschap op zowel zeer droge zandgronden als gronden in de beekdalen. Daarnaast is uitgegaan van het principe “koe in de wei”.

1. Verhogen van vochtvasthoudend vermogen door duurzaam bodembeheer en aangepaste bewerking van de percelen.

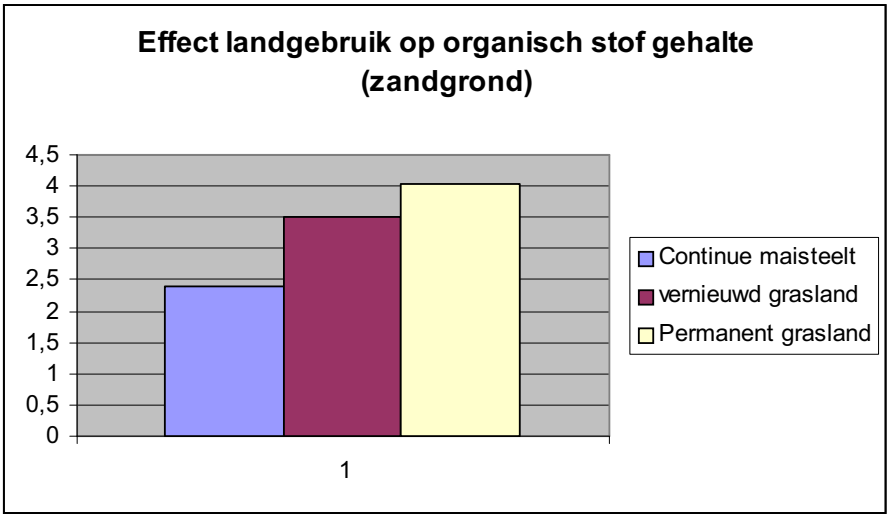
Het verhogen van vochtvasthoudend vermogen van de gronden is een langdurig proces en kan op verschillende manieren worden bereikt:

1. Het verhogen van het organische stofgehalte in de bouwvoor;
2. De bouwvoor dikker te maken;
3. Het bewortelbaar maken van de ondergrond.

Het verhogen van het organische stofgehalte kan op de volgende manieren:

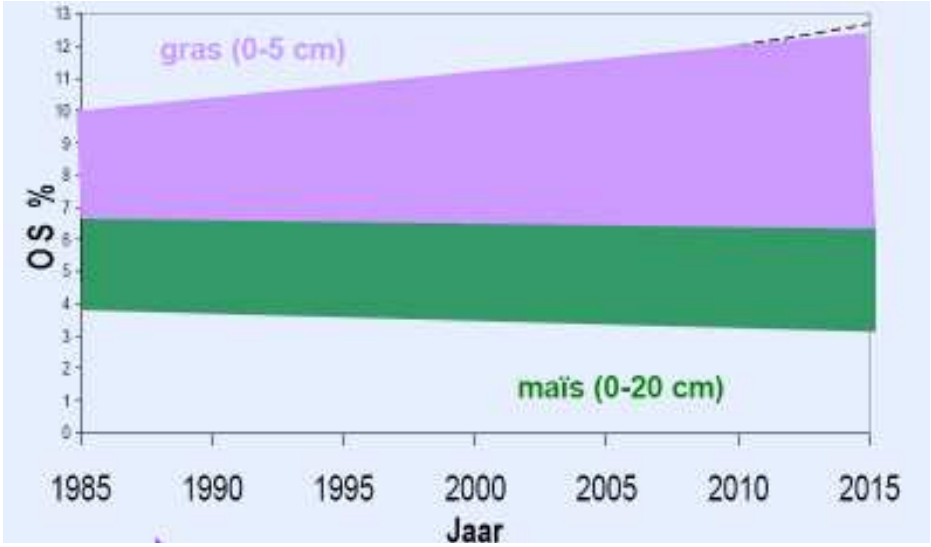
- Minimale grondbewerking;
- Zo min mogelijk scheuren van grasland;
- Teeltkeuze;
- Toevoegen van een koolstofmiddel, bijvoorbeeld Biochare;
- Aanvoer van organisch materiaal (of niet afvoeren).

Bij grondbewerkingen komt er lucht in de grond en wordt de afbraak van organische stof gestimuleerd. Door grondbewerkingen te minimaliseren wordt het in stand houden van de organische stof bevorderd. Een goed voorbeeld van een veel toegepaste grondbewerking is het scheuren van grasland. Meestal wordt dit toegepast door bijvoorbeeld elke vijf jaar de grasmat te vernieuwen. Wanneer dit gebeurt, gaat het organische stof gehalte naar beneden. Ook het niet ploegen van gronden, of een minimale grondbewerking (doorzaaien bij graslandvernieuwing en of een niet kerende grondbewerking bij maïsteelt) zijn maatregelen om het organische stofgehalte in stand te houden (figuur 1).



Figuur 1: Organisch stofgehalte bij 3 verschillende soorten landgebruik (continue teelt maïs, vernieuwd grasland, permanent grasland)(Bron NMI)

Als gevolg van rotatie met intensieve akkerbouwmatige teelten (bijv. aardappelen, maïs en bloembollen) zal ook het organische stofgehalte van grasland percelen dalen. Figuur 2 illustreert de tendens van het organisch stof gehalte in Drenthe. Als gevolg van intensieve maïsteelt daalt het organische stofgehalte. Dit wordt ook ondersteund met meetresultaten in de Noordelijke Friese Wouden.



Figuur 2: Trends organisch stof gehalte in Drenthe (Bron NMI)

Wel moet gesteld worden dat het proces van afbraak van organische stof bij akkerbouwmatige teelten altijd doorgaat, dit is een natuurlijk verschijnsel door de aanwezige bodemprocessen. Het proces van afbraak moet daarom gecompenseerd worden met aanvoer van organisch materiaal. Dit kan in de vorm van compost, dierlijke mest, groenbemesters of gewasresten.

Aanvoer van compost wordt echter door aanscherping in de mestwet beperkt. Met compost wordt een hoeveelheid fosfaat aangevoerd, waardoor minder dierlijke mest kan worden afgezet op de eigen percelen. Tenslotte kunnen ook mogelijk nieuwe meststoffen worden ingezet. Hierbij valt te denken aan bijvoorbeeld Biochare. Dit is een vorm van koolstof die gezien kan worden als een compostmiddel. Deze koolstof is een vorm van stabiele niet afbreekbare humus, waardoor de organische stof gehalten toenemen. Hierdoor neemt ook het vochthoudendvermogen toe.

Door de toepassing van grotere hoeveelheden organische stof kan worden bereikt dat de bouwvoor verdikt wordt. Het eeuwenoude potstalsysteem heeft voor de komst van kunstmest geleid tot het ontstaan van de esgronden. Esgronden staan bekend als gronden die weinig droogtegevoelig zijn. Dit is echter ook een proces van jaren.

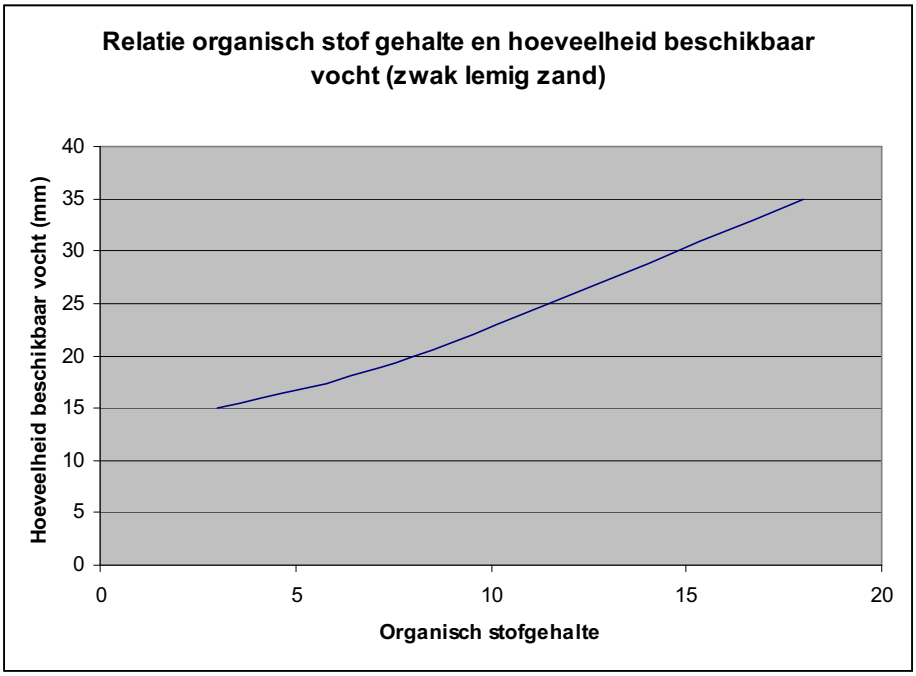
Wanneer de ondergrond beter bewortelbaar wordt gemaakt, kunnen gewassen uit een dikkere laag vocht onttrekken en eerder beschikken over capillair vocht uit de ondergrond. Op verdichte leemarme gronden of bij storende lagen, kan door een diepe grondbewerking de bewortelbaarheid worden verbeterd. Voor alle gronden geldt dat (alleen of in combinatie met andere maatregelen) een goed bodembeheer leidt tot een betere bewortelbaarheid van de ondergrond. Vooral stimulering van het bodemleven draagt bij aan betere bewortelbaarheid van de ondergrond. Verwacht wordt dat gewassen langer kunnen profiteren van capillaire opstijging, waardoor circa 15 mm meer vocht beschikbaar zal zijn voor gewassen. Dit is echter sterk afhankelijk van bodemopbouw en grondwaterstand. Bodemverdichting heeft ook tot gevolg dat wa-

ter niet optimaal kan wegstromen en bodemprocessen niet optimaal kunnen verlopen. Hierdoor kunnen nutriënten af- of uitspoelen en planten niet optimaal groeien.

De bovenbeschreven maatregelen komen veelal neer op duurzaam bodembeheer. Verdergaand kan de mechanisatie worden aangepast om de bodem duurzamer te bewerken. Hierbij valt te denken aan aangepaste machines, brede banden op lage druk om bodemverdichting te voorkomen, e.d.

Effect bedrijfsvoering, klimaatadaptatie en agrobiodiversiteit
De volgende effecten worden verwacht:

- Minder graslandvernieuwing kan verschillende effecten hebben op de bedrijfsvoering. Over het algemeen wordt aangenomen dat een minder grote frequentie opbrengstverliezen teweeg brengt. Veel hangt af van de verzorging en toestand van de bestaande zode. Indien de zode nog van voldoende kwaliteit is (vooral openheid en aandeel Engels raaigras) zullen de positieve effecten van graslandvernieuwing tegenvallen. Indien er wel graslandvernieuwing plaatsvindt, moet in het kader van klimaatverandering terdege worden afgevraagd of een groot aandeel Engels raaigras nog haalbaar blijft. Er bestaat een grote kans dat juist meer droogte resistente grassoorten gezaaid moeten worden. Bij een versleten grasmat (<..% Engels raaigras) zal de kVemproductie teruglopen van 11.000 naar 9.000 kVem, er vanuit gaande dat er bij inzaai weer een hoog aandeel Engels raaigras gebruikt wordt.
- Meer organische stof in de bodem geeft een hoger vochtvasthoudend vermogen. Echter hiermee kan niet de toename van het vochttekort (76 mm bij W^+) geheel gecompenseerd worden (zie figuur 3). Organische stofgehalten zullen in order grootte van 1 tot 3 % stijgen bij goed bodembeheer. Dit zal neerkomen op 1 tot 5 mm meer vocht beschikbaar per 10 cm bouwvoor.
- Beter bodemleven door minimale grondbewerking, dit door een afname van beschadiging van het bodemleven in de bouwvoor.
- Bij een toepassing van compost eens in de 5 jaar, om het organisch stofgehalte te verhogen, waarbij wordt uitgegaan van een vergelijkbaar gehalte aan fosfaat per ton compost als in mest en een gift van 25 ton, dan kan 12,5 m^3 minder mest worden afgezet op die percelen. Het fosfaat in compost wordt voor de helft meegerekend. Het effect op het organisch stofgehalte is zeer wisselend, afhankelijk van de teelten, grondbewerkingen en grondsoort. Een goede soort compost is vrij prijzig. De prijzen variëren sterk en zijn sterk afhankelijk van de transport afstand. Met toeleveranciers zijn hier goede afspraken over te maken bij afname van grotere hoeveelheden. Ook de afvoerkosten van mest zijn afhankelijk van marktwerking.
- Prijzen variëren van € 10-20,- per m^3.
- Kosten voor graslandvernieuwing zullen dalen, doordat men minder grasland gaat vernieuwen. De kosten voor vernieuwing liggen, wanneer de grond ook geploegd wordt, op ongeveer € 650,- per hectare. Bij alleen doodspuiten, frezen en herinzaaien liggen de kosten op ongeveer de helft.
- Bij een beter bewortelbare ondergrond zal circa 15 mm meer vocht beschikbaar zijn voor grasland en kan er bij neerslag ook meer vocht worden vastgehouden waardoor de beschikbare hoeveelheid vocht in de bewortelbare laag toeneemt. Dit is echter sterk afhankelijk van bodemopbouw en grondwaterstand.



Figuur 3: Relatie organisch stofgehalte en hoeveelheid beschikbaar vocht (Bron: Handleiding bodemgeografisch onderzoek, Staring Centrum, 1995).

Onderzoeken hebben uitgewezen dat met uitzondering van de eerste opstartjaren, opbrengsten op peil blijven en zelfs bij sommige teelten toe kunnen nemen door een evenwichtiger systeem (veel ervaring bijvoorbeeld bij FAB I en II, zie http://www.spade.nl/projecten.asp). Daar staat tegenover dat er ook een robuuster bedrijfssysteem ontstaat en het bedrijf minder gevoelig is voor klimaatsverandering. De maatregelen kunnen door agrariërs eenvoudig worden toegepast. Hierbij valt te denken aan agrariërs die ook lager gelegen gronden binnen hun bedrijf hebben; deze gronden zijn minder kwetsbaar qua bedrijfsvoering omdat ze minder droogtegevoelig zijn. Op de lager gelegen gronden wordt droogteschade gecompenseerd, doordat daar grassen langer doorgroeien.

Een deel van de bovenbeschreven maatregelen leidt tot een toename van de diversiteit van de bodem. De maatregelen hebben tot gevolg dat er beter ingespeeld kan worden op langere droge periodes. Dit omdat de toename van de organische stof resulteert in een veerkrachtiger bedrijfssysteem dat minder gevoelig is voor droogte.

Effect gebiedsniveau

Op gebiedsniveau zullen maatregelen niet direct zichtbaar zijn. Hooguit zal er meer gras worden verbouwd om het behoud van het organische stofgehalte te bevorderen. De samenstelling van het grasbestand zal meer gemengd zijn, wat mogelijk positief uitwerkt op de biodiversiteit.

2. Optimaliseren van beregenen, introductie van High Tech beregenen en juiste beregeningsstrategie

Om toenemende vochttekorten tijdens het groeiseizoen bij klimaatverandering te bestrijden, zou er meer beregend kunnen worden. Voor beregening van gras- en maïsland zullen gemoderniseerde beregeningssystemen, zoals een pivotsysteem (figuur 4), ingezet kunnen worden. Hierbij is de perceelsgrootte bepalend voor de mogelijke schaalvergroting. Het water- en energieverbruik zal geoptimaliseerd worden.

Tabel 2: Water en energieverbruik van verschillende beregeningssystemen

Beregeningssys-teem	Benodigde capaciteit M3 / uur	Energie verbruik	Energieverbruik per uur	Onderhoud €/ha	Energie + onderhoud €/ha	Water-efficiëntie
Sproeikanon	60	90	12	1	1272	75 % - 85%
Sproeikanon	82,5	100	14	1	1464	75 % - 85%
Sproeiboom	54	60			878,40	90%
Central pivot	62	30	22 kw	0,25	542,88	92%
Central pivot groot	92	30	24 kw	0,25	638,04	92%
Laterale pivot	32	35	6	0,75	666	92%
Laterale pivo groot	64	35	71	0,75	762	92%

In bovenstaande tabel zijn gegevens van verschillende beregeningstechnieken vergeleken. Hiervoor is een uitvoerig literatuuronderzoek uitgevoerd en zijn diverse leveranciers van beregeningsinstallaties geïnterviewd. Dit is gedaan in de studie “Bestrijding watertekorten in de landbouw” door Aequator Groen & Ruimte (2008) in opdracht van Waterschap Hunze en Aa’s.

Het energieverbruik van het sproeikanon met een capaciteit van 82m3/uur is gesteld op 100%. Te zien is dat pivotsystemen veel minder energie verbruiken. Dit komt doordat er minder druk moet worden opgebouwd om het water te verspreiden. Bij een sproeikanon moet het water over een grote afstand door de lucht worden gespoten. Daarnaast kunnen de pivotsystemen worden aangestuurd met en elektrische pomp. Hierdoor zijn de energiekosten ook nog eens veel lager en is de milieubelasting minder.

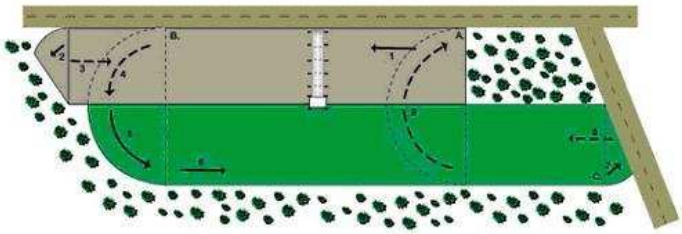
Tenslotte is de waterefficiëntie van pivotsystemen of sproeiboom in beeld gebracht. Waterefficiëntie is hier gedefinieerd als de hoeveelheid water die wordt opgepompt en ook daadwerkelijk voor de plant beschikbaar is. De waterefficiëntie van een sproeiboom of de pivotsystemen is beter. Dit komt door en betere waterverdeling. Bij een sproeikanon treedt meer verwaaiing van water op, en komen er grote hoeveelheden water ineens op de grond. Bij een sproeiboom of pivotsysteem wordt het water dichterbij het gewas in een langer tijdsbestek per oppervlakte eenheid toegediend. Dit heeft de volgende gevolgen:

- Minder gauw plasvorming;
- Minder vaak preferente stroming in de grond, waardoor water naar de ondergrond verdwijnt;
- Minder verwaaiing van water.

Waterefficiëntie is vrijwel nooit 100% aangezien er water door het gewas wordt opgevangen (interceptie) wat direct of later rechtstreeks verdampt.

De beslissingsondersteunende systemen kunnen verder geoptimaliseerd worden om het waterverbruik te optimaliseren. Hierbij kunnen op basis van de voedervoorziening keuzes worden gemaakt om een deel van de percelen optimaal te beregenen, en een deel niet te beregenen. Dit kan verder worden ondersteund met het meten van actuele vochtgehaltes, met bijvoorbeeld vochtsensoren of satelliet beelden (Remote Sensing) die informatie geven over de gewastoestand. Er is al een adviessysteem, dat berekent op basis van een aantal invoergegevens en satellietbeelden of het gras dan wel maïs een vochttekort heeft en welke behoefte het gewas heeft om de vochttekorten te compenseren uitgaande van een optimale productie.





Figuur 4: Voorbeelden van pivot beregeningssystemen

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit

Bedrijven zullen als gevolg van langere droge periodes meer moeten gaan beregenen om de voedervoorziening op bedrijfsniveau zeker te stellen. Dit zal kostenverhogend werken. Wanneer uitgegaan wordt van het W^+ scenario zal in een toename van 76 mm vocht tekort moeten worden gecompenseerd middels ca. 3 beregeningsbeurten (ervan uitgaande dat de beregeningsstrategie niet wordt aangepast). De kosten van beregenen hiervoor komen in de huidige situatie neer komen op € 350,- tot € 500,- per hectare per jaar (Aequator Groen & Ruimte 2008). Wel zal daardoor de kwaliteit van het grasland beter op peil blijven. Grasland zal hierdoor minder vaak worden gescheurd. Dit werkt juist weer kostenverlagend, het organisch stofgehalte blijft in stand en er zijn minder risico's op optreden van nitraatuitspoeling.

Wanneer gekozen wordt om een deel van de percelen te beregenen, wordt verwacht dat dit moet gebeuren op alle droogtegevoelige gronden van het areaal. We gaan er van uit dat bedrijven in Noord-Brabant geen gronden 'over' hebben. De melkveehouderij is hier ten opzichte van andere delen van Nederland intensief te noemen. Het bedrijf zal dus alle grond in 'de benen' moeten houden om voldoende ruwvoeder te produceren. Indien het bedrijf beschikt, simplistisch gezegd, over 60% hogere droge zandgronden en 40% beekdalgronden, zal op 60% van het areaal beregend moeten worden. Daarbij is het belangrijk om effectief te blijven beregenen en er naar te streven om elke druppel water te benutten voor de productie. Indien te laat wordt beregend neemt de productie van het gewas snel af en is de benutting van het water veel minder. Het wordt dan beregenen om een perceel groen te houden, maar niet meer voor de productie. Het lijkt ons interessant uit te testen wat het effect is van een aantal percelen optimaal te beregenen, dus bij de eerste tekenen van vochtstress, en het niet beregenen van de overige percelen. De capaciteit van de beregeningsinstallatie en de beschikbare hoeveelheid water zijn bepalend bij het aantal percelen dat optimaal kan worden beregend. De beregeningsstrategie die dan op de overige percelen kan worden toegepast is het beregenen om de percelen groen te houden. Dit voorkomt de noodzaak tot graslandvernieuwing. Een ander alternatief is het kiezen voor andere gewassen/grassoorten met een lagere vochtbehoefte en kritische vochttoestand of het kiezen voor (agrarisch) natuurbeheer.

Een alternatief is dat bedrijven extensiveren en de voederwinning over een groter areaal te spreiden (aankoop grond of aankoop van voer). Het laatste zal een meer natuurlijk kruidenrijk graslandbeheer tot gevolg hebben, met positieve gevolgen voor de agrobiodiversiteit. Nadelig effect is dat er vanuit de regio nog meer druk zal komen te liggen op gronden elders om dezelfde hoeveelheid vee te kunnen houden.

De invloed van beregening op agrobiodiversiteit is divers. Bij verdroging van gewassen en bodem zal waarschijnlijk ook de functionele agrobiodiversiteit negatief worden beïnvloed. Groepen bodemdiertjes gaan in rust of sterven. Beregenen zal een positief effect hebben op de bodembiodiversiteit, aangezien een meer constant bodemmilieu in stand wordt gehouden.

Effect op gebiedsniveau
Extra beregenen betekent extra wateronttrekking aan de omgeving. Dit zal bij klimaatverandering vaak niet mogelijk zijn en/of niet worden toegestaan. Dit betekent dat er of extra watervoorraden in het gebied moeten worden gecreëerd waarin in de winter en tijdens buien in de zomer het overtollige water wordt opgevangen. Als dergelijke waterpartijen goed in het landschap zijn ingepast, zullen ze een ecologische en landschappelijke verrijking voor het gebied betekenen. Denk hierbij ook aan de mogelijkheden om het water in het gebied vast te houden door verhoging van de slootbodems zodat de grondwaterspiegel in het perceel hoger blijft.

Indien door de aangepaste beregeningsstrategie wordt gekozen voor enkele percelen optimaal te beregenen en overige percelen anders te gebruiken dan zal naar verwachting landschappelijk gezien een afwisseling van verschillende soorten grasland te zien zijn: kunstweiden waarop productief grasland groeit, afgewisseld met kruidenrijke graslandpercelen.

3. Vruchtwisseling gras / maïs en overig (beperken van frequentie scheuren grasland)

Deze maatregel is ook al genoemd onder kopje 1 als een maatregel “duurzaam bodembeheer”. Op deze plaats wordt de maatregel nog verder uitgewerkt.

Agrariërs scheuren grasland veelal om na het gebruik als bouwland weer een nieuwe grasmat in te zaaien, ook wel graslandvernieuwing genoemd. Dit wordt gedaan om de kwaliteit van grassensamenstelling optimaal te houden voor het melkvee (vooral hoog aandeel Engels raaigras). Vaak wordt een cyclus van vijf jaar aangehouden (dus vijf jaar gras, daarna 1 of 2 jaar bouwland). Wanneer er langere droge periodes optreden zal graslandvernieuwing uitgaande van het huidige gebruik eerder noodzakelijk zijn. Slechte grassen zullen zich dan sneller ontwikkelen, bijvoorbeeld kweek. Om de voederwaarde van het gras wordt in de praktijk veel grasland vernieuwd.

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit
Wanneer minder frequent grasland wordt gescheurd, zal de agrobiodiversiteit stijgen en het organisch stof gehalte beter op peil blijven. Op maïspercelen zal juist een omgekeerde trend zich ontwikkelen door een verminderde mogelijkheid om gras / maïspercelen te wisselen. Als grasland niet wordt gescheurd gaat de voederkwaliteit achteruit. Theoretisch kan de opbrengst met 1000 tot 2000 kVem per ha teruglopen. Het is maar zeer de vraag of dit in de praktijk altijd zo is. Bij goed beheer (graslandmanagement) zal dit gering zijn. Verwacht wordt dat door klimaatverandering een grotere behoefte bestaat aan rassen die minder gevoelig zijn voor verdroging. Hierdoor zal de behoefte van het vernieuwen weer afnemen. Wanneer het aandeel maïsland in het bedrijf niet verandert en dezelfde percelen jaar op jaar worden gebruikt voor de maïsteelt, zullen deze gronden meer verarmen. Dit wordt geïllustreerd door figuur 1. Op

percelen met continue maïsteelt daalt het organisch stof gehalte. Het gevolg hiervan is dat minder nutrienten worden vastgehouden, het vochtvasthoudend vermogen lager wordt en de kans op bodemverdichting toeneemt.

Effect op gebiedsniveau

Het minder frequent scheuren van grasland en wisselen met maïsteelt heeft tot gevolg dat het grasbestand achteruitgaat of dat men kiest voor mengsels met meerdere soorten. Dit heeft meer kruidenrijke graslanden tot gevolg, met een hogere biodiversiteit.

De maïspercelen zullen gevoeliger worden voor uitspoeling van nutriënten en ziekten en plagen. Door op gebiedsniveau een ruimere vruchtwisseling te realiseren, door samenwerking met andere bedrijven, door inpassing van andere teelten, rassen en ander type gebruik ontstaat er een robuuster systeem. Dit systeem is veerkrachtiger mede omdat door de ruimere vruchtwisseling de bodemdiversiteit wordt versterkt.

4. Teelt van andere gewassen zoals luzerne of andere grasmengsels

De teelt van droogtebestendigere rassen (mengsels) en gewassen zal tot gevolg hebben dat de melkveehouderij de huidige productie omstandigheden naar de toekomst beter kan handhaven.

In Landhorst (N Br) is in 2006 door PRI een proefveld aangelegd waarop de productie en voederwaarde van verschillende grasmengsels, waarvan verwacht wordt dat ze beter bestand zijn tegen extensief beheer en droogte, worden vergeleken. De grasmengsels zijn: 1) een soortenrijk grasmengsels met vlinderbloemigen en enkele graslandkruiden, 2) een soortenrijk grasmengsel met een brede verscheidenheid aan wilde graslandplanten en ter vergelijking 3) een mengsel van Engels raaigras en andere grassoorten.

Tabel 3. Aantal plantensoorten, droge stofproductie en VEM waarde van vers gras bij drie verschillende grasmengsels (onbemeste behandelingen 2007)

Graszaadmengsel	*Aantal soorten per 100 m^2*	*Droge stof productie (kg/ha/j)*	*VEM in vers gras Per kg droge stof*
1. Met vlinderbloemigen en kruiden	22.7	6747	649
2. Soortenrijk met veel wilde soorten	29.7	4025	682
3. Mengsel van Engels raai en andere grassen	20.7	3190	729

(Bron Korevaar en Geerts, 2009)

Het doel van deze proef is om een grasbestand te realiseren dat een goede productiviteit en graskwaliteit combineert met een hoge biodiversiteit (soortenrijkdom). Uit de resultaten van dit proefveld blijkt dat in een onbemenste situatie het mengsel met vlinderbloemigen de hoogste grasproductie geeft. Het mengsel waarin zaden van veel plantensoorten zaten, geeft de hoogste soortenrijkdom en neemt wat productie en graskwaliteit betreft een middenpositie in. Het mengsel met uitsluitend grassen heeft onder onbemeste omstandigheden de laagste productie, maar wel de hoogste voederwaarde van het gras.

Onder droge omstandigheden zou op zand ook luzerne als alternatief voor gras geteeld kunnen worden.

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit
De verwachte effecten van deze maatregelen zijn een toename van het aantal soorten, een afname van de productie en energiewaarde, maar daarentegen ook een afname van de gevoeligheid voor droogte waardoor uiteindelijk het effect (minder graslandvernieuwing en beregening, lagere kosten voor oogsten) wellicht neutraal zal zijn. Een afwisseling van meerdere gewassen (grassen en voedergewassen) zal een positieve invloed hebben op de biodiversiteit. Dit is vooral wanneer een diversiteit aan voedergewassen ingezet wordt, met een rijke bloei in verschillende tijden. Bij een verschuiving van een monocultuur gras / maïs naar een diversiteit van verschillende mengsels en gewassen zal de biodiversiteit toenemen.

Effect gebiedsniveau
Wanneer andere (voeder)gewassen worden ingezet, zal een grotere afwisseling van landgebruik te zien zijn. Dit heeft ook positieve invloed op de biodiversiteit en de landschappelijke kwaliteit.

5. Keuze beweiding afstemmen op kwetsbare natuur

Als melkveehouderijbedrijven naast kwetsbare natuurgebieden liggen, dan hebben ze te maken met de ammoniakregelgeving, maar vanuit de samenleving wordt van deze bedrijven ook verwacht dat ze de waterkwaliteit en het watergebruik van de omringende natuur zo min mogelijk belasten. Melkveebedrijven moeten zich net zoals elk ander bedrijf en iedere burger houden aan de wettelijke voorschriften en normen. Daar waar de samenleving extra wensen heeft, zal diezelfde samenleving de boer moeten belonen (of compenseren) voor de aanpassingen die hij in de bedrijfsvoering doorvoert. Deze diensten aan de samenleving worden groen-blauwe diensten genoemd. Momenteel worden er in diverse gebieden regelingen gemaakt om boeren en andere landeigenaren te belonen voor groene en blauwe diensten die ze leveren vanuit een streek- of landschapsfonds (bijvoorbeeld Streekrekening Het Groene Woud).

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit
Bedrijven kunnen verschillende maatregelen nemen om aangrenzende natuur minder te belasten. Voorbeelden zijn extensiveren van het grondgebruik door minder te bemesten en minder of geen gewasbeschermingsmiddelen te gebruiken. Voor grasland betekent dit een verschuiving van beweiding van deze percelen naar meer voederwinning en eventueel nabeweiding in de nazomer met jongvee of droogstaande koeien. Bedrijven kunnen er ook voor kiezen om op deze gronden graan te verbouwen als eigen krachtvoervoorziening, of eventueel luzerne. Dit laatste is vooral een alternatief voor drogere gronden. Bedrijven kunnen, als de percelen in een door de EHS begrensde zone liggen, nog een stapje verder gaan door een beheersovereenkomst te sluiten voor deze percelen. Zo komen dan in aanmerking voor een beheersvergoeding uit de Subsidieregeling Agrarisch Natuurbeheer (SAN). Percelen met agrarisch natuurbeheer vormen een prima buffer tussen een natuurgebied en intensief gebruikte agrarische percelen en versterken de (agro)biodiversiteit van het gebied.

Effect op gebiedsniveau
Zoals in de vorige alinea al is aangegeven, versterken deze percelen met multifunctioneel landgebruik de ecologische waarden van het gebied. Ze vormen een buffer rond natuurgebieden, maar bieden door de gradiënten van rijkere bodems naar armere bodems en vaak ook verschillen in vochthuishouding extra biotoop voor veel soorten, met name voor de minder kritische soorten. Dergelijke percelen zijn voor veel

soorten ook belangrijk als stapstenen in groen blauwe dooradering. Stapstenen zijn de wat oppervlakte betreft grotere onderdelen in een groen blauw dooraderingsnetwerk.

6. Gebiedsgericht: waterconservering (water langer vasthouden door stuwen)

Waterconservering is een manier om de afvoer van water uit een gebied te beperken door water in het watersysteem en grondwater langer vast te houden. Dit kan doormiddel van het aanleggen van geautomatiseerde grondwatergestuurde stuwen in de grotere waterlopen en 'boeren' stuwtjes in kleinere waterlopen en kavelsloten (zie ook figuur 5). Geautomatiseerde stuwen worden aangestuurd door het verloop van de grondwaterstand. Wanneer een kritische grondwaterstand wordt bereikt, gaat de stuw omhoog, zodat tijdig water in het gebied wordt vastgehouden en gewassen langer kunnen profiteren van grondwater middels capillaire opstijging.
Hetzelfde principe geldt voor de kleinere stuwen. Deze kunnen ook geplaatst worden in kavelsloten en kleinere sloten waar nu nog geen stuwen staan. Dit kan vooral in vrij afwaterende gebieden.

Andere maatregelen om water vast te houden in een gebied zijn:
- Dempen van sloten;
- "Groene stuwen" (verminderd onderhoud van vrij afwaterende sloten kan ook nadelig zijn voor waterafvoer in perioden et veel neerslag);
- Verhogen van slootbodems;
- Verhogen van ligging van duikers;
- Infiltratie van water in bodem via drainage.

Afhankelijk van de lokale situatie kan een mix van deze maatregelen voor een duurzamer waterbeheer zorgen, waarbij geanticipeerd kan worden op drogere periodes.

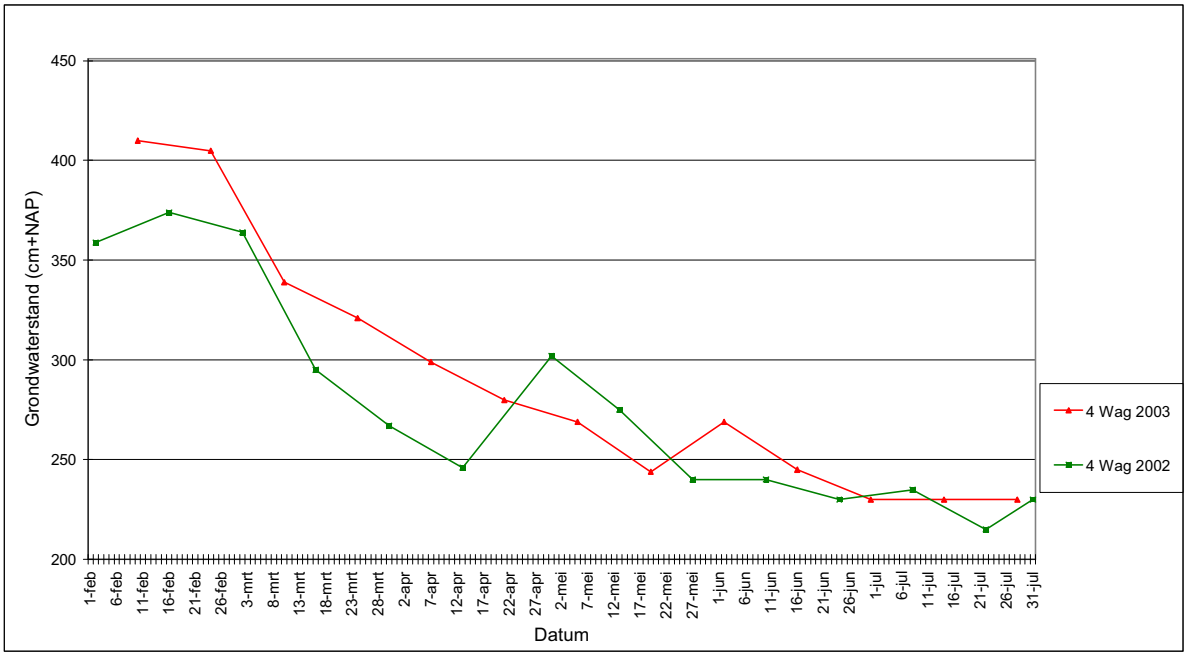


Figuur 5: Waterconservering, voorbeelden van de 'boerenstuw' en 'slimme' geautomatiseerde grondwatergestuurde stuwen

Effect bedrijfsvoering klimaat en agrobiodiversiteit

In Zuid-Oost Friesland heeft Aequator Groen & Ruimte een 4 jarige studie (Aequator Groen & Ruimte, 2006) uitgevoerd naar de effecten van waterconservering. Op 8 proefbedrijven zijn diverse waterconserveringsmaatregelen toegepast. De effecten op deze bedrijven (zie bijvoorbeeld figuur 6) zijn vertaald naar gebiedsniveau. Afhankelijk van de lokale situatie zijn in de huidige situatie droogteschades te verminderen met 0-5% ten opzichte van de in de HELP systematiek gehanteerde droogteschades. Dit op basis van de te verwachte verandering van het grondwaterniveau in het gebied. Dit betekent globaal een productieverbetering van 600 kg/ds per hectare. In situaties met wateraanvoer zijn systematische grondwaterstandsverhogingen mogelijk. In vrij afwaterende gebieden kan vooral de grondwaterstand in het voorjaar verhoogd worden. Dit is de periode met de meeste grasgroei.

Het verminderen van onderhoud van kavelsloten heeft tot gevolg dat de waterafvoer wordt geremd, en dus water beter wordt vastgehouden. Dit heeft ook een positieve invloed op de biodiversiteit in het gebied met name voor het bodem- en waterleven. Aanleg van kleinere stuwen vraagt wel extra beheer van agrariërs en goede communicatie onderling in het gebied om een doelgericht gezamenlijk waterbeheer toe te passen.



Figuur 6: Effect van waterconserveringsmaatregelen op een proefbedrijf nabij Appelscha. De grondwaterstanden blijven in het voorjaar van 2003 hoger, ondanks dat het een droger voorjaar is dan het jaar 2002 (Bron: Aequator Groen & Ruimte, 2006).

Effect op gebiedsniveau

In het gebied zullen sloten vooral in het voorjaar langer watervoerend zijn. Bij grootschalige toepassing zullen de grondwaterstanden in het gebied positief worden beïnvloed, waardoor een deel van de toekomstige verdroging kan worden bestreden. Het watervoerend zijn van sloten heeft een positieve invloed op de biodiversiteit in het gebied.

7. Waterberging opvang extreme neerslag pieken nabij steden en natuur (inclusief buffering van aangrenzende natuur tegen verdroging)

De plekken waar waterberging kan worden toegepast zullen vooral zijn gelegen in lage delen in het landschap en/of beekdalen. Door de aanleg van waterberging zullen er kansen ontstaan voor een gevarieerder landschap en dus een toename van (agro)biodiversiteit. We hebben het hier niet over kunstmatige ingerichte bergingsgebieden zoals dat voor teelten met een hogere opbrengst en een groter risico wel wordt voorgesteld (boomteelt en vollegrondsgroenteteelt).

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit

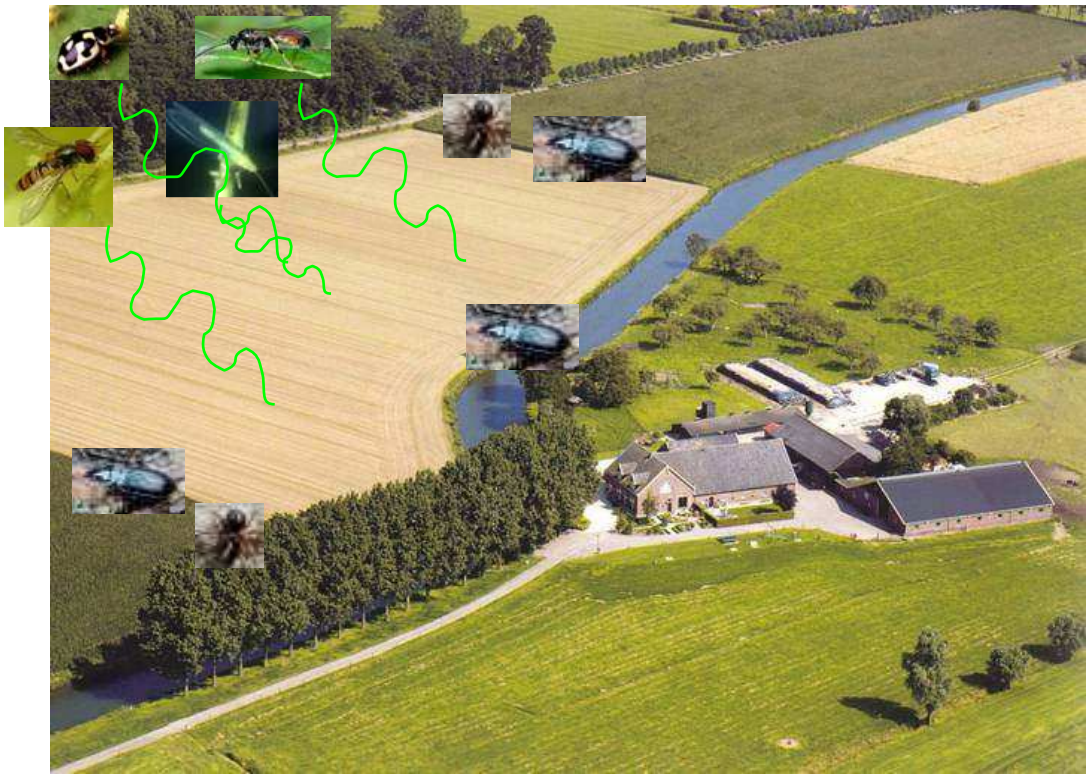
De aanleg van waterbergingsgebieden kan ten koste gaan van het optimaal te gebruiken areaal landbouwgrond. De biodiversiteit in het gebied zal door de toename van het aantal soorten toenemen, dit is een plus voor de functionele agrobiodiversiteit en maakt het bedrijf daarmee minder kwetsbaar voor invloeden van buitenaf.

Effect op gebiedsniveau

Door de aanleg van waterberging ontstaat een meer robuust watersysteem en minder wateroverlast op gebiedsniveau. De waterbergingsgebieden zijn een plus voor de flora en fauna en leiden tot een verhoging van de biodiversiteit in het gebied en een toename van de landschappelijke kwaliteit.

8. Randenbeheer groen blauwe dooradering (nadruk op blauwe diensten)

In figuur 7 is een voorbeeld gegeven van groen blauwe dooradering. Er kunnen verschillende landschapselementen worden toegevoegd, zoals houtwallen, akkerranden, natuurvriendelijke oevers en waterbergingsbassins. Deze elementen zijn een schuil- en leefplaats voor flora en fauna.



Figuur 7: Voorbeeld van 'groen blauwe dooradering'

Effect bedrijfsvoering, klimaat agrobiodiversiteit
De genoemde landschapselementen kosten ruimte binnen het bedrijf en gaan ten koste van de productiegrond. De landschapselementen verhogen de functionele agrobiodiversiteit. Natuurlijke predatie van fauna uit de akkerranden en houtwallen kunnen uiteindelijk leiden tot een verlaging van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen op agrarische gronden. Dit geldt meer voor bouwland dan voor grasland.

Effect gebiedsniveau
Waterberging heeft een positief effect op het waterbergend vermogen van een gebied, zodat bij de verwachte toename van extreme buien er meer waterbergingscapaciteit is in een gebied (zie verder maatregel 7). Door groen blauwe dooradering ontstaat een stevig ecologisch netwerk wat een plus is voor de biodiversiteit in het gebied.

9. Natuurbeheer / agrarisch natuurbeheer

Bij de toepassing van agrarisch natuur- en landschapsbeheer en/of natuurbeheer binnen de bedrijfsvoering wordt de veerkracht van het bedrijf tegen ziekte en plagen en de gevoeligheid voor extreme droogte vergroot. Dit door de afname in intensiteit, toename van de agrobiodiversiteit. Dit draagt bij aan een betere weerstand tegen klimaatverandering. Onder dit beheer vallen bijvoorbeeld botanisch beheer, randenbeheer (al uitgewerkt bij groene dooradering) en de aanleg en onderhoud van landschapselementen.

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit
In principe is het implementeren van een aangepast beheer altijd een optelsom van positieve en negatieve effecten voor de bedrijfsvoering. Droge gronden worden bij klimaatverandering in de zomer nog droger. Bij botanisch beheer (waarbij geen bemesting en beregening wordt toegepast) zullen de effecten van droogte nog sterker gevoeld worden. De nattere gronden langs de beek zullen bij klimaatverandering in reguliere bedrijfsvoering vaak nodig blijven om de productie van het bedrijf op peil te houden. Hierdoor is het inzetten van agrarisch natuurbeheer op die gronden vanuit bedrijfsoogpunt vaak minder aantrekkelijk.
Ook de aanleg van landschapselementen zal uit bedrijfsoogpunt gezien zowel positieve als negatieve gevolgen hebben. Enerzijds zullen bijvoorbeeld houtwallen door het effect van de schaduw het land wat langer vochtig houden, aan de andere kant hebben deze elementen ook water nodig, wat deels uit het landbouwperceel onttrokken zal worden. Poelen zullen alleen realiseerbaar zijn indien een storende laag aanwezig is waar het water op blijft staan. Een poel zal voor klimaatadaptatie een weinig positieve bijdrage hebben. Mogelijk zal de poel een onderdeel van de waterberging kunnen zijn.

Voor agrobiodiversiteit zullen landschapselementen een belangrijke rol vervullen als basis waaruit nuttige roofinsecten schadelijke gewasbelagers aanvallen, maar ook als vergroting van het leefgebied van allerlei soorten die het bij klimaatverandering moeilijker krijgen dan nu. Deze soorten kunnen in deze landschapselementen zich voeden, voortplanten en overwinteren. (Agrarisch) natuurbeheer wordt dan een onderdeel van de groen blauwe dooradering.

Effect gebiedsniveau
In het geval van (agrarisch) natuurbeheer om een natuurdoel te realiseren, liggen er wel wat mogelijkheden. Men neemt dan voor lief dat gronden droger/natter worden en realiseren hierbij een bijpassend natuurdoel zoals droog schraal grasland op de hogere gronden of vochtig hooiland op de gronden langs de beken. Vooral de vochtige gronden kunnen dan ingezet worden bij het realiseren van piekbergingen tijdens ‘hoosbuien’. Het is hier de vraag of vormen van agrarisch natuurbeheer mogelijk zijn en of dat niet beter voor volledig natuurbeheer kan worden gekozen. Naast financiële voordelen is het ook duidelijk dat

dit gebied voor de productie niet meer echt meetelt. Er zal door inpassing van (agrarisch) natuurbeheer een divers landschap ontstaan.

Samenvattend beeld
Wanneer een mix van de bovenbeschreven maatregelen wordt toegepast ontstaat er een palet aan mogelijkheden en diversiteit. Binnen bedrijven ontstaan percelen welke intensief worden gebruikt en beregend, hier is sprake van een goede kwaliteit van gras en voederwinning. Deze percelen liggen naast percelen waar bijvoorbeeld niet wordt beregend, en meer (agrarisch) natuurbeheer wordt toegepast. De natuurlijke bodemkwaliteit zal in belangrijke mate hier een sturende rol in gaan spelen. Om de bodemkwaliteit in stand te houden zal een agrariër meer moeten investeren in duurzaam bodemgebruik. Daarnaast zullen mogelijk meer delen van het landschap worden ingericht volgens het principe groen blauwe dooradering (meer diversiteit). Inpassing van groen blauwe dooradering past goed in een kleinschalig landschap, en verhoogt de (agro)biodiversiteit.
De productie kan afnemen als gevolg van langere droge perioden, waardoor de huidige intensiteit van bedrijven op gebiedsniveau, gezien de voedervoorziening mogelijk niet te handhaven is.

.

4.2 Vollegrondsgroenteteelt: bedrijf met o.a. aardbeien, prei, ijsbergsla

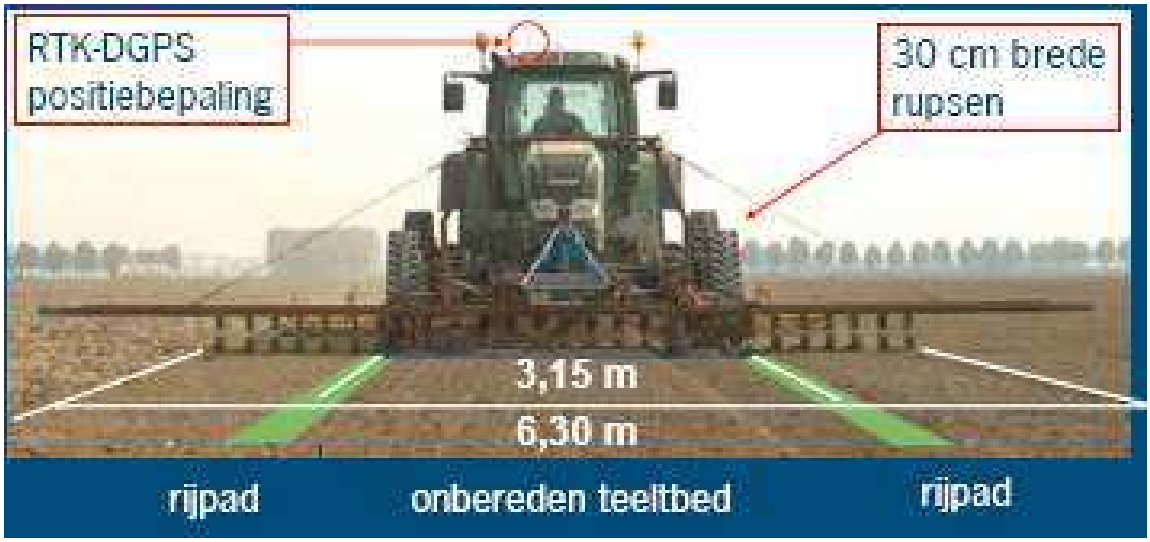
Intensieve teelten als vollegrondsgroente, bijvoorbeeld aardbeien, prei en ijsbergsla stellen hoge eisen aan de bodemkwaliteit. Het risico als gevolg van klimaatsverandering is groter door onder meer extreme buien waarbij de kans op wateroverlast groter wordt en door langere droge perioden in de zomer die kans geven op een toename van droogteschade. Aangezien vollegrondsgroenteteelten hoge eisen stellen aan de bodemkwaliteit en bodemvruchtbaarheid, zal als gevolg van klimaatsverandering een lichte verschuiving kunnen plaatsvinden waarbij minder geschikte gronden door vollegrondsgroentetelers worden verlaten. Deze gronden zullen dan gebruikt gaan worden door andere teelten, zoals grasland en snijmaïs.

1. Verbetering afwatering en waterdoorlatendheid door goed bodembeheer

Op de gronden zelf kan met goed bodembeheer ingespeeld worden op klimaatsverandering. Dit betekent enerzijds inzetten op het vergroten van de bewortelbare laag en het organische stofgehalte in deze laag (groter watervasthoudendvermogen) en anderzijds de doorlatendheid van de grond verbeteren om bij extreme weersituaties het overtollige water snel te kunnen afvoeren. Bodembeheermaatregelen die vooral gericht zijn op een goede waterdoorlatendheid en afwatering zijn:

- Introductie van rijpadensystemen;
- Gebruik van lichte machines op brede banden met lage druk;
- Minimale grondbewerking;
- Voorkomen van werken onder verkeerde omstandigheden.

Een rijpadensysteem is een teeltsysteem waarbij landbouwmachines altijd op dezelfde sporen rijden. Een groot deel van de grond wordt nooit bereden en is dus minder verdicht. Hierdoor blijft een goede bodemstructuur in stand en neemt de porositeit toe, m.a.w. de waterdoorlatendheid wordt verhoogd.



Figuur 8: Voorbeeld van rijpadensysteem (Bron PRI)

Het toepassen van brede lage druk banden voorkomt verdichting van de grond. Als gevolg van minimale grondbewerking wordt er minder diep gewerkt in de grond. Dit zal tot gevolg hebben dat er een opener en meer natuurlijke bodemstructuur ontstaat.

Ook kunnen er maatregelen worden uitgevoerd die meer eenmalig van karakter zijn. Hierbij valt te denken aan het aanleggen van drainage of het woelen van de diepere ondergrond om storende lagen op te heffen. Beide maatregelen zijn er op gericht dat water bij extreme buien snel weg kan en de teelten geen beperkingen geeft. Het opheffen van storende lagen heeft tevens het voordeel dat de capillaire opstijging van water (hetgeen vooral in droge perioden van belang voor het gewas is) beter wordt.

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit

De bovenbeschreven maatregelen hebben vooral invloed op de mechanisatie van agrarische bedrijven. Er zijn hogere kosten aan verbonden, en deze maatregelen kan een agrariër daarom maar geleidelijk introduceren. Telen met rijpadensystemen wordt momenteel nog volop onderzocht in voornamelijk de akkerbouw, het lijkt de opbrengsten positief te beïnvloeden. Tevens verbetert het de bodemstructuur, zodat de bodemdoorlatendheid wordt vergroot. Een verbetering van de bodemstructuur is in de meeste gevallen ook gunstig voor het bodemleven. De agrobiodiversiteit zal dus positief worden beïnvloed.

De eerste experimenten met dit rijpadensysteem zijn uitgevoerd in 2005 bij akkerbouwer Jaap Korteweg in West-Brabant. Daarna is dit systeem massaal overgenomen in de Flevopolder.

In de Noord Oost Polder zijn met het systeem proeven uitgevoerd en die wijzen op (PRI 2008, Bert Vermeulen, onbekend of dit is gepubliceerd).:

- Opbrengstverhogingen van 0 tot 30%;
- Brandstofverbruik daalt met 50%;
- Meststoffen worden beter benut;
- Er zijn meer werkbare dagen als gevolg van een betere bodemstructuur.

Het voorkomen van verdichting in de vollegrondsgroenteteelt is echter niet altijd mogelijk. Gezien de waarde van de te oogsten producten zal een agrariër bodemverdichting bij extreem weer voor lief nemen. Ook wanneer de oogstomstandigheden niet optimaal zijn, zal er toch geoogst moeten worden.

Effect gebiedsniveau
Er vindt een betere benutting plaats van meststoffen, zodat bij een goede aanwending er aan het eind van het groeiseizoen minder nutriënten in de bouwvoor overblijven en dus evenmin kunnen uitspoelen, zodat er een lagere belasting van het milieu plaatsvindt. Landschappelijk zal deze techniek geen grote gevolgen hebben.

2. Verhogen weerstand ziekten en plagen door aanleg singels, houtwallen, akkerranden etc.

Er kunnen verschillende landschapselementen worden aangelegd, zoals houtwallen, akkerranden, natuurvriendelijke oevers en waterbergingsbassins (zie ook maatregel 8 bij melkveehouderij). Deze elementen vormen een belangrijke schuil- en leefplaats voor flora en fauna.

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit
De genoemde landschapselementen kosten ruimte binnen het bedrijf en gaan waarschijnlijk ten koste van de oppervlakte productiegrond. De landschapselementen verhogen de biodiversiteit. Nuttige fauna (predatoren) uit de akkerranden en houtwallen kunnen de druk van plaagorganismen in de percelen helpen verminderen en zo uiteindelijk bijdragen aan een verlaging van het gewasbeschermingsmiddelengebruik op agrarische gronden. Anderzijds is er ook een vergroot risico op het inwaaien van ongewenste onkruidzaden in de akkers vanuit de landschapselementen.

Effect gebiedsniveau
Naast maatregelen op de bedrijven zelf is het ook belangrijk om een gebiedsgericht biodiversiteitsplan te maken. Zo'n plan omvat een fijne groen blauwe dooradering van de agrarische oppervlakte en een aangepast beheer van dijken, bermen en slootkanten (Scheele en van Gurp, 2007). Waterschappen, gemeenten, provincie, natuurbeheersorganisaties kunnen als beheerder van de publieke ruimte daar een grote bijdrage aan leveren (Meerburg en Korevaar, 2009).

3. Gebiedsgericht waterbeheer; omgekeerde drainage in combinatie met waterberging, conservering en wateraanvoer

Een goede watervoorziening is bij hoogwaardige teelten noodzakelijk voor een goede productie. Dit geldt zowel voor de kwantitatieve opbrengst als de productkwaliteit. In de huidige situatie worden deze teelten al beregend. Verwacht wordt dat bij teelten met hoge saldo's beregening een essentieel onderdeel van de teelt zal blijven. Investeringen in moderne kleinschalige pivot beregeningssystemen zijn in de toekomst logisch. In kapitaalsintensieve teelten kan ook druppelirrigatie worden aangelegd.

Anderzijds kan ook de waterhuishouding worden geoptimaliseerd, zodat groentes langer kunnen profiteren van capillaire opstijging van grondwater naar het gewas. Hierbij kan worden gedacht aan het vasthouden van water in het gebied (waterconservering), wateraanvoer van elders en de aanleg van waterbassins. Waterconserveringsmaatregelen zijn weergegeven in figuur 5. Bij melkveehouderij punt 6 wordt uitgebreider ingegaan op de verschillende typen maatregelen (groene stuwen, verhogen van slootbodems e.d.)

Wanneer sloten in een gebied watervoerend zijn, kan ook de infiltratie van water uit de sloot naar het grondwater in het perceel worden vergroot door de aanleg van drainage (zgn. omgekeerde drainage). De

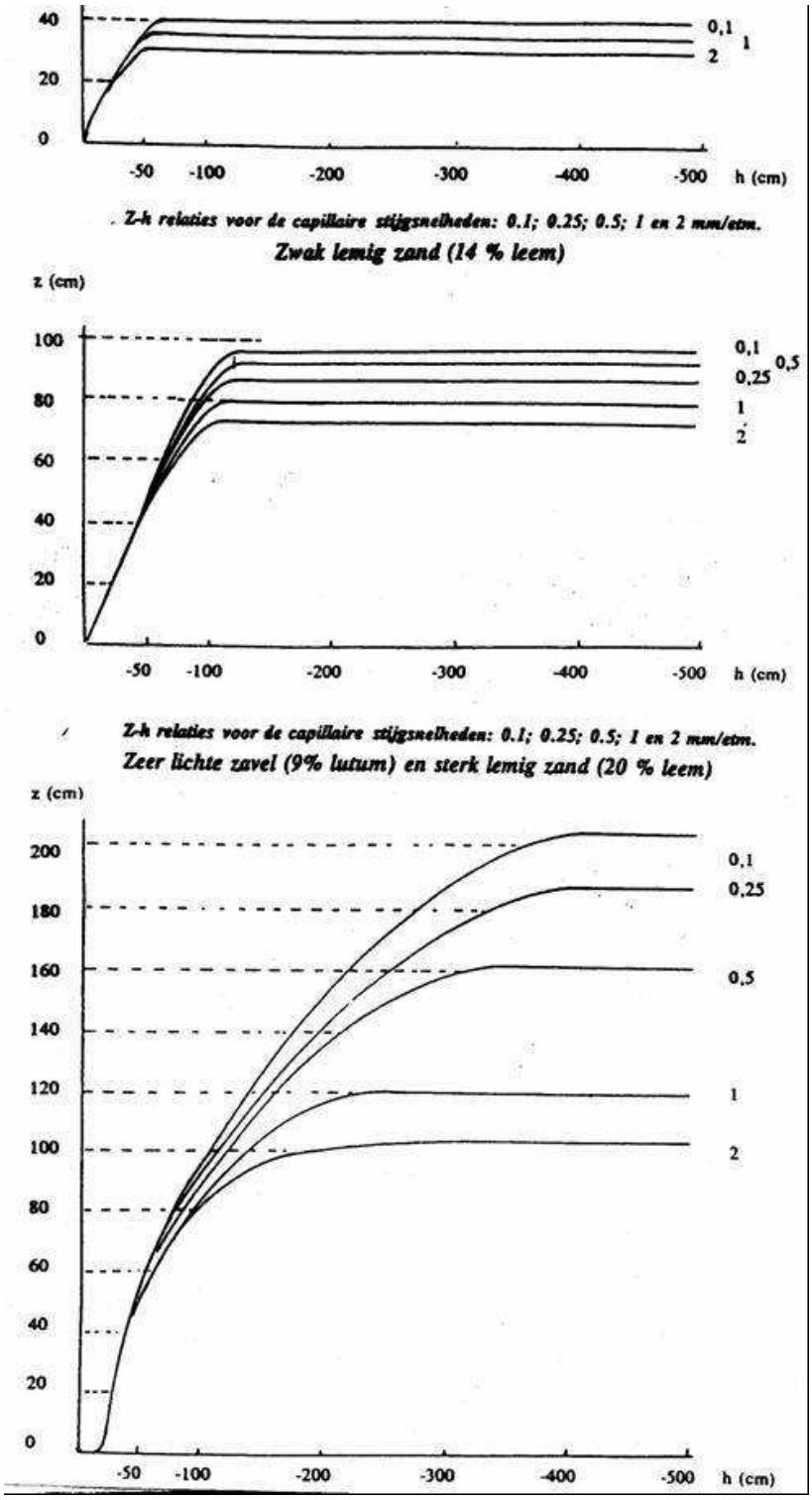
drainagebuizen liggen dan onder het waterpeil. De kosten zullen ongeveer € 1200,- per hectare bedragen.
Het effect op de grondwaterstand is vooral afhankelijk van de doorlatendheid van de ondergrond. Er vanuit gaande dat omgekeerde drainage vooral op goed doorlatende zandgronden wordt aangelegd, zullen de grondwaterstanden minder diep uitzakken. Doordat het grondwater kunstmatig hoger blijft, zal er meer capillaire opstijging zijn naar het gewas toe. Dit kan 1 tot 2 mm per dag bedragen (zie onderstaande figuur 9) en dus fors bijdragen aan de bestrijding van watertekorten bij klimaatsverandering. Voorwaarde is wel dat de sloten watervoerend blijven en er dus wateraanvoer is in het gebied. Dit kan inhouden dat water in droge perioden opgepompt moet worden uit lagere gebiedsdelen.

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit
De bovenbeschreven maatregelen hebben tot gevolg dat beter ingespeeld kan worden op langere droge periodes in de zomer. De maatregelen zullen wel kostenverhogend zijn voor de agrariër.

Met beregening is de vochtvoorziening geheel in eigen agrarisch beheer te houden, mits het gebied (de beschikbaarheid van voldoende water) en de regelgeving zich hiervoor blijven lenen.

Effect gebiedsniveau
Sloten in het gebied zullen langer watervoerend zijn in het voorjaar en na natte perioden in de zomer. Wanneer er water moet worden aangevoerd om omgekeerde drainage mogelijk te maken, zullen sloten altijd watervoerend moeten zijn. Dit vraagt om aanpassingen in het watersysteem om wateraanvoer mogelijk te maken op plekken waar dit nu nog niet gebeurt.

Samenvattend beeld
Vollegrondsgroenteteeltbedrijven zullen gezien de saldo's van de gewassen meer in staat zijn om met dure technische maatregelen te anticiperen op klimaatsverandering. Er zullen meer gemechaniseerde systemen worden geïntroduceerd. Hierbij valt te denken aan zelfrijdende beregeningssystemen of aan met GPS gestuurde trekkers die steeds op dezelfde rijpaden rijden. Ook met beregening is veel te bereiken mits kritisch gekeken wordt naar de kosten en de baten. Naar verwachting zal er een verschuiving in het gebied plaatsvinden van geschikte gronden voor vollegrondgroenteteelt, terwijl minder goede gronden worden afgestoten. Het sparen van de bodemstructuur zal een positieve invloed hebben op productie, bodemleven en agrobiodiversiteit. Introductie van akkerrandenbeheer, houtsingels e.d. (groen blauwe dooradering) heeft tot gevolg dat er meer natuurlijke predatie door plaagorganismen komt. Dit stelt eisen aan een goede inpassing van de landschapselementen in bedrijf en het omringende kleinschalig landschap.



Figuur 9: Kritische Z-afstanden bij verschillende bodemtypen

4.3 Akkerbouw; bedrijf met suikerbieten, aardappelen, tarwe en industriegroenten

Wat betekent klimaatverandering voor een akkerbouwbedrijf? We brengen dat in beeld voor een akkerbouwbedrijf met een gangbaar bouwplan van suikerbieten, aardappelen, tarwe en industriegroenten. Het bedrijf neemt maatregelen om z'n productie bij klimaatverandering op een duurzame wijze te continueren. Daarnaast kan het bedrijf nog extra maatregelen nemen en bijdragen aan gebiedsgerichte aanpassingen.

Klimaatverandering heeft een aantal gevolgen voor de belangrijkste teelten op het bedrijf. De problematiek waar de akkerbouw op zandgronden bij klimaatverandering naar verwachting als eerste tegenaan zal lopen is extra droogte in het groeiseizoen, daarnaast moet er een toename van ziekten en plagen verwacht worden. Er zijn ook positieve effecten zoals een vroeger en langer groeiseizoen, een betere bakkwaliteit van granen en een hoger suikergehalte in suikerbieten. Zoals gezegd, sommige effecten zijn positief, andere negatief. Het valt echter niet mee om een goede inschatting te maken van het totaal. Schaap et.al. (2009) hebben voor de landbouw in Noord-Nederland een inschatting gemaakt van de effecten voor een aantal gewassen bij het W^+ scenario in 2040. In onderstaande alinea's geven we daarvan een overzicht:

Aardappel
De kans op te warm weer voor aardappelteelt (hittegolven) is in 2040 veel groter dan nu, waardoor doorwas een probleem gaat worden. Omstreeks 2040 komt over een periode van 30 jaar in het W^+ scenario (tabel 3) naar verwachting 12 keer een hittegolf voor ten opzichte van 2 keer in de periode 1976-2005. De toename van warm en nat weer zal de bacterieziekte Erwinia laten toenemen waardoor natrot en stengelrot vaker op gaan treden. De kans op aanhoudend nat weer neemt iets af waardoor de omstandigheden met betrekking tot Phythophthora licht verbeteren. De warme winters met minimaal 14 dagen een maximumtemperatuur van meer dan 10C gaan toenemen. De langdurige bewaring van consumptieaardappelen zal problematischer worden door de hogere temperaturen.

De luizendruk wordt gestuurd door een aantal factoren waaronder de hoeveelheid generaties die zich kunnen ontwikkelen. Verwacht wordt dat het aantal generaties toeneemt door een toename van de gemiddelde temperatuur, waardoor zich al vroeg in het voorjaar een eerste generatie kan ontwikkelen. De schade hiervan is lastig in te schatten. Ook de aardappelcysteaaltjes (bijv. *Globodera pallida)* profiteren van warmere omstandigheden waardoor zich meerdere generaties kunnen ontwikkelen. Het zou kunnen dat de coloradokever in de toekomst meer een probleem gaat worden door de stijgende temperaturen. Daarnaast zal aardappelopslag een groter probleem worden doordat er minder vorst optreedt in de winters en de achtergebleven knollen niet bevriezen. Een verhoogde kans op aardappelopslag heeft als risico dat aaltjes in de knol kunnen overleven en zo voor een snellere besmetting van een volgende aardappelteelt zorgen. Een verhoogd aaltjesprobleem heeft een verhoogd gewasbeschermingsmiddelengebruik tot gevolg.

Tabel 4 *Toekomstige frequentie per maand van klimaatgebeurtenissen die in scenario W+ schade veroorzaken rond 2040 in Noord-Nederland (station Eelde), gebaseerd op data van het KNMI in de periode 2026-2055.*

Klimaatimpact	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hevige regenval					0	0	0	-1	+1	0		
Hittegolf							+12	+12	+3			
Warm en nat							+6	+6	+2			
Extreme hitte						0	0	0				
Aanhoudend nat weer					-2	-4	-5	-3	-1			
Aanhoudend warme winter	+2	+3	+8									+1

Wintertarwe

Tijdens de stengelstrekkings fase kan er opbrengstderving optreden bij langdurige droogte, dit neemt in het W+ scenario's licht toe. Kwakkelweer in de winter lijkt ook een beetje toe te nemen waardoor wortels op kunnen vriezen. Aanhoudend nat weer in de zomer zal in de toekomst iets minder vaak optreden, waardoor de berijdbaarheid van de percelen tijdens de oogstperiode beter wordt. Het ziet er niet naar uit dat er grote opbrengst- of kwaliteitsdervingen plaats vinden bij de teelt van wintertarwe.

Als in september/oktober bladluizen het gewas besmetten en de luizen ook de winter overleven dan kan er in voorjaar grote schade ontstaan door gerstvergelingsziekte, dit zal eerder voorkomen in Zuid-West Nederland dan in Noord-Nederland.

Suikerbiet

Langdurige perioden met droogte in het voorjaar nemen nauwelijks toe in 2040 en daarmee zullen de problemen met opkomst ook niet toenemen. Nachtvorst neemt sterk af wat gunstig is voor bietenplantjes zodat die een lagere kans hebben om dood te vriezen bij opkomst. In september lijkt er minder wisselvallig nat weer op te treden waardoor suikergehaltes licht kunnen stijgen ten op zichte van de huidige situatie. Aanhoudend nat weer lijkt af te gaan nemen waardoor Rhizomanie een minder groot probleem wordt. Wat toeneemt zijn aanhoudend warme winters waardoor het suikergehalte bij de bewaring af kan nemen.

Winterpeen

Als gevolg van klimaatverandering zal het aantal te droge jaren iets toenemen, met name in de maanden mei en juni (tabel 4). Voldoende water van goede kwaliteit voor beregening zal dus noodzakelijk zijn. Met name aan het eind van de zomer wordt de kans op hoosbuien en blank staan van de bodem iets groter. De kans op nachtvorst in mei verdwijnt. Over het algemeen veranderen de omstandigheden voor winterpeenteelt in de toekomst nauwelijks.

Tabel 5 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2026-2055 voor het W^+ scenario (Bron: KNMI).

Klimaatfactor	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Te droog groeiseizoen				0	+2	+4						
Bodem staat blank; enkele dagen						0	0	0	+1	0	+1	
Hoosbuien								+1	+2	0	0	
Nachtvorst					-2	0						
Lang aanhoudende hitte							0	0				

1. Verhogen van vochtvasthoudend vermogen door duurzaam bodembeheer en aangepaste bewerking van de percelen.

Organische stof is een belangrijke component van de bodemkwaliteit. Organische stof is belangrijk voor de nutriëntenhuishouding van de bodem en voor fysische en biologische bodemeigenschappen als vochtvasthoudend vermogen, structuur van de grond en bodemleven. Vooral gronden met een groot aandeel zavel of leem zijn zeer gevoelig voor droogte en vernatting door de mate van verdichting.

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit

Voor een akkerbouwbedrijf van 60 ha (15 ha consumptie aardappelen, 15 ha suikerbieten, 10 ha snijmaïs, 5 ha broccoli en 15 ha wintergraan) op zandgrond met 3% org. stof in de bodem is de dynamiek in het organische stofgehalte berekend bij verschillende beheersstrategieën van organische stof (Pronk & Korevaar, 2008). Daarbij is ook rekening gehouden met de aangescherpte mestnormen van 2015. Het knelpunt is de hoeveelheid organische stof (bijv. dierlijke mest en compost) die van buiten het bedrijf mag worden aangevoerd. Deze wordt gelimiteerd door N- en P- gebruiksnorm, waarbij de hoeveelheid P de bepalende factor is. Uit de berekeningen blijkt dat het organische stofgehalte op ongeveer 3% gehandhaafd kan worden als alle oogstresten op het veld achterblijven, zoveel mogelijk groenbemesters worden geteeld en compost wordt aangevoerd op ten minste 8% van de oppervlakte (= 5 ha). Verdere opbouw van organische stof in bodem boven 3% blijkt erg moeilijk te realiseren vanwege de mestregelgeving en is alleen mogelijk bij vergaande aanpassingen in gewaskeuze en/of extra aanwending van compost met lage P-gehalten. Gewasrotaties met 50% hakvruchten (aardappel en suikerbiet) resulteren in lagere organische stof gehalten dan gewasrotaties met minder hakvruchten.

Een ander belangrijk aspect in het organische stofbeheer is de grondbewerking. Bij grondbewerkingen komt er lucht in de grond en wordt de afbraak van organische stof bevorderd. Door grondbewerkingen te minimaliseren wordt het in stand houden van de organische stof bevorderd. Snyder et.al, (2009) concluderen in een uitgebreide review dat grondbewerkingstechnieken, die de verstoring van de bodem verminderen en oogstresten op de grond laten in plaats van ze dieper weg te werken, het koolstofgehalte van de organische stof doen stijgen, maar dat dit alleen het geval is bij een hoge gewasproductiviteit.

In een Belgisch onderzoek werden gedurende zes jaar opbrengstgegevens verzameld van 35 akkers in de Leemstreek (17 met suikerbieten, 12 met maïs en 6 met wintertarwe) die alle opgesplitst zijn in een niet-kerend bewerkt deel en een geploegd deel. De onderzoekers stelden vast dat de gewasopbrengsten bij ploegen en een niet-kerende bewerking van eenzelfde grootte orde waren; bij suikerbieten gemiddeld 4% hoger,

terwijl bij maïs en wintertarwe gemiddeld 5% minder. De minderopbrengst bij maïs en wintertarwe werd in veel gevallen wel gecompenseerd door het feit dat er minder bewerkingsgangen nodig waren. De hogere opbrengsten bij aardappelen en bieten zijn vermoedelijk te danken aan een efficiënter watergebruik door de planten, omdat het water gemakkelijker vanuit de diepere bodemhorizonten naar de bouwvoor kan opstijgen. De onderzoekers concludeerden dat niet-kerende grondbewerking economisch haalbaar is (Masscheleyn, 2006). Ook vermeldt het artikel positieve effecten van minder intensieve grondbewerking op regenwormpopulaties.

Effect op gebiedsniveau

Op gebiedsniveau zal van deze maatregelen niet veel zichtbaar zijn. Hooguit zal er meer gras worden verbouwd om het behoud van het organische stofgehalte te bevorderen. De samenstelling van het bouwplan zal meer gemengd zijn, wat mogelijk positief uitwerkt op de agrobiodiversiteit.

2. Verhogen weerstand ziekten en plagen door aanleg singels, houtwallen, akkerranden etc.

De hogere temperaturen bij klimaatverandering geven extra risico's voor het optreden van ziekten en plagen. Het verbeteren van de natuurlijke leefomgeving van natuurlijke vijanden kan helpen om de plaagorganismen in toom te houden. In het FAB-project in de Hoeksche Waard wordt hier op praktijkbedrijven onderzoek naar gedaan.

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit

In het FAB-project (Scheele en Van Gurp, 2007) wordt functionele agrobiodiversiteit als strategie toegepast voor het onderdrukken van bladluis, koolluis, koolmotje en slakken in resp. tarwe, aardappelen en spruitkool. Over de hele breedte van het onderzoek kan de conclusie getrokken worden dat er een positief verband bestaat tussen de aanwezigheid van bloemstroken (zowel eenjarige als meerjarige) en de aantallen natuurlijke vijanden in de lucht en op de bodem. De invloed op bladluizen in aardappelen en tarwe waren duidelijk merkbaar, voor spruitkool was er wel een effect, maar dit bleek onvoldoende om schade aan het gewas te voorkomen. Voor spruitkool leek het noodzakelijk om gewasbeschermingsmiddelen als correctiemogelijkheid achter de hand te houden. Voor aardappelen en tarwe lijkt het goed mogelijk om door middel van FAB-maatregelen met behulp van scouting (regelmatige visuele controle van gewassen op ziekten en plagen) tot besparing van insecticiden te komen.
In het algemeen blijken FAB-maatregelen gemakkelijker inzetbaar bij akkerbouwgewassen dan in de tuinbouw. Een aantasting van het gewas door insecten leidt bij akkerbouwgewassen tot opbrengstderving, maar meestal niet tot verlies van de hele oogst. Als in de tuinbouw een product is aangetast, is het al gauw volledig onverkoopbaar. Het risico als er iets mis gaat is in de tuinbouw daardoor vele malen groter.

Effect op gebiedsniveau

Naast maatregelen op bedrijven zelf is het ook belangrijk om een gebiedsgericht biodiversiteitsplan te maken. Zo'n plan omvat een fijne groenblauwe dooradering van het agrarische oppervlakte en een aangepast beheer van dijken, bermen en slootkanten (Scheele en van Gurp, 2007). Waterschappen, gemeenten, provincie, natuurbeheersorganisaties kunnen als beheerder van de publieke ruimte daar een grote bijdrage aan leveren (Meerburg en Korevaar, 2009).

3. Vruchtwisseling

In de akkerbouw zijn rooivruchten winstgevend en zijn granen noodzakelijk als tussengewas voor een duurzaam gebruik van de bodem. Verruiming van het bouwplan (meer variatie in het organsische stof aanbod) leidt tot een hogere biodiversiteit. In engere zin helpt ook het inzaaien van granen met gras en

klaver of de teelt van een nagewas bij wintergranen. Ook contractteelten (reizende bollenkraam) en groenbemesters dragen bij aan variatie van het organische stofgehalte. Samenwerking tussen akkerbouw en veehouderij kan leiden tot een aanzienlijke verruiming van het bouwplan. In een onderzoek uitgevoerd door PPO “Advies uit de praktijk (2005)” blijkt dat 26% van de ondernemers in de akkerbouw hebben aangegeven de vruchtwisseling te willen verruimen, maar dit door de hoge kosten of geringe baten niet te doen. Het scheuren van grasland ten behoeve van de verruiming van de vruchtwisseling kan leiden tot een lagere ziektedruk, waardoor minder gewasbeschermingsmiddelen hoeven te worden ingezet.

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit
Door de drogere zomers en de kans op extreme neerslag neemt de behoefte aan een veerkrachtiger landbouwsysteem toe. Een systeem dat veel minder gevoelig is voor droogte of extreme neerslag. Ruimere bouwplannen met diepwortelende gewassen en groene gewassen in het najaar, leiden tot een hogere bodembiodiversiteit en bodemstructuur. De keerzijde van het verhaal is dat door de teelt van andere gewassen vaak extra investeringen moeten worden gedaan waardoor de vaste kosten van het bedrijf toenemen. Een ander aspect van de extensivering van de vruchtwisseling is het opnemen van vaak meer structuurverbeterende gewassen zoals granen die laag salderend zijn. Uit onderzoek blijkt dat dit op langere termijn economisch aantrekkelijk is. Economisch gezien wegen de baten op lange termijn op tegen de kosten op korte termijn, maar het vraagt eerst wel tijdelijke investeringen. Een praktische en goedkope korte termijn oplossing kan zijn om land tijdelijk te ruilen of verhuren tussen bedrijven en sectoren.

Effect op gebiedsniveau
Indien de bovengenoemde samenwerking op gebiedsniveau kan worden gerealiseerd dan leidt dat tot een toename van de biodiversiteit en een positief effect op de landschappelijke kwaliteit. Samenwerking zal ook kunnen door bijvoorbeeld jongvee in te scharen op tijdelijk op een akkerbouwbedrijf ingezaaid grasland.

4. Opbouw organische stof in boden (is een lange termijn maatregel)

Bij Melkveehouderij punt 1 en bij Akkerbouw punt 1 is al het nodige gezegd over de opbouw van organische stof. Het proces van afbraak van organische stof gaat altijd door, dit is een natuurlijk verschijnsel door de aanwezige bodemprocessen en zal bij hogere temperaturen nog sneller verlopen. Het proces van afbraak moet daarom gecompenseerd worden door een optimaal gebruik van organische stofstromen uit eigen bedrijf en/of omgeving.

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit
Opbouw van organische stof is een proces van de lange adem met een aantal aspecten die bijdragen aan opbouw en aspecten die weer zorgen voor afbraak van organische stof. De mestregelgeving stelt ook eisen aan de hoeveelheden organische stof die in de vorm van mest en andere recyclingsproducten toegepast mogen worden op een bedrijf (zie verder Akkerbouw punt 1). Aanvulling kan in de vorm van compost, dierlijke mest, groenbemesters of gewasresten. Belangrijk hierbij is een juiste C/N-verhouding. Grote hoeveelheden toegediende C onttrekt N aan de bouwvoor, waardoor aanvullende bemesting met een N-meststof noodzakelijk wordt. Het is daarom belangrijk om voor een optimale werking stabiele (dus nog niet volledig afgebroken) organische stof te gebruiken.

Voor de bedrijfsvoering geldt in het algemeen dat de voorgestelde maatregelen kostenverhogend kunnen zijn. Daar staat tegenover dat er ook een robuuster bedrijfssysteem ontstaat en opbrengsten ondanks

klimaatsverandering beter op peil blijven. Extra organische stof in de bodem is positief voor het bodemleven (Pronk & Korevaaar, 2009).

Effect op gebiedsniveau

Op gebiedsniveau zal van maatregelen om de organische stofgehalte van landbouwpercelen te vergroten niet veel zichtbaar zijn. Hooguit zal er meer gras worden verbouwd om in vruchtwisselingsjaren de opbouw van organische stof te bevorderen. Een ander optie is om op percelen organisch materiaal dat vrijkomt uit berm- en natuurbeheer te gebruiken. Plagsel van de heide wordt hier en daar in de omgeving (op kleine schaal) afgezet. Naar de toekomst toe zou nagedacht kunnen worden hoe er meer van deze organische stofstromen gebruik gemaakt kan worden en welke risico's (hygiëne en milieu) hieraan vast zitten. Door het toedienen van organisch materiaal komt er meer humus in de bouwvoor en wordt deze dikker. Dit is eigenlijk het eeuwenoude systeem dat voor de komst van kunstmest geleid heeft tot het ontstaan van de esgronden. Esgronden staan bekend als gronden die weinig droogtegevoelig zijn.

5. Teelt andere rassen en gewassen, zoals energiegewassen (mitigatie maatregel)

Naast optimalisatie van gewas- en raskeuze om in te spelen op de veranderde weersomstandigheden, kan het voor bedrijven ook aantrekkelijk zijn om andere gewassen te gaan telen. De bekendste voorbeelden zijn momenteel het telen van oliehoudende gewassen (bijv. koolzaad) voor biodiesel en maïs voor bijmenging als co-vergister in biogasinstallaties. Een andere optie is het telen van snelgroeiend hout (bijv. wilgen) op percelen die een functie krijgen bij het tijdelijk opvangen van water. Uit mitigatie oogpunt is het opwekken van energie uit landbouwproducten een interessante optie, want het helpt de input aan fossiele brandstoffen te verlagen.

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit

Een aantal landbouwgewassen zijn bruikbaar voor:

- Verbranding om elektriciteit en warmte op te wekken. Hierbij kun je denken aan hennep, miscanthus en wilg. Tot nu toe is dit geen rendabel alternatief voor landbouwproductie, hooguit kan het een alternatief zijn op gronden die vanwege waterbeheersmaatregelen uit de gangbare productie worden genomen.
- Als grondstof voor bio-diesel en bio-ethanol. Ethanol is een vervanger voor benzine en kan bijgemengd worden bij benzine. Ethanol kan uit graan, korrelmaïs, aardappelen en suikerbieten gewonnen worden. Voor bio-diesel moet je in Nederland vooral denken aan koolzaad. Als door klimaatverandering de temperaturen hoger komen liggen en de (na)zomers droger worden, ontstaan er ook mogelijkheden voor de teelt van zonnebloemen. Vooralsnog blijft de productie van plantaardige oliën uit deze gewassen voor de voedselindustrie een hoogwaardiger en daardoor beter betaalde afzet dan de bio-brandstoffenmarkt.
- Grondstof voor co-vergisting voor biogas productie. Het biogas wordt vervolgens gebruikt voor elektriciteit en warmte opwekking. Voor co-vergisting zijn zowel de gewassen zelf als gewasresten bruikbaar, ze worden vergist gemengd met dierlijke mest. Vooralsnog is alleen het benutten van gewasresten voor co-vergisting economisch rendabel. Een nadeel van co-vergisting van gewasresten is de onttrekking van deze resten aan de organische stof opbouwcyclus van de akker (zie Akkerbouw punten 1 en 4). Een ander nadeel kan zijn dat het bedrijf dat co-vergistingsproducten bijmengt (vaak een veehouderijbedrijf) een groot overschot aan nutriënten krijgt en dat tegen hoge kosten moet afzetten. Bij een structurele samenwerking tussen veehouderij- en akkerbouwbedrijven kunnen er afspraken gemaakt worden om de uitgegistte meststof weer terug te brengen naar het bouwland.

Effect op gebiedsniveau

Op gebiedsniveau geeft de teelt van energiegewassen een verrijking van het bouwplan en geeft dit een toename van de belevingswaarde van het landschap. Of dit laatste met niet inheemse soorten wenselijk is is nog maar de vraag. Energieopwekking in het gebied biedt een extra economische impuls aan het gebied. Er zijn op verschillende plaatsen in Nederland proefprojecten gestart of in voorbereiding waarin op lokale schaal producten en afvalstromen gebruikt worden in kleinschalige energiecentrales en biogas installaties. Naast verbranding van speciaal geteelde gewassen, kan in de energiecentrale ook snoeihout en ander organisch afval uit het landelijk en nabij gelegen stedelijk gebied verbrand worden. Co-vergisting is vaak een goed voorbeeld van samenwerking tussen veehouders en akkerbouwers. Energie-opwekking in kleinschalige centrales stimuleert samenwerking tussen boeren, terreinbeheerders en energieafnemers (bedrijven, woonwijken).

6. Versterken diversiteit in bouwplan om biodiversiteit te verhogen

Bij punt 5 is al het nodige gezegd over het opnemen van andere gewassen in het bouwplan. Daar is de verandering vooral ingegeven vanuit klimaatadaptatie en -mitigatie oogpunt. Ook om andere redenen kan een bedrijf kiezen voor meer diversiteit in het bouwplan. Bijvoorbeeld granen in plaats van snijmaïs, of de teelt van vlinderbloemigen om stikstof te binden en voor productie van eiwit. Granen en vlinder-bloemigen zijn voor voor fauna (vlinders, andere insecten en vogels) aantrekkelijker dan maïs.

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit

Een ruimere vruchtwisseling is gebruikelijk bij biologische bedrijven, maar ook in de gangbare landbouw is het een maatregel om minder gebruik van gewasbeschermingsmiddelen te hoeven maken. Meer di-versiteit in het bouwplan past prima bij multifunctioneel landgebruik. De variatie geeft extra voedsel voor flora en fauna en helpt om druk van ziekten en plagen te verminderen.
Klimaatverandering (vooral de hogere temperaturen) biedt kansen om gewassen te gaan telen die het tot tot nu toe minder goed doen in Nederland. Omdat de meeste van de gangbare akkerbouwgewassen die in Nederland geteeld worden van mediterrane oorsprong zijn, verwachten we niet dat door de hogere temperaturen huidige akkerbouwgewassen gaan verdwijnen.
In het project Boeren & Biodiversiteit wordt ervaring opgedaan met het vergroten van biodiversiteit op bedrijven. De houding van de ondernemers ten opzichte van biodiversiteit is positief. Ze zijn bewuster bezig gegaan met het benutten van de variatie en de mogelijkheden van bodem, gewas en dier (Bron: project Boeren & Biodiversiteit in Noord-Brabant).

Effect op gebiedsniveau

In het algemeen zal de grotere diversiteit aan gewassen door mens en dier gewaardeerd worden.

7. Randenbeheer groene dooradering (groene diensten)

Bij de uitwerking van de dooradering hebben we bij Melkveehouderij punt 8 de nadruk gelegd op blauwe diensten. In de akkerbouw denken we meer aan groene diensten. Verschillende landschapselementen zullen nu al op een bedrijf aanwezig zijn, nieuwe elementen kunnen worden toegevoegd, zoals houtwal-len, akkerranden en natuurvriendelijke oevers. Deze elementen vormen een schuil- en leefplaats voor flora en fauna.

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit

De genoemde landschapselementen kosten ruimte binnen het bedrijf en gaan waarschijnlijk ten koste van productiegrond. De landschapselementen verhogen de biodiversiteit. Natuurlijke predatie van fauna

uit de akkerranden en houtwallen kan helpen om het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen op agrarische gronden te verlagen.

Effect op gebiedsniveau

Randen worden momenteel meestal aangelegd vanuit de doelstellingen van natuur- en landschapsbeheer. Hiervoor zijn beheersvergoedingen vanuit de SAN-regeling van het Programma Beheer mogelijk. De aanleg van landschapselementen geeft een verfraaiing van het landschap en helpt ook bij het vergroten van het leefgebied voor nuttige plaagonderdrukkende organismen. Weg-, dijk- en bermbeheerders kunnen hieraan bijdragen door een ecologisch beheer toe te passen, zie verder punt 2.
Daarnaast kunnen er op gebiedsniveau afspraken gemaakt worden tussen boeren en andere landeigenaren voor groene en blauwe diensten die ze leveren en waarvoor ze een beloning ontvangen vanuit een streek- of landschapsfonds (bijvoorbeeld Streekrekening Het Groene Woud).

8. Natuurbeheer / agrarisch natuurbeheer

Bij agrarisch natuurbeheer op akkerbouwbedrijven moet je in eerste instantie denken aan randenbeheer. Randenbeheer helpt mee een groen blauw netwerk door het agrarisch gebied te realiseren hetgeen belangrijk is als verbinding tussen natuurgebieden voor soorten die vanwege het verschuiven van klimaatzones migreren naar andere meer geschikte biotopen. Doordat perceelsranden altijd gradiënten bevatten van voedselrijk naar voedselarm, van droog naar nat en verschillende hellingshoeken hebben, bieden ze een heel divers biotoop. De randen vormen belangrijke leefgebieden binnen een cultuurlandschap.

Zie verder de teksten bij Melkveehouderij punt 9.

Samenvattend beeld

Wanneer een mix van de bovenbeschreven maatregelen wordt toegepast ontstaat er een palet aan mogelijkheden en diversiteit. Door het toepassen zullen de percelen minder intensief worden gebruikt. Dit komt de functionele agrobiodiversiteit ten goede. Door in de ruimere vruchtwisseling ook nieuwe en andere gewassen, zoals energiegewassen mee te nemen wordt zowel de biodiversiteit als geheel als ook het landschap versterkt. Door de afname van de intentie en de investering in houtwallen, groenblauwe dooradering en agrarisch natuurbeheer neemt de druk op het gebied af. Hierdoor neemt de kwetsbaarheid van het gewas ten aanzien van Ziekte en plagen af. Overheid kan in deze stimulerend optreden en de ondernemers in het gebied prikkelen een stapje verder te doen. In ruil hiervoor zouden zij een schadevergoeding kunnen krijgen voor hun bijdrage in de vorm van een groen / blauwe dienst. De economische veerkracht van het gebied wordt hier mede mee versterkt..

4.4 Boomteelt: bedrijf met verschillende gewassen

De problematiek waar de boomteelt bij klimaatverandering naar verwachting als eerste tegenaan zal lopen is de gevoeligheid voor ziekten en plagen. Door de hogere temperaturen en meer extreme neerslag (zowel droogte als zware buien) zullen meer en andere ziekten en plagen gaan optreden. Daarnaast zullen de gewassen vanwege droogte extra beregend moeten worden. De beschikbaarheid van water van goede kwaliteit zal in droge zomers een toenemend knelpunt vormen. Klimaatverandering zal echter naar verwachting ook kansen bieden voor een breder gewasassortiment (Molenaar, 2005).

1. **Verhogen van agrobiodiversiteit om natuurlijke wering en bestrijding van ziekten en plagen te versterken**

Het assortiment boomteeltgewassen is enorm groot. Er vindt productie voor de Nederlandse markt plaats, maar er wordt ook veel geteeld voor de export. Het grote assortiment betekent dat ook de potentiële ziekten en plagen legio zijn.

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit

Sommige ziekten en plagen kunnen vrij eenvoudig worden bestreden door natuurlijke vijanden van de plaagorganismen te stimuleren. Bijvoorbeeld door het bieden van goede voortplantings- en overwinteringsmogelijkheden van deze natuurlijke vijanden. Natuurvriendelijk randen- en oeverbeheer, houtsingels, overjarige vegetatie langs sloten etc. zijn vaak al heel effectief. Een ruime vruchtwisseling van gevoelige teelten helpt ook. Voor andere soorten zullen gewasbeschermingsmiddelen onmisbaar blijven als men die gewassen economisch rendabel in Nederland wil blijven telen. Dit is zeker het geval om zeer risicovolle plagen en ziekten te bestrijden. Een uitbraak van quarantaine organismen kan dramatische gevolgen hebben voor de export. Denk aan de recente waarneming van de Aziatische boktor in Boskoop. Direct werd de hele handel in dat gebied stilgelegd. Het blijft een voortdurend zoeken naar alternatieven van gewasbeschermingsmiddelen in de vorm van biologische en/of mechanische bestrijding en het doorbreken van de levenscyclus door teeltmaatregelen. Veel bedrijven in Nederland hebben op hun randen beheerspakketen gesloten via de Subsidieregeling Agrarisch Natuurbeheer (SAN) van het Programma Beheer. Deze beheerspakketten zijn vooral gericht op ontwikkeling van een meer natuurlijke vegetatie op akker- en weideranden. Door een gericht beheer te voeren kan de waarde van deze randen voor nuttige insecten worden versterkt als voedsel voor tijden dat er geen gewassen op de percelen staan en als voortplantings-, schuil- en overwinteringsplek.

Effect op gebiedsniveau

Naast randenbeheer en teeltmaatregelen op de bedrijven zelf, kan ook met de inrichting en het beheer van de omgeving bijgedragen worden aan het stimuleren van natuurlijke plaagbestrijders. De keuze van soorten in bossages, maar ook het beheer zijn daarbij belangrijk. Bijvoorbeeld niet alle bermen binnen enkele dagen helemaal kaal maken, maar stukken afwisselend maaien en op sommige plaatsen de vegetatie de winter over laten staan. Waterschappen en gemeenten kunnen bij het beheer van hun wegen, kades en watergangen hierop inspelen (Meerburg & Korevaar, 2009).

2. **Aanleg van zoetwaterbasis voor opvang van overtollig regenwater van eigen bedrijf en benutten daarvan voor beregening in droge perioden**

Boomteeltgewassen hebben een hoge toegevoegde waarde per ha. Het zal in de boomteelt dan ook veel eerder lonend zijn om te beregenen dan in de akker- en weidebouw. Droogte geeft namelijk een onregelmatig groei en vaak ook een minder goede vertakking van sierteeltgewassen. Tegelijkertijd zal het beleid t.a.v. wateronttrekking voor beregening strenger worden, waardoor de mogelijkheden om gewassen te beregenen met oppervlakte- of grondwater verder beperkt worden.

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit

Gezien de risico's van watertekort en onvoldoende waterkwaliteit zullen boomteeltbedrijven er verstandig aan doen om zich voor te bereiden op de gevolgen van klimaatverandering door zelf zoetwaterbassins aan te leggen waaruit in droge perioden beregend kan worden en waarin in natte perioden overtollige

neerslag wordt opgevangen. Een eigen wateropslag betekent dat er minder een beroep gedaan hoeft te worden op het toch al schaarse grond- en oppervlaktewater. Het water voegt voor diverse dieren, vooral vogels en insecten een extra element toe aan hun leefgebied, hetgeen vooral interessant is in gebieden met weinig oppervlaktewater.

Effect op gebiedsniveau

Op bedrijfsniveau zal een ondernemer vaak kiezen voor een recht toe, recht aan foliebassin. Op gebiedsniveau zullen ook waterschappen aanpassingen moeten maken in hun waterbeheer om de gevolgen van klimaatverandering op te vangen. Ze zullen maatregelen nemen om in perioden met zware neerslag het overtollige water op te vangen, zodat benedenstrooms steden en infrastructuur droog blijven. Dit zullen grote meer natuurlijk aangelegde vijvers zijn. Het water uit de opvangvijvers kan in droge perioden gebruikt worden om beken te blijven voeden en mogelijk ook voor beregening van land- en tuinbouwgewassen. In het kader van groen blauwe diensten kunnen naar verwachting over enkele jaren landeigenaren afspraken maken met waterschappen en/of andere gebiedspartijen om wateropslagvoorzieningen op hun gronden mogelijk te maken. Tegenover deze dienstverlening zal dan een passende beloning staan vanuit een gebiedsfonds. Als het een piekopslag is voor enkele dagen, dan kan de wateropslag nog gecombineerd worden met een landbouwproductie, bijvoorbeeld extensief grasland. Als het water langere tijd blijft staan, kan dit gecombineerd worden met riet of wilgenteelt. Bij min of meer permanente wateropslag, zal er combinatie met een productiefunctie niet meer mogelijk zijn.

3. Aanleg drainage voor snelle afvoer water van percelen in natte perioden

In de zomers wordt het aanzienlijk droger, maar tegelijk zullen er af vaker extreme buien optreden met ernstige wateroverlast. Ook in de winters wordt het natter. Van verschillende boomteeltgewassen zijn de wortelkluiten erg gevoelig voor rotting als ze te lang nat blijven.

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit

Drainage van boomteeltpercelen zal ook op zandgrond nodig zijn om dit probleem te ondervangen. Een alternatief zou het ‘los van de grond’ telen kunnen zijn, dit vindt al op grote schaal bij potplanten plaats, maar is wel aanzienlijk duurder.

Effect op gebiedsniveau

Van deze maatregel wordt geen direct effect op de omgeving verwacht.

4. Aanleg houtsingels (t.b.v. windbreek bij zware buien)

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit

Bomen los van de grond telen heeft nog een nadeel. Bij heftige buien, zeker als deze gepaard gaan met veel wind, waaien de bomen om. Het is erg arbeidsintensief om alle bomen en potten daarna weer rechtop te zetten. Ook bij teelt in de grond zullen bomen - die recent verplaatst zijn en zich nog niet goed met wortels hebben kunnen verankeren - scheef waaien en weer rechtop gezet moeten worden. De aanleg van windbreeksingels is een goede investering om dit risico te verkleinen.
De windsingels bieden een extra habitat voor veel planten en dieren. Deze windsingels zijn namelijk permanent in tegenstelling tot de boomteeltgewassen die na één of enkele seizoenen weer gerooid worden. De windsingels zorgen ook voor een verandering in het microklimaat, hetgeen aantrekkelijk is voor insecten.

Het microklimaat kan er echter ook voor zorgen dat naastliggende planten langer vochtig blijven en meer last krijgen van (schimmel)ziekten en plagen.

Effect op gebiedsniveau

Windsingels bieden in gebieden met weinig opgaande begroeiing een extra habitat en een verrijking van het landschap. In meer dichtbegroeide gebieden, zoals het Groene Woud, zal de meerwaarde ecologisch en landschappelijk geringer zijn. Windsingels rond boomteeltpercelen zorgen er ook voor dat de gewassen aan het oog onttrokken worden. Of dit winst is, hangt af van de type boom/struik dat in de windsingel geplant is en van het boomteeltgewas op het betreffende perceel.

5. Waterbergingsopgave en blauwe dooradering

Effect bedrijfsvoering, klimaat en agrobiodiversiteit

Bij punten 1 en 2 is aangegeven dat de aanleg van waterbassins in de boomteelt veel eerder lonend zal zijn dan in andere sectoren. Het kost de tuinder echter wel bedrijfsoppervlakte om een waterbassin aan te leggen. Bij klimaatverandering zal ook het waterschap maatregelen moeten nemen, door in het stroomgebied van beken water langer vast te houden en op te slaan, om wateroverlast benedenstrooms te voorkomen. In sommige gevallen zal het waterschap opvangvijvers moeten aanleggen. Voor tuinders en waterschap kan het aantrekkelijk zijn om een gezamenlijke wateropvang te realiseren.

Effect op gebiedsniveau

Aanleg van windbreeksingels (met bijv. elzen) en wateropvangbassins vergroten de natuurlijke diversiteit in het gebied en bieden extra biotoop voor verschillende planten- en diersoorten. Ze versterken daarmee de groen blauwe dooradering van het gebied en helpen daarmee de EHS robuuster te maken. Door extra waterpartijen neemt ook de landschappelijke belevingswaarde van het gebied toe. De aanwezigheid van water wordt door bezoekers hoog gewaardeerd.

Samenvattend beeld

De boomteelt is een kapitaalintensieve teelt en daarbij extra gevoelig voor de klimaatveranderingen. De druk op goede kwaliteit is groot. Het bedrijfsrisico van de klimaatveranderingen is behoorlijk toegenomen. Het bedrijf zal maatregelen moeten toepassen om direct te anticiperen op de gevolgen. Zo zal een zoetwaterbassin kunnen worden aangelegd om altijd te kunnen beschikken over voldoende zoetwater voor beregening aan de andere kant zal er een goed afwateringssysteem moeten zijn om overtollige neerslag op te vangen. Deze maatregelen zijn relatief duur, maar kunnen voor deze kapitaalintensieve teelt wel uit. Andere maatregelen zijn het versterken van de functionele agrobiodiversiteit zodat het bedrijf minder kwetsbaar is voor ziekte en plagen. Een houtsingel rondom de percelen kan hierbij heel effectief zijn om ook gevolgen van stromen te verkleinen. De kans van klimaatverandering voor de sector zit in de structurele verhoging van de temperatuur in de winter als ook in de zomer. Hierdoor kunnen veel meer soorten worden gekweekt. De keerzijde hiervan is de insleep van allerlei nieuwe ziekte en plagen. Uiteindelijk zal de diversiteit in het gebied toenemen en zal er landschappelijk een plus zijn. Juist door de zoetwaterbassins goed in te passen en eventueel te combineren met de maatschappelijke waterberging biedt dit kansen. Ook kansen voor samenwerking van de telers onderling. Hiertoe zal een concentratie van boomtelers in een gunstig gebied de voorkeur hebben. De betekent op gebiedsniveau een prioritering van te stimuleren functies.

4.5 Literatuur

- Aequator Groen & Ruimte, 2006. Boeren met Water II Effect waterconservering op een proefbedrijf nabij Appelscha. Aequator Groen & Ruimte, Dronten
- Aequator Groen & Ruimte, 2008, Bestrijding watertekorten in de landbouw, in opdracht van waterschap Hunze en Aa's Aequator Groen & Ruimte, Dronten
- Agro biodiversiteit en duurzaam bodembeheer Spade http://www.spade.nl/projecten.asp
- Duurzaam bodemgebruik in de landbouw, SenterNovem 2006
- Handleiding bodemgeografisch onderzoek, Staring Centrum, 1995
- Huinink, J.T.M. (1995), Bodembeschrijving en geschiktheidsbeoordeling. Publicatie 37. IKC-MT, Ede
- Korevaar, H. & R.H.E.M. Geerts. 2009. Re-introduction of grassland species still successful after a decade. Grassland Science in Europe 14: 497-500
- Masscheleyn, P. 2006. Meerjarige niet-kerende bodembewerking toont positieve effecten. Landbouw & Techniek 18. 20 oktober 2006: 26-27
- Meerburg, B.G., H. Korevaar. 2009. Ecologisch beheer van de publieke ruimte: mogelijkheden voor natuurtechnisch dijk-, slootkant- en wegbermbeheer, toegespitst op de Hoeksche Waard. Rapport 280 Plant Research International, Wageningen.
- Molenaar, M. 2005. het klimaat verandert! Dus…? De Boomkwekerij, 14 oktober 2005: 19-20.
- Project Boeren & Biodiversiteit in Noord Brabant. Inhoudelijk en financieel eindrapport.
- Pronk, A. & H. Korevaar. 2008. Possibilities to increase organic matter in arable production systems. Report 213. Plant Research International, Wageningen.
- Schaap, B, G. Blom-Zandstra, I. Geijzendorffer, T. Hermans, R. Smidt & J. Verhagen. 2009. Klimaat en landbouw Noord-Nederland. Rapportage van fase 2. Nota 629. Plant Research International, Wageningen.
- Scheele, H. & Van Gurp, H. 2007. Eindrapportage FAB 2005-2007. LTO Projecten, Tilburg. 47 blz.
- Snyder, C.S., T.W. Bruulsema, T.L. Jensen & P.E. Fixen. 2009. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects . Agriculture, ecosystems & Environment, 133: 247-266
- Bestrijding watertekorten in de landbouw" door Aequator Groen & Ruimte (2008) in opdracht van Waterschap Hunze en Aa's
- PPO "Advies uit de praktijk (2005")

5 PRESENTATIE SYMPOSIUM

De hiervoor beschreven maatregelen en inventarisatie van de risico's zijn verwerkt in een powerpoint-presentatie. Deze presentatie is door Hein Korevaar gegeven op 14 april 2010 tijdens het symposium 'Multifunctioneel landgebruik helpt natuur en ondernemers in Brabant'.

Multifunctioneel landgebruik; wat biedt het aan mogelijkheden voor klimaatadaptatie en agrobiodiversiteit op landbouwbedrijven?

Hein Korevaar en Miriam van Meeteren

Symposium Multifunctioneel landgebruik helpt natuur en ondernemers in Brabant
Schaijk, 14 april 2010





PLANT RESEARCH INTERNATIONAL
WAGENINGEN UR

AEQUATOR
groen & ruimte

Drie vragen:

1. Welke risico's levert klimaatverandering op voor de landbouw?
   - presentatie van Hasse Goosen

2. Met welke maatregelen kan landbouw anticiperen op klimaatverandering
   - om eigen bedrijfsvoering klimaatproof te maken
   - om bijdrage te leveren aan het klimaatbestendiger maken van de omgeving
   - wat zijn de gevolgen voor (agro)biodiversiteit en natuur

3. Welke kansen biedt klimaatverandering voor de landbouw?

Risico's

- Klimaatverandering heeft gevolgen voor hele samenleving, ook landbouw moet maatregelen nemen om bedrijfsvoering aan te passen (adaptatie).
- Niets doen is op de langere termijn geen optie
- Consequenties voor de landbouw in kaart gebracht voor verschillende klimaatveranderingseffecten

Klimaatscenario's van KNMI

Klimaatprobleem	*Gemiddeld over de periode 1906-2000*	*Bij klimaatverandering, verwacht in jaar 2050 (W^+ scenario)*
Droge zomer, gemiddeld vochttekort (mm)	144	220
Herhalingstijd voor een neerslagtekort vergelijkbaar met 2003 (jaar)	9,7	2

Frequentie van klimaatgebeurtenissen per maand

(scenario W+ rond 2040 Noord Nederland; voor teelt van aardappelen is per klimaatfactor aangegeven hoe veel vaker deze factor voorkomt in die maand over een periode van 30 jaar vergeleken met situatie rond 1990; bron KNMI)

Klimaatimpact	*J*	*F*	*M*	*A*	*M*	*J*	*J*	*A*	*S*	*O*	*N*	*D*
Hevige regenval					0	0	0	-1	1	0		
Hittegolf							12	12	3			
Warm en nat							6	6	2			
Extreme hitte						0	0	0				
Aanhoudend nat					-2	-4	-5	-3	-1			
Aanhoudend warme winter	2	3	8									1

Algemeen

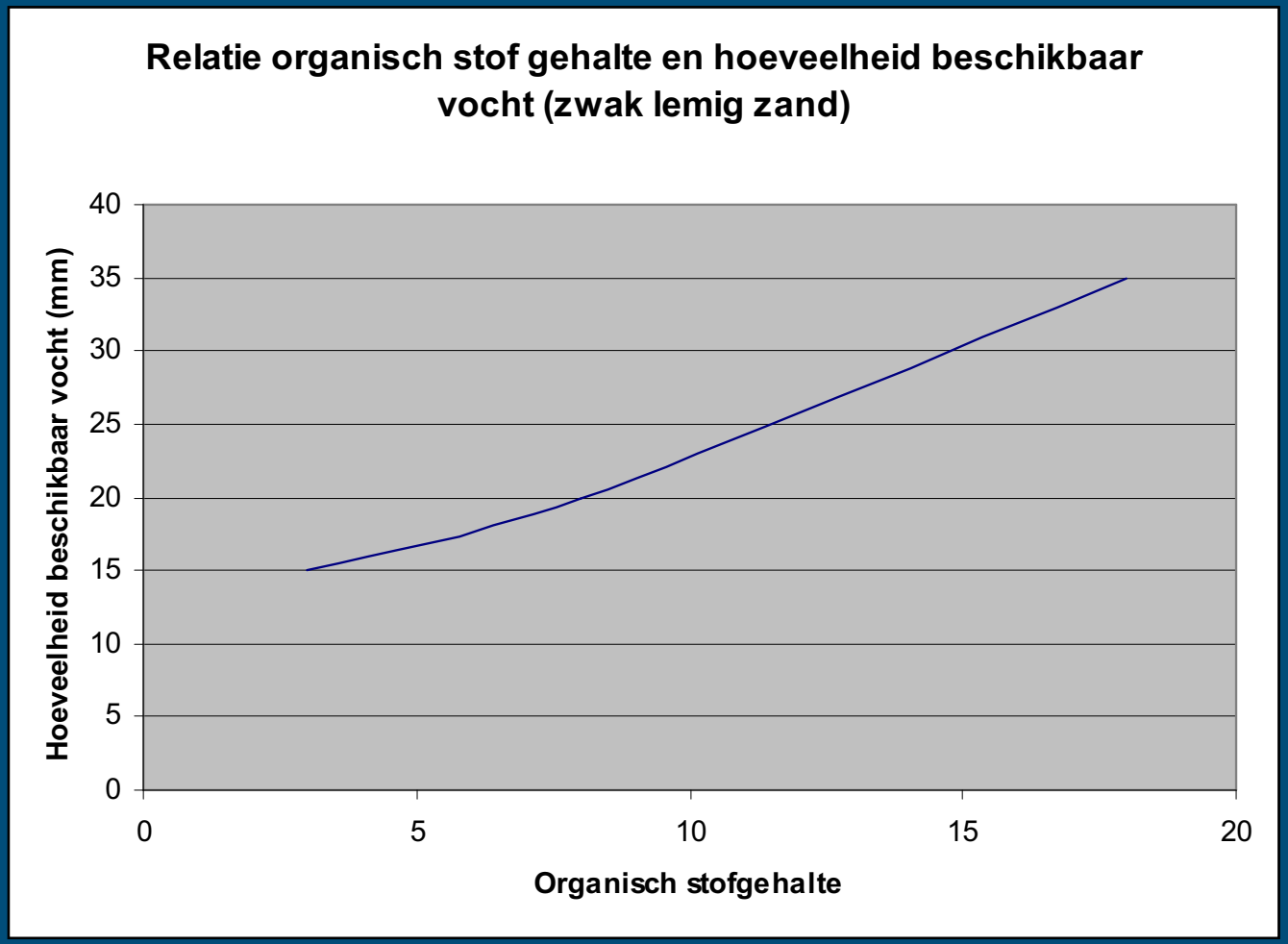
- Grootste klimaateffecten op zandgronden in Noord Brabant worden verwacht van droogte en weersextremen

- Beregenen wordt steeds belangrijker, zoet water wordt schaarser, noodzaak om daadwerkelijk maatregelen te nemen:
  - efficiënter beregenen
  - verhogen veerkracht van bodem en bedrijf
  - extensiveren van bepaalde bedrijfsonderdelen
  - combinatie met blauwe en groene diensten

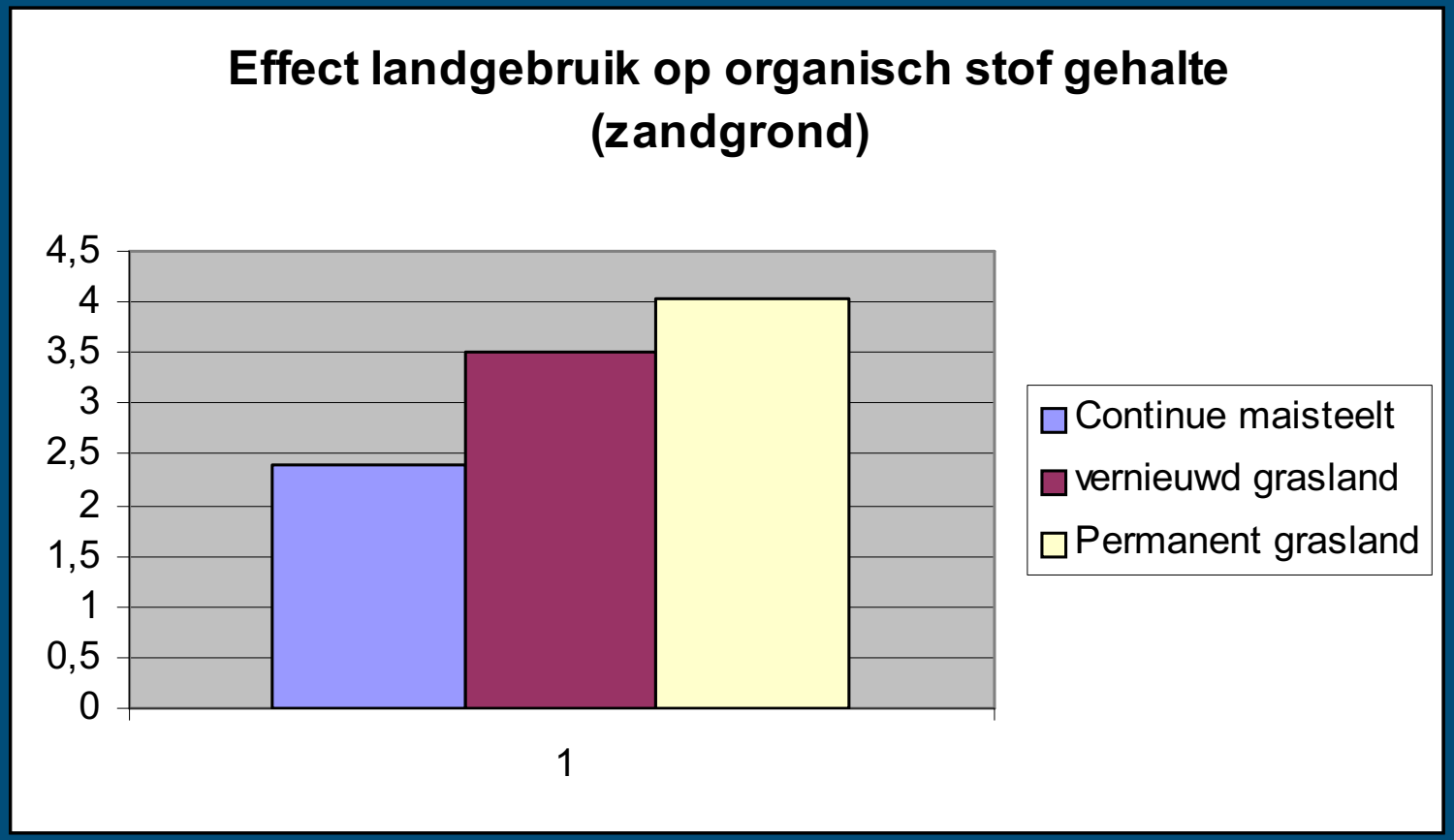
Maatregelen

- Voor sectoren melkveehouderij, akkerbouw, vollegronds-groenteteelt en boomteelt
- Maatregelen van belang voor alle sectoren:
  - meer organische stof in de bovengrond (dia 8/9)
  - verbeteren vochtvasthoudend vermogen van de bodem
  - optimalisatie van beregening (dia 10)
  - waterconservering en waterberging (dia 11/12)
  - teelt van andere gewassen of rassen
  - groenblauwe dooradering (dia 13/14)
  - meer samenwerking tussen bedrijven en regionale afstemming
- Specifieke maatregelen voor een sector
- Een maatregelenpakket is maatwerk per bedrijf

Belang van organische stof in de bovenste laag

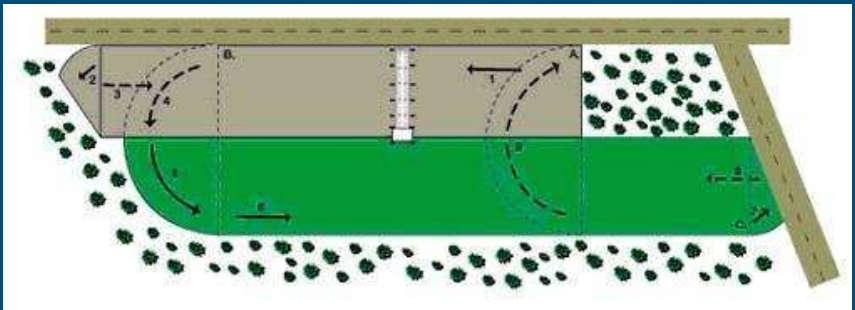


Effect van landgebruik op organische stofgehalte



Optimaliseren van beregening

- Beregening is noodzakelijk voor de productie; noodzaak zal verder toenemen door klimaatverandering
- Zoeken naar alternatieve beregeningssystemen bijv. pivot of druppelbevloeiing
- In combinatie met wateraanvoer, waterberging en/of waterconservering
- Extra aandacht voor waterkwaliteitsaspecten





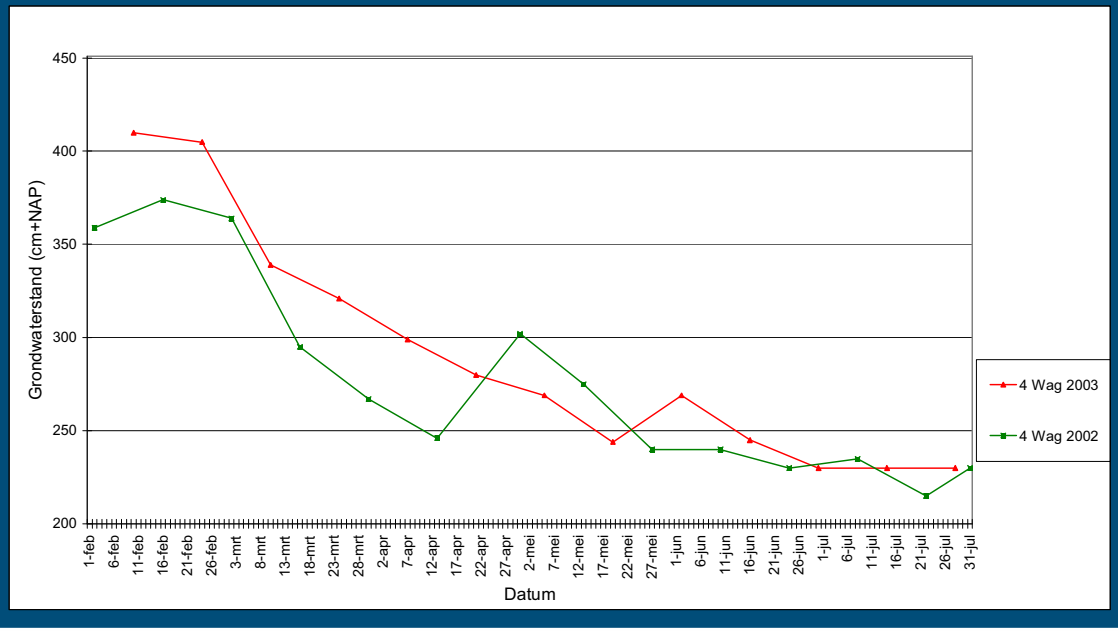
Waterconservering

- Verhogen van de grondwaterspiegel, door:
  - “groene stuwen”
  - verhogen slootbodems
  - verhogen duikers
  - dempen van sloten
  - infiltratie via drainage







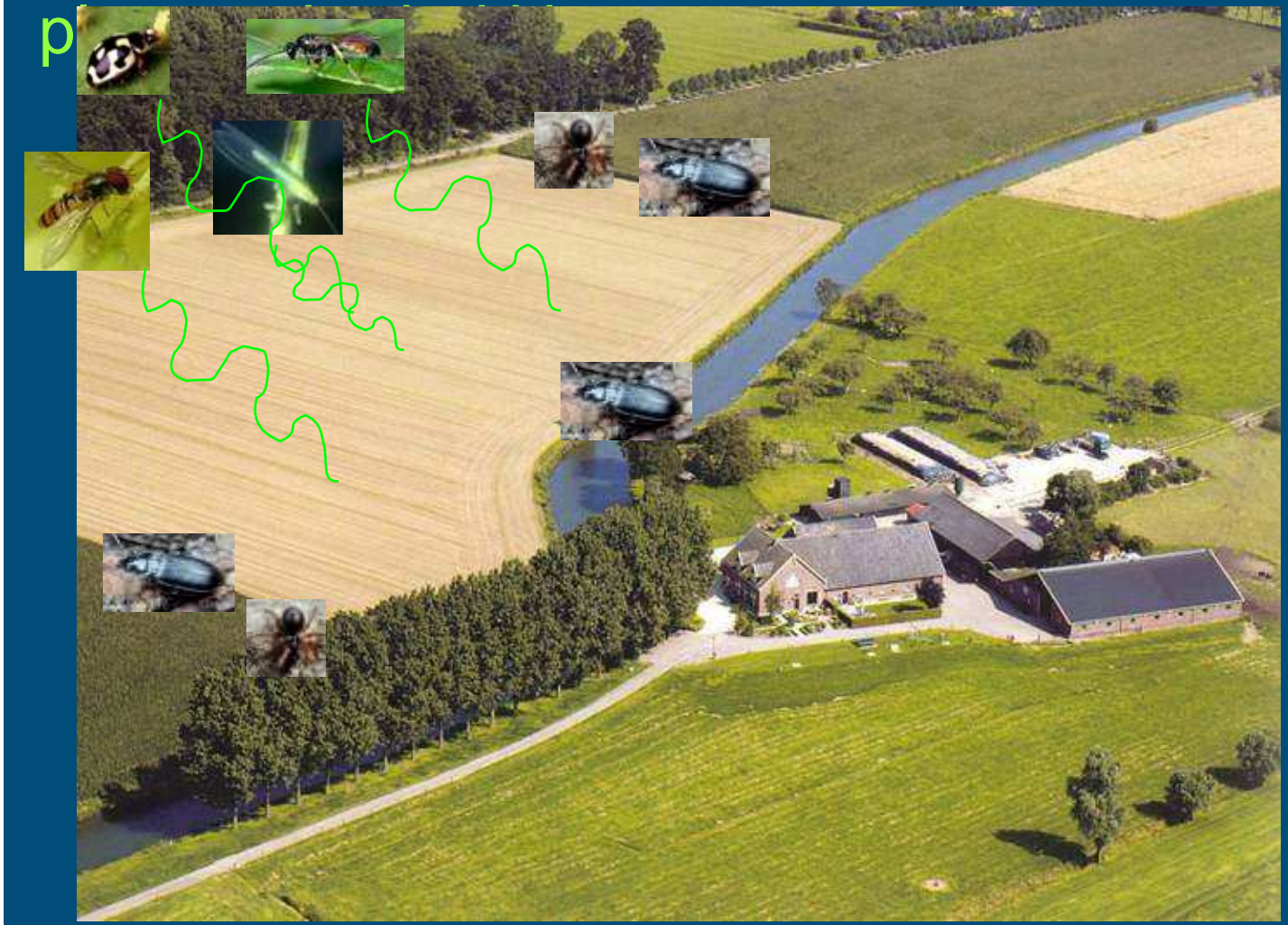


Tijdelijke waterberging



- Opvangen van piekbelasting bij extreme buien
  - overloopgebieden
  - retentiebekkens
  - t.b.v. niet landbouw functies
- Water vasthouden voor o.a. beregening in droge perioden
  - opslag in watersysteem zelf
  - opslag in retentiebekkens
  - infiltratie in de bodem
- Robuuster watersysteem (= maatschappelijke vraag)
- Neveninkomsten uit blauwe diensten

Groenblauwe dooradering; natuurlijke p



Randen bieden leefgebied voor nutige insecten en vogels die schadelijke organismen eten

PLANT RESEARCH INTERNATIONAL
WAGENINGEN UR

AEQUATOR
groen & ruimte

Groen blauwe dooradering; versterken van natuur

- Versterking van (natte) ecologisch netwerk
- Vergroting natuurlijke biodiversiteit
- Positief voor landschappelijke kwaliteit
- Neveninkomsten uit groene diensten





PLANT RESEARCH INTERNATIONAL
WAGENINGEN UR

AEQUATOR
groen & ruimte

Voorbeelden van sector-specifieke maatregelen

- Melkveehouderij
  - optimalisatie van beregening (dia 16)
  - teelt andere gewassen/grasmengsels (dia 17)
- Akkerbouw,
  - stimuleren functionele agrobiodiversiteit (dia 18)
  - teelt van energiegewassen (dia 19)
- Vollegrondsgroenteteelt
  - rijpadenteelt (dia 20)
  - omgekeerde drainage (dia 21)
- Boomteelt
  - aanleg zoetwaterbassins (dia 22)

Melkveehouderij: optimalisatie van beregening

- Gevolgen op bedrijfsniveau
  - enkele percelen intensief beregenen
    - afhankelijk van capaciteit installatie, beweiding en ruwvoerpositie
  - andere percelen tijdens droogte ‘met rust laten’
    - deze percelen niet meer beregenen; evt. andere rassen en of teelten; extensivering (agrarische) natuurbeheer
  - behoud van bodembiodiversiteit
- Gevolgen op gebiedsniveau
  - minder onttrekking van water aan omgeving
  - in combinatie met waterconservering en/of waterberging
  - positief neveneffect indien aangepaste bedrijfsvoering
    - toename van biodiversiteit

Melkveehouderij: andere grasmengsels

Graszaadmengsel	*Aantal soorten per 100 m2*	*Droge stof productie (kg/ha/j)*	*VEM in vers gras per kg ds*
1. Met vlinderbloe-migen en kruiden	22.7	6747	649
2. Soortenrijk met veel wilde soorten	29.7	4025	682
3. Mengsel van Engels raai en andere grassen	20.7	3190	729







Akkerbouw: stimuleren functionele agrobiodiversiteit

- Bedrijfsniveau
  - stimuleren natuurlijke vijanden
    - natuurvriendelijk randen- en oeverbeheer
  - ruime vruchtwisseling van gevoelige teelten
  - gewasbescherming blijft nodig voor sommige teelten
    - zoeken van alternatieven
    - doorbreken levenscyclus
    - voorkomen van uitbraak van quarantaine organismen
- Gebiedsniveau
  - met inrichting en beheer van omgeving stimuleren van natuurlijke plaagbestrijders
    - gefaseerd bermbeheer

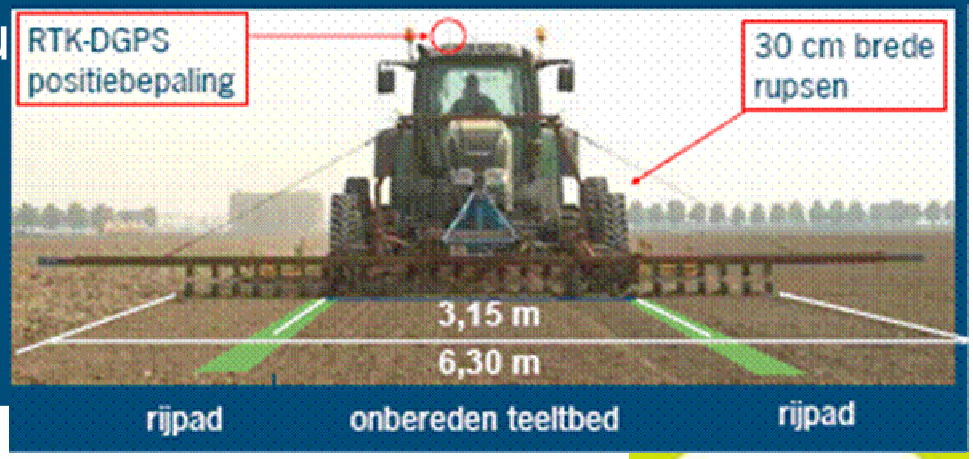


Akkerbouw: teelt van energiegewassen

- Gevolgen op bedrijfsniveau
  - bijvoorbeeld teelt van energiegewassen:
    - hout: verbranding om elektriciteit en warmte mee op te wekken
    - oliegewassen en granen: grondstof voor biodiesel en bio-ethanol
    - maïs: grondstof voor co-vergisting en biogas productie
  - variatie vermindert druk van ziekten en plagen
  - kan extra inkomsten bieden
- Gebiedsniveau
  - verrijking van het bouwplan
  - toename belevingswaarde van het landschap
  - discussie over inzet uitheemse gewassen en daarmee kans op invasie van exoten

Vollegrondsgroenteteelt: rijpadenteelt

- Gevolgen voor bedrijfsniveau
  - hoge kosten ineens
  - heeft opbrengstverhogend effect
  - betere waterafvoer bij extreme buien
  - betere bodemstructuur = positief voor bodemleven
- Gevolgen op gebiedsniveau
  - verbetering bodemleven
    = positief voor biodiversiteit



PLANT RESEARCH INTERNATIONAL
WAGENINGEN UR

AEQUATOR
groen & ruimte

Vollegrondsgroenteteelt: omgekeerde drainage



- Gevolgen voor bedrijfsniveau
  - door kapitaalintensief gewas hoge noodzaak voor beregening en zeer gevoelig voor extreme buien
  - omgekeerde drainage is duur €1200 per ha
  - aanleg van waterbassins bij intensieve teelten nodig
- Gevolgen voor gebiedsniveau
  - watervoerendheid van de sloten = positief voor biodiversiteit
  - discussie over locatie van kwetsbare teelten in het gebied

Boomteelt: aanleg zoetwaterbassins



- Gevolgen voor bedrijfsniveau
  - voldoende water van goede kwaliteit
  - opvang water van eigen bedrijf en gebruiken voor beregening bij droogte
  - foliebassin
- Gevolgen voor gebiedsniveau
  - combineren met waterbergingsbassins in gebied voor piekopvang bij extreme buien
  - landschappelijke inpassing, evt. combinatie met riet, wilgen
  - versterking natuurwaarden

Kansen voor bedrijf en gebied (1)

- Minder kwetsbaar (climate proof) bedrijf en gebied
  - maatwerk afhankelijk van type ondernemer, soort bedrijf en fysieke omstandigheden in betreffende gebied
- Hogere productie door langer groeiseizoen en hogere temperaturen
- Uitbreiding gewasassortiment
- Functionele agrobiodiversiteit, groen blauwe dooradering en ruime vruchtwisseling helpen mee om (sommige) ziekten en plagen te beheersen en natuur te versterken

Kansen voor bedrijf en gebied (2)

- Waterbeheer door bedrijven zelf en ook op gebiedsniveau
  - vasthouden van kwalitatief goed zoet water in watersysteem, retentiebekkens en bodem, ook t.b.v. beregening
  - opvangen van extreme neerslag om schade te beperken in bebouwde omgeving en kwetsbare landbouwgebieden
- Extra inkomen door groen blauwe diensten, uit verkoop (streek)producten, recreatie etc.
- Efficiëntieverhoging door samenwerking tussen bedrijven onderling en tussen landbouwbedrijven, waterschappen en terreinbeherende organisaties


Realisatie Waterproject Lankheet
Hier worden proefvelden met riet aangelegd
voor de zuivering van beekwater.
Het riet dient na de oogst als biomassa voor groene energie.
Met het gezuiverde water worden verdroogde
bossen bevloeid en oude beekstelsels hersteld.
Meer info: www.hetlankheet.nl
Dit project wordt
medegefinancierd
door de Europese Unie
FILA