FACTSHEET RAPPORT ADAPTATIEMAATREGELEN

CARE 2014

INHOUDSOPGAVE

1 > LEESWIJZER 3

2 > ADAPTATIEOPTIES 5



L1 ANDERE RASSEN EN GEWASSEN 6

L2 GEWASMANAGEMENT 14

L3 HITTE MANAGEMENT VEE 20

L4 WATERBEHEER OP HET AGRARISCH BEDRIJF 24

L5 BODEMVERBETERING LANDBOUW 31

L6 LANDBOUW VERBREDING 38



N1 BEHEER NATUURGEBIEDEN 44

N2 VERBINDEN NATUURGEBIEDEN 49

N3 VERGROTEN NATUURGEBIEDEN 55

N4 ONTWIKKELEN HETEROGENITEIT 60

N5 WATERBEHEER BINNEN NATUURGEBIEDEN 66



W1 VOORKOMEN PIEKAFVOEREN 73

W2 WATERTEKORTEN VOORKOMEN 78

3 > KANSEN VOOR INTEGRATIE 83

4 > GEBRUIK FACTSHEETS IN PLANNINGSSESSIE 88

BIJLAGE 1 OVERZICHT HOOFDADDAPTATIEMAATREGELEN EN ADAPTATIEOPTIES 95

COLOFON 96

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

1 › LEESWIJZER

UITLEG INTERACTIEVE PDF

Deze interactive PDF onderscheidt zich van een normale PDF doordat het elementen bevat die een snelle navigatie mogelijk maken.

Bovendien kan door middel van knoppen informatie zichtbaar of onzichtbaar worden gemaakt. Extra functionaliteit wordt gemarkeerd door het volgende symbool:



Ook wordt er naar naar bronnen buiten deze pdf verwezen. Deze worden op de volgende manier gemarkeerd:

Deze tekst bevat een link naar een externe bron.

Dit rapport geeft een overzicht van adaptatiemaatregelen die ons ter beschikking staan om de negatieve effecten van klimaatverandering op te vangen. Het rapport richt zich specifiek op de hogere zandgronden. De lijst met maatregelen is tot stand gekomen tijdens een workshop met deskundigen in het kader van het onderzoeksproject CARE (klimaatadaptatie in het landelijk gebied; onderdeel van het Onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat). Het rapport presenteert de meest gangbare adaptatiemaatregelen en heeft niet tot doel om een volledig overzicht van mogelijke maatregelen te geven.

Het rapport is opgebouwd vanuit drie belangrijke gebruikersgroepen van het landelijk gebied: de agrariër, de natuurbeheerder en de (drink)waterbeheerder. In totaal zijn 13 zogenaamde factsheets met hoofdadaptatiemaatregelen beschreven, waarvan er 6 kunnen worden uitgevoerd door de agrariër, 5 door de natuurbeheerder en 3 door de (drink) waterbeheerder. Per hoofdmaatregel zijn er vervolgens verschillende adaptatieopties mogelijk, dit zijn verschillende manieren om de adaptiemaatregel uit te voeren. In totaal zijn 46 adaptatieopties beschreven.

De factsheets staan beschreven in **Hoofdstuk 2**. Iedere factsheet beschrijft de hoofdadaptatiemaatregel en de verschillende adaptatie opties. Daarnaast is aandacht voor:

Voor welke effecten van klimaatverandering biedt de adaptatiemaatregel een oplossing?
Sommige maatregelen lossen meerdere klimaatproblemen tegelijk op. Deze maatregelen kunnen vanuit het oogpunt van efficiency voordelen bieden ten opzichte van maatregelen die maar één aspect van klimaatverandering oplossen.

Wie voert de maatregel uit en is er synergie mogelijk met andere sectoren?
Een adaptatieoptie is gericht op het oplossen van een klimaatprobleem voor een bepaalde sector, maar heeft vaak ook invloed op de andere sectoren. Die invloed kan positief of negatief zijn of neutraal (geen invloed). De maatregelen die ook gunstig uitpakken voor de andere sectoren zijn de maatregelen waar synergie te bereiken is tussen sectoren.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

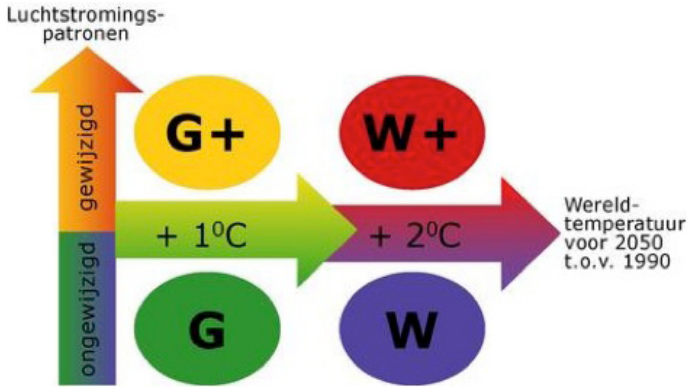
Voorbeelden en illustraties
De adaptatiemaatregel wordt toegelicht met behulp van voorbeelden, illustraties en visualisaties.

Verdieping
Achtergrondinformatie over de adaptatiemaatregel. Voor sommige van de adaptatiemaatregelen is tijdens het CARE onderzoek nieuwe kennis ontwikkeld in een van de case-studiegebieden: Baakse Beek en Tungelroyse beek. Deze voorbeelden zijn opgenomen.

Klimaatscenario's
In de factsheets wordt verwezen naar verschillende klimaatscenario's. Het KNMI heeft een vier scenario's voor de verwachte veranderingen in het klimaat in Nederland opgesteld (figuur 1.1; van den Hurk et al. 2006). De scenario's verschillen in de mate van temperatuurstijging: een gematigde temperatuurstijging van 1°C in 2050 (G-gematigde-scenario's) en in de warmere scenario's een temperatuurstijging van 2°C (W-warme-scenario's). Daarnaast zijn veranderingen in de luchtstromingspatronen (in het G+ en W+ scenario) van grote invloed op de neerslag en het optreden van extreme weersomstandigheden. Het W+ scenario is het meest droge scenario, met grotere kans op droge perioden in de zomer.

In **hoofdstuk 3** zijn kansen voor integratie beschreven. De verwachting is dat maatregelen waarbij synergie mogelijk is tussen de sectoren en die bovendien meerdere klimaatproblemen oplossen de beste kansen bieden om te komen tot een geïntegreerde gebiedsadaptatie. Daarnaast is de acceptatie van maatregelen door de verschillende gebruikersgroepen een belangrijke randvoorwaarde. De waardering voor de verschillende adaptatieopties is gemeten met behulp van een enquête.

Hoofdstuk 4 geeft een voorbeeld hoe de factsheets kunnen worden gebruikt in gebiedsprocessen. Het betreft een planningssessie ter ondersteuning van het gebiedsproces in de Baakse Beek.



Figuur 1.1 Overzicht KNMI'06 klimaat scenario's voor 2050 (Bron: van den Hurk et al. 2006)

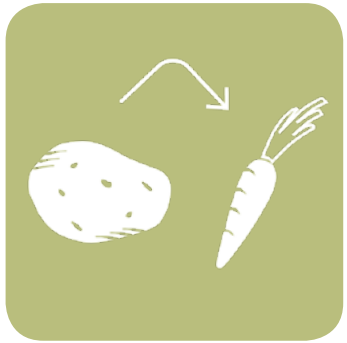
Literatuur

Hurk, B. van den, A.K. Tank, G. Lenderink, A. van Ulden, G.J. van Ol-denborgh, C. Katsman, H. van den Brink, F. Keller, J. Bessembinder, G. Burgers, G. Komen, W. Hazeleger en S. Drijfhout (2006). KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands. KNMI Scientific Report WR 2006-01, De Bilt.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

2 › ADAPTATIEOPTIES

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



L1 ANDERE RASSEN EN GEWASSEN

① BESCHRIJVING ADAPATIESTRATEGIE

Binnen de hoofdadaptatiemaatregel 'Andere rassen en gewassen' zijn de volgende maatregelen mogelijk: 1) andere rassen akkerbouw, 2) andere gewassen akkerbouw en 3) aanpassen voedergewas melkveehouderij.

1) Andere rassen akkerbouw

Als het klimaat verandert, kan het aanpassen van het gebruikte ras van een bepaald gewas binnen de akkerbouw een goede aanpassing zijn om de productie op peil te houden, doordat ze beter bestand zijn tegen hitte, droogte, wateroverlast en tegen plagen en ziekten. Voordat nieuwe rassen op bedrijfsniveau geteeld kunnen worden moeten ze binnen de sector eerst ontwikkeld worden.

2) Andere gewassen akkerbouw

Daarnaast is in de akkerbouw het aanpassen van de gewaskeuze een belangrijke adaptatiemaatregel. Sommige gewassen hebben meer last van klimaatverandering dan andere, en i.p.v. de productiviteit van een bestaand gewas te verhogen, kan het beter zijn om een ander gewastype te gaan verbouwen. Als zowel de effecten van geleidelijke klimaatverandering als veranderingen in weersextremen voor de belangrijkste gewassen worden beschouwd, zijn de risico's voor aardappel het hoogst, gevolgd door uien. Voor tarwe en suikerbieten zijn er relatief weinig risico's, en worden vooral stijgingen in opbrengsten verwacht. Gezien de klimaatverandering is het dus gunstig om meer suikerbieten en tarwe te verbouwen, maar dit hangt ook af van technologische ontwikkelingen (opbrengsten van suikerbieten stijgen op dit moment sneller dan andere gewassen), beleid (prijsgaranties voor suikerbieten verdwijnen) en de markt (aardappelen leveren meer op dan tarwe, maar de tarweprijs stijgt). Een algemene tendens is daarnaast om meer groenten en bloemen te verbouwen, aangezien deze meer opbrengen per hectare. Dit past ook binnen deze adaptatiestrategie.

3) Aanpassen voedergewas melkveehouderij

Ook in de melkveehouderij is verandering van (voeder)gewas een adaptatiemaatregel. De belangrijkste ruwvoergewassen zijn gras en mais. Voor beide gewassen zal er zeker in het W+ scenario (zie figuur 1.1) iets meer waterstress zijn, en kunnen extreme weersomstandigheden de opbrengsten verlagen. Welke gewassen verbouwd worden, hangt niet zozeer af van prijzen zoals in de akkerbouw, maar van het benodig-

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

de voedselrantsoen voor de koeien. De combinatie van gras, mais en krachtvoer moet voldoende energie en eiwit leveren. Een stijging in opbrengsten van gras en mais kan dus de benodigde aankoop van ruwvoer en krachtvoer verminderen. Een grotere opbrengsttoename voor gras t.o.v. mais kan ertoe leiden dat er meer gras verbouwd zal worden, en dat de aankoop van ruwvoer en krachtvoer aangepast wordt.

De hier genoemde maatregelen focussen op agrarisch landgebruik. Een boer kan zijn land ook voor andere doeleinden gebruiken, zoals voor groene infrastructuur. Land kan ook uitgeleend worden als het niet genoeg opbrengt. Dit soort aanpassingen worden hier niet behandeld; deze komen terug in de hoofdadaptatiemaatregel L6 'Landbouw verbreding'.

② VOOR WELKE EFFECTEN VAN KLIMAATVERANDERING BIEDT DE MAATREGEL EEN OPLOSSING?

De adaptatiemaatregelen zijn nu breed gedefinieerd, zodat ze in principe voor (bijna) ieder effect bijdragen aan de oplossing ervan (zie tabel L1.1). Andere rassen of gewassen van akkerbouwgewassen of voedergewassen kunnen bijvoorbeeld beter bestendig zijn tegen de hitte, droogte, wateroverlast en ziekten en plagen. Ook kunnen sommige rassen beter omgaan met klimaatvariabiliteit. De maatregelen kunnen ook indirect bijdragen aan klimaatadaptatie, bijvoorbeeld door het tegengaan van eutrofiëring of bodemdegradatie. De opname van nutriënten verschilt per gewas en productieniveau, en daarmee ook de aanbevolen giften en verliezen. Als de hoeveelheid aardappelen in een rotatie wordt verminderd, zal dit positieve effecten hebben voor de bodem. De rotatie van

Tabel L1.1: Klimaateffecten waar de maatregel 'Andere rassen en gewassen' een oplossing voor biedt.

adaptatiemaatregel \ effect klimaatverandering	Droogtestress	Hittestress	Inundatie, hoger grondwater, onderwater lopen	Eutrofiëring, Nutriëntenbalans	Ziekten, plagen en invasieve soorten	Bodem degradatie	Verschuiven van soorten naar de polen en bergopwaarts	Toename weersfluctuaties, stormen, overstromingen branden.
1) Andere rassen akkerbouw	X	X	X	X	X	X		X
2) Andere gewassen akkerbouw	X	X	X	X	X	X		X
3) Aanpassen voedergewas melkveehouderij	X	X	X	X	X	X		X

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

1 op 3 die op veel akkerbouwbedrijven wordt gehanteerd, zorgt voor verdichting van de bodem, en het verbouwen van bijv. meer granen zal een positief effect hebben op de bodemstructuur en -kwaliteit.

③ WIE VOERT DE MAATREGEL UIT, IS ER SYNERGIE MET ANDERE SECTOREN?

1) Andere rassen akkerbouw

Er kunnen positieve of negatieve effecten optreden voor de natuur en watersector als andere rassen in de akkerbouw meer droogte of inundatie bestendig zijn, maar dit effect is niet groot.

2) Andere gewassen akkerbouw

Verschillende akkerbouwgewassen zullen voor meer of juist minder uitspoeling van nutriënten zorgen, alhoewel dit ook afhankelijk is van de bemestingshoeveelheid. Het verbouwen van groenten is veel intensiever dan het verbouwen van granen, en heeft dus potentieel meer negatieve effecten op natuur en waterkwaliteit. Het verbouwen van andere gewassen, zoals bijvoorbeeld zonnebloemen, zorgt voor een verandering in het landschap.

3) Aanpassen voedergewas melkveehouderij

In het algemeen is aanpassing van voedergewassen neutraal voor de natuur- of waterbeheer.

Tabel L1.2: Uitvoerders van de maatregel 'Andere rassen en gewassen' en effecten voor andere sectoren.

sector ▸ / adaptatiemaatregel ▾	(drink) waterbeheerder	agrariër	natuurbeheerder
1) Andere rassen akkerbouw	0	x	0
2) Andere gewassen akkerbouw	0	x	0
3) Aanpassen voedergewas melkveehouderij	0	x	0

X = (belangrijkste) uitvoerder van de maatregel. Synergie maatregel voor andere partijen: + = positief, 0 = neutraal, - = negatief

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

④ ILLUSTRATIES





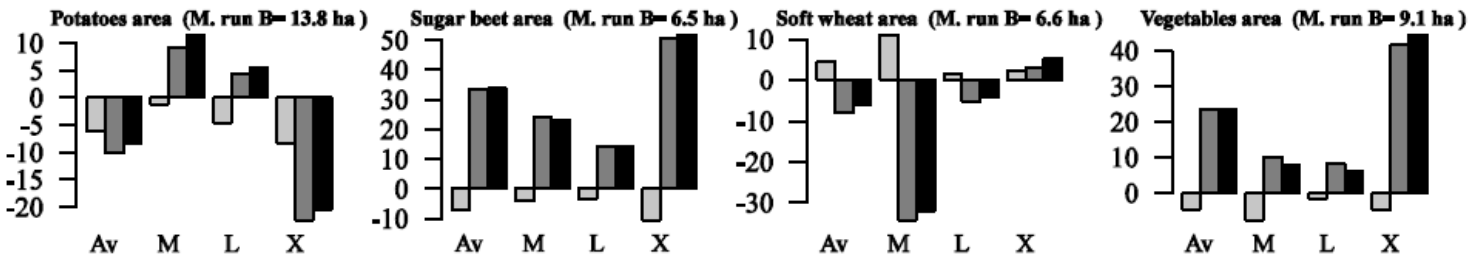
Figuur L.1.1: Illustratie voor maatregel 2) andere gewassen akkerbouw: Aardappelen hebben een hoog klimaatrisico terwijl wintertarwe een laag klimaatrisico heeft.

⑤ VERDIEPING

1) Andere rassen akkerbouw

Figuur L1.2 laat voor de akkerbouw gesimuleerde veranderingen in arealen (%) van aardappel, suikerbiet, tarwe en groenten zien op basis van bio-economisch bedrijfsmodel-analyses voor jaar 2050, ten opzichte van de huidige situatie. Er wordt onderscheid gemaakt tussen het gemiddelde voor bedrijven (Av), middelgrote (M), grote (L) en zeer grote (X) bedrijven. Effecten van resp. klimaatverandering (KV), KV inclusief veranderingen in prijzen en beleid (PB), en KV & PB inclusief technologische ontwikkelingen worden apart weergegeven (kolommen in figuur L1.2). De getoonde veranderingen moeten in relatieve termen beoordeeld worden, omdat ook het totale areaal kan veranderen. De figuur laat zien dat door al deze veranderingen in 2050 verwacht wordt dat het aardappel- en suikerbiet-areaal zal toenemen, en het tarwe-areaal relatief zal afnemen op de middelgrote en grote bedrijven maar niet op de zeer grote bedrijven. Specialisatie in groenten is het sterkste op de zeer grote bedrijven. Deze studie is gedaan voor akkerbouwbedrijven in Flevoland (Bron: Kanellopoulos et al., 2014).

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



Figuur L.1.2. Gesimuleerde veranderingen in arealen (%) van aardappel, suikerbiet, tarwe en groenten voor jaar 2050, ten opzichte van de huidige situatie. Bedrijfstypen zijn resp. gemiddeld (Av), middelgroot (M), groot (L) en zeer groot (X). Kolommen van links naar rechts zijn: effect van klimaatverandering, idem inclusief veranderingen in prijzen en beleid, en idem beiden inclusief technologische ontwikkelingen. Deze studie is gedaan voor akkerbouwbedrijven in Flevoland (Bron: Kanellopoulos et al., 2014).

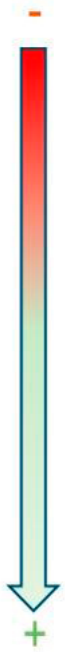
Hoewel deze studie dus niet representatief is voor de hogere zandgronden, geeft het wel een meer algemene richtlijn, namelijk dat tot het jaar 2050 het voornamelijk de productprijzen en technologische ontwikkelingen zullen zijn die de areaal-veranderingen in de geteelde gewassen zullen bepalen. In de verdere toekomst (bijv. jaar 2100) zullen de randvoorwaarden van klimaatsverandering steeds belangrijker worden voor de te telen gewassen (bijv. het wordt te heet voor een bepaald gewas).

Figuur L1.3 laat voor een aantal gewastypen zien voor welke klimaatrisico's ze gevoelig zijn en hoe vaak dergelijke risico's zich voordoen bij huidig weer en bij toekomstig weer in jaar 2050 volgens het G-scenario en volgens het meer extreme W+-scenario (zie figuur 1.1). Deze figuur geeft een indicatie van welke gewassen het meest interessant kunnen zijn voor aanpassingen aan klimaatsverandering van het agrarisch landgebruik (Bron: De Wit et al., 2009, Schaap et al., 2013).
De algemene richtlijn uit deze figuur is dus dat suikerbiet het meest klimaatbestendige gewas is, terwijl aardappel het minst klimaatbestendig is.

2) Aanpassen voedergewas melkveehouderij

Tabel L1.3 laat voor de melkveehouderij de gesimuleerde veranderingen in arealen van gras en mais, en de mate van zelfvoorziening zien in de Baakse Beek bij twee klimaatsverandering-scenario's (nl. W+ en G; zie figuur 1.1), en bij vijf sub-scenario's: KV= klimaatverandering, E=extremen, B=beleid, TO=technologische ontwikkeling, P=prijsverandering. Ieder sub-scenario komt bovenop de veranderingen in de eerdere sub-scenario's (dus eerst wordt het effect van klimaatverandering alleen getoond, en dan in context van andere veranderingen). Er is te zien dat grote bedrijven in KV en E hun areaal mais meer verminderen dan areaal gras; voor middelgrote bedrijven is dit echter andersom. De veranderingen worden getoond t.o.v. de geobserveerde arealen (100%); een belangrijke reden voor de verschillen is dat ook in de huidige situatie het al optimaler is (qua inkomsten) om deze verandering in landgebruik toe te passen (vergelijk huidig: Opt.). De tabel laat ook zien dat vooral middelgrote bedrijven in de toekomst waarschijnlijk relatief meer krachtvoer zullen aankopen.(Bron: Paas, 2013).

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



Gewas	Klimaatrisico	Effect	Frequentie 1990	2050 W+	2050 G
Aardappel	Hittegolf	Plant gaat dood	12	61	24
	Warm en nat	Erwinia	6	19	11
	Warme winter	Opslagproblemen	7	29	12
	Hevige regenval	Verrotting	10	12	15
Snijmais	Hittegolf	Vermindert graanvulling, vermindert vertering	22	59	29
	Lange droge periode	,,	30	47	39
Tulp	Warm en nat	Botritus, fusarium	4	20	8
	Extreem hete dagen	Verbranden, groeivertraging	2	20	6
	Hevige regenval	Inundatie	9	9	11
Gras	Lange hete periode	Gras gaat dood	15	85	31
Wintertarwe	Geen risico's				
Suikerbiet	Warme winter	Verlies van suikergehalte	7	29	12

Figuur L1.3. Aantal gewassen op een rij, op volgorde van het gewas dat het meest negatief wordt beïnvloed door de veranderingen in de frequentie van klimaat-extremen tot het gewas dat het meest positief wordt beïnvloed.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

	Huidig	Global Economy / W+					Regional Communities / G			
Indicator	**Opt.**	**KV**	**E**	**B**	**TO**	**P**	**KV**	**E**	**R**	**TO**
Grote bedrijven										
Zelfvoorzienendheid										
Eigen / total voer (in VEM)	100%	99%	93%	90%	100%	99%	107%	103%	100%	99
Eigen / total voer (in DVE)	101%	99%	95%	91%	92%	92%	115%	111%	107%	97
Areaal										
Totaal areaal	95%	96%	93%	89%	97%	97%	95%	95%	95%	95
Gras areaal	96%	95%	88%	84%	102%	102%	98%	99%	100%	94
Mais areaal	84%	88%	105%	121%	96%	97%	82%	81%	86%	104
Gras / total areaal	101%	99%	95%	94%	105%	105%	103%	104%	104%	99
Middelgrote bedrijven										
Zelfvoorzienendheid										
Eigen / total voer (in VEM)	95%	95%	85%	73%	79%	79%	105%	105%	89%	84
Eigen / total voer (in DVE)	92%	92%	84%	70%	67%	67%	107%	108%	90%	77
Areaal										
Totaal areaal	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100
Gras areaal	82%	82%	86%	95%	95%	95%	87%	91%	102%	94
Mais areaal	124%	124%	129%	139%	139%	139%	117%	109%	100%	143
Gras / total areaal	82%	82%	86%	95%	95%	95%	87%	91%	102%	94

Tabel L1.3. Gesimuleerde veranderingen in arealen van gras en mais, en de mate van zelfvoorziening in twee klimaatsverandering-scenario's (W+ en G; zie figuur 1.1), met ieder vijf sub-scenario's: KV= klimaatverandering, E= extremen, B=beleid, TO=technologische ontwikkeling, P=prijsverandering. Ieder sub-scenario komt bovenop de veranderingen in de eerdere sub-scenario's (dus eerst wordt het effect van klimaatverandering alleen getoond, en dan in context van andere veranderingen). De veranderingen worden getoond t.o.v. de geobserveerde arealen (100%) (Bron: Paas, 2013).

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

De algemene richtlijn die uit deze figuur te trekken valt sluit weer aan bij de eerste, namelijk dat gevolgen van klimaatverandering op de kortere termijn (verminderde arealen gras en mais) vooral ingegeven worden door technische kwesties, namelijk het meer aankopen van krachtvoer.
Tabel L1.4 laat zien voor de melkveehouderij in de Baakse beek in welke mate gras- en mais-opbrengsten zullen veranderen door resp. klimaatverandering (KV), weer-extremen (E) en technologische ontwikkelingen (TO). Deze opbrengstveranderingen zijn berekend met gewasgroeimodellen voor twee sociaaleconomische-klimaatverandering-scenario's voor jaar 2050, nl. GE/W+ en RC/G (zie figuur 1.1). Deze uitkomsten in tabel L1.4 zijn gebruikt voor de simulaties van de veranderingen in landgebruik, zoals gegeven in Tabel L1.3 (bron: Paas, 2013). De algemene conclusie is dat klimaatsverandering in 2050 resulteert in hogere producties met name voor het meer gematigde RC/G scenario (zie figuur 1.1) vanwege het langere groeiseizoen. Wanneer weersextremen zich vaker gaan voordoen (bijv. langere droge en hete perioden), worden de gras- en maïsproductie meestal lager dan ze nu zijn.
Ook dit voorbeeld laat zien dat negatieve effecten van klimaatsverandering op de opbrengst mais en gras, in de meeste gevallen, in ieder geval tot 2050, meer dan gecompenseerd worden door technologische ontwikkeling (nl. beter gewas variëteiten en management en vaker irrigeren). Vaker irrigeren (zie maatregel L4.1) is echter een maatregel die een negatieve interactie heeft met de sectoren waterbeheer en natuurbeheer.

Scenario	Gewas	KV	E	TO	KV+E	KV+TO	KV+E+TO
GE/W+	Mais	+8%	-11%	+30%	-4%	+40%	+25%
	Gras	-2%	-11%	+30%	-13%	+27%	+14%
RC/G	Mais	+9%	-9%	+10%	-1%	+20%	+9%
	Gras	+23%	-3%	+10%	+20%	+36%	+32%

Tabel L1.4. Invloed van klimaatverandering (KV), extremen (E) en technologische ontwikkeling (TO) op de gemodelleerde gras- en mais-opbrengsten voor de GE/W+ en RC/G scenario's (zie figuur 1.1). voor jaar 2050. (Bron: Paas, 2013).

Verder lezen

De Wit, J., D. Swart, E. Luijendijk. 2009. Klimaat en landbouw Noord-Nederland: nu, in 2040 en 2100. Fase 2: overzicht relevante klimaatfactoren, impact en schade van 15 landbouwgewassen en 2 diersoorten en mogelijke adaptatiemaatregelen. Grontmij, Houten.

Kanellopoulos, A., P. Reidsma, J. Wolf, M. van Ittersum. 2014. Assessing socio-economic and climate change scenarios for arable farming in the Netherlands: an application of DEA and bio-economic farm modeling. European Journal of Agronomy. (In Press).

Paas, W. 2013. Impacts of climate and socio-economic change on dairy farms in 'de Baakse Beek', the Netherlands. MSc thesis, Plant Production Systems, Wageningen University.

Schaap, B., P. Reidsma, J. Verhagen, J. Wolf , M.K. van Ittersum. 2013. Participatory design of farm level adaptation to climate risks in an arable region in the Netherlands. European Journal of Agronomy 48: 30-42.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



L2 GEWASMANAGEMENT

① BESCHRIJVING ADAPATIESTRATEGIE

Klimaatverandering zorgt ervoor dat er verliezen kunnen optreden die te maken hebben met de kwaliteit van het product en de opbrengst. Een langer groeiseizoen is een kans voor meer opbrengst maar een grotere variabiliteit van het weer kan ook zorgen voor meer verliezen. Ook de benodigde inputs en emissies worden door het klimaat beïnvloed. Met een beter gewasmanagement zijn veel van deze verliezen te voorkomen of te beperken. Veel van de maatregelen rondom gewasmanagement hebben met een juiste timing te maken. Bij te laat oogsten, te vroeg afrijpen of te laat zaaien vinden vaak direct verliezen plaats die het product zowel kwantitatief als kwalitatief beïnvloeden. Bij de melkveehouderij zijn gras en mais de belangrijkste gewassen en voor deze gewassen gelden een aantal kwaliteitseisen die onder druk kunnen staan van klimaatverandering. Binnen de hoofdadaptatiemaatregel 'gewasmanagement' zijn zes maatregelen mogelijk.

1) Vroeger zaaien

Bij de zaai van bijvoorbeeld snijmaïs kan geprofiteerd worden van gewijzigde klimaatomstandigheden omdat er eerder gezaaid kan worden. Een ondernemer kan een vroeg ras kiezen om optimaal te profiteren van het langere groeiseizoen (zie ook L1.2 andere gewassen akkerbouw).

2) Aanpassen tijdstip oogst

De oogst van snijmaïs kan in een nat najaar voor problemen zorgen. Door afhankelijkheid van loonwerkers met combine is een goede timing lastig. Ondernemers met een eigen combine of ondernemers die gezamenlijk een combine gebruiken kunnen beter inspelen op slechte weersomstandigheden bij de snijmaïsoogst. Oogst van gras moet gebeuren als het gras voldoende droog is en voldoende zonlicht heeft gehad. Het meeste gras (85-90%) in Nederland wordt ingekuild. Bij het inkuilen is het van belang dat het gras voor het maaien voldoende zonlicht heeft gehad (~ 2 dagen zon) zodat het suikergehalte voldoende hoog is. Daarnaast moet het gras ongeveer 35-40% droge stof bevatten bij het inkuilen en mag de veldperiode niet te lang zijn omdat anders de verliezen toenemen en de kwaliteit van het kuilvoer achteruit gaat. Inkuilen moet het liefst zo snel mogelijk gebeuren.

3) Aanpassen tijdstip mesttoediening

De mesttoediening is ook gekoppeld aan het weer, waarbij belangrijk is dat de (dierlijke)mest de kans krijgt om in de zode of in de bouwvoor te komen zodat het beschikbaar is voor het gewas (zie ook L5 'bodemmanagement'. Dit kan lastig zijn als na de mesttoediening een lange periode van droogte volgt.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

4) Beregenen

Beregening is een maatregel om de productie op niveau te houden in het geval van (langdurige) droogte. Dit is vooral nuttig als de zode veel schade dreigt op te lopen door een combinatie van hitte en droogte (zie 4.1 meer beregenen).

5) Aanpassen tijdstip onkruidbestrijding

Een gewijzigd klimaat heeft ook gevolgen voor de fenologie van onkruiden, net als bij het benutten van een langer groeiseizoen door de ondernemer maken ook onkruiden gebruik van een vroege start van het groeiseizoen. Dit kan ertoe leiden dat er in de akkerbouwgewassen plotseling een onkruidprobleem ontstaat dat niet voorzien is. Door goed de fenologie van onkruiden te volgen kan een ondernemer op het juiste moment zijn mechanische of chemische onkruidbestrijding toepassen.

6) Beperken beweiding

Een maatregel om het graslandmanagement te optimaliseren is het beperkt toestaan van beweiding. Hier is ook een verband te leggen met minder overdag beweiding in relatie tot hittemanagement (zie verder maatregel L3.1 'maatregelen beweiding').

② VOOR WELKE EFFECTEN VAN KLIMAATVERANDERING BIEDT DE MAATREGEL EEN OPLOSSING?

De adaptatiestrategie 'gewasmanagement' biedt oplossingen voor verschillende effecten van klimaatverandering (zie tabel L2.1). Hierbij is het van belang dat er goed wordt ingespeeld op stijgende temperaturen en veranderende weersomstandigheden die in toenemende mate ongewis zijn naarmate het klimaat sterker verandert. De meeste ondernemers zullen hun gewasmanagement zodanig kiezen zodat verliezen in opbrengst en kwaliteit minimaal zijn. Moderne bedrijfsvoering kan door beperken van verliezen effecten van klimaatverandering tegengaan, maar niet altijd op duurzame wijze zonder opbrengstverliezen. De verschillende maatregelen spelen op verschillende wijze in op klimaateffecten:

1) Vroeger zaaien

Omdat bij vroeger zaaien beter kan worden ingespeeld op weerfluctuaties kan dit bijdragen aan het voorkomen van droogte- en hittestress en van overstromingen.

2) Aanpassen tijdstip oogst

Ook bij het aanpassen van het tijdstip van de oogst kan worden ingespeeld op weerfluctuaties, dit kan bijdragen aan het voorkomen van droogte- en hittestress en van overstromingen. Daarnaast kan ook beter rekening gehouden worden met het uitbreken van plagen of ziektes en kan beter rekening gehouden worden met het voorkomen van bodemverdichting (zie hoofdmaatregel L5 'Bodemverbetering landbouw').

3) Aanpassen tijdstip mesttoediening

Met het aanpassen van het tijdstip van mest toedienen worden meststoffen beter door het gewas opgenomen waardoor er minder eutrofiëring optreedt en er een betere nutriëntenbalans ontstaat (zie ook factsheet L5 'bodemverbetering landbouw').

4) Beregenen

Beregening kan op de korte termijn effecten van droogte- en hittestress en van eutrofiëring voorkomen, maar kan op langere termijn deze problemen verergeren (zie verder maatregel L4.1 'Beregenen'). Een lagere grondwaterspiegel leidt wel tot een kleinere kans op overstroming.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

5) Aanpassen tijdstip onkruidbestrijding

Het toepassen van onkruidbestrijding op een ander tijdstip helpt de gevolgen van ziekten en plagen effectiever te bestrijden.

6) Beperken beweiding

Bij een beperkte weidegang treedt er minder hittestress op voor het vee. Er treedt ook minder uitspoeling van nutriënten en dus eutrofiëring op naar grond- en oppervlaktewater. Ook leidt het tot minder vertrapping van de zode waardoor deze minder snel erodeert en inundeert (zie ook maatregel L3.1: 'Maatregelen beweiding').

③ WIE VOERT DE MAATREGEL UIT, IS ER SYNERGIE MET ANDERE SECTOREN?

De maatregelen worden hoofdzakelijk uitgevoerd door agrariers. Er zijn de volgende effecten te verwachten voor de water- en natuursector (zie tabel L2.2):

1) Vroeger zaaien

Bij de timing van zaaien kan gedacht worden aan het eerder zaaien voor een hogere opbrengst, in combinatie met rassen die hiervoor geschikt zijn kan hiermee winst behaald worden. Hier worden geen effecten op water- of natuurbeheerders verwacht.

Tabel L2.1: Klimaateffecten waar de maatregel 'gewasmanagement' een oplossing voor biedt.

adaptatiemaatregel ▾ / effect klimaatverandering ▸	Droogtestress	Hittestress	Inundatie, hoger grondwater, onderwater lopen	Eutrofiëring, Nutriëntenbalans	Ziekten, plagen en invasieve soorten	Bodem degradatie	Verschuiven van soorten naar de polen en bergopwaarts	Toename weersfluctuaties, stormen, overstromingen branden.
1) Vroeger zaaien	X	X						X
2) Aanpassen tijdstip oogst	X	X			X	X		
3) Aanpassen tijdstip mesttoediening				X				
4) Beregenen	X	X		X				X
5) Aanpassen tijdstip onkruidbestrijding					X			
6) Beperken beweiding		X	X	X		X		

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

2) Aanpassen tijdstip oogst

Ook bij de oogst kan ingespeeld worden op een ander klimaat. Voor gras geldt dat er voor een goede opbrengst gemaaid kan worden als de snede ongeveer 20-25 cm hoog is. Bij een vroege start van het groeiseizoen kan er vroeger en wellicht ook vaker geoogst worden. Bij ondernemers die aan agrarisch natuurbeheer doen is dit lastig omdat voor natuurdoelen pas na een bepaalde datum gemaaid moet worden. De snede kan dan ongewenst lang zijn en slecht weer kan de verliezen dan groot maken. Aanpassen van het oogsttijdstip heeft een positief effect op de waterbeheerder, omdat lagere verliezen van nutriënten in kuilvoer beter is voor de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater.

3) Aanpassen tijdstip mesttoediening

Aanpassen van het tijdstip van mest toedienen heeft een positief effect op zowel water- als natuurbeheerders omdat de meststoffen dan beter door het gewas worden opgenomen en er minder uitspoeling naar het grond- en oppervlaktewater optreedt. Dit heeft positieve effecten voor de waterkwaliteit en voor de kwaliteit van natuurgebieden.

4) Beregenen

Beregenen heeft een negatief effect op de water- en natuurbeheerder (zie verder maatregel L4.1 Beregenen).

Tabel L2.2: Uitvoerders van de maatregel 'gewasmanagement' en effecten voor andere sectoren.

sector ▸ / adaptatiemaatregel ▾	(drink) waterbeheerder	agrariër	natuurbeheerder
1) Vroeger zaaien	0	x	0
2) Aanpassen tijdstip oogst	+	x	– of +
3) Aanpassen tijdstip mesttoediening	+	x	+
4) Beregenen	–	x	–
5) Aanpassen tijdstip onkruidbestrijding	0	x	0
6) Beperken beweiding	+	x	+

X = (belangrijkste) uitvoerder van de maatregel. Synergie maatregel voor andere partijen: + = positief, 0 = neutraal, - = negatief

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

5) Aanpassen tijdstip onkruidbestrijding

Het toepassen van onkruidbestrijding op een ander tijdstip heeft niet per definitie effect op de water- of natuursector. Het effect kan positief zijn als daarbij precisiegewasbescherming toegepast wordt zodat minder of minder schadelijke middelen toegepast worden, zie daarvoor hoofdmaatregel 'Bodemverbetering landbouw'.

6) Beperken beweiding

Bij een beperkte weidegang treedt minder uitspoeling van nutriënten op naar grond- en oppervlaktewater, hetgeen een positief effect heeft voor de waterkwaliteit en dus voor de water- en natuurbeheerder (zie verder maatregel L3.1: 'Maatregelen beweiding').

④ ILLUSTRATIES



Figuur L2.1. Mais aan het einde van het groeiseizoen (foto: www.wageningenur.nl.)



Figuur L2.3. Eggen na het uitstoelen van Mais (foto: handboek snijmais).



Figuur L2.2. Door een vroeg ras te kiezen ontwikkelt het gewas zich eerder en kan er eerder geoogst worden.



Figuur L2.4. Grondwateronttrekking door beregening van grasland (foto: www.aaenmaas.nl)

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

⑤ VERDIEPING

Zie factsheet L4 'Waterbeheer op het agrarisch bedrijf' voor een vergelijking van effectiviteit van de maatregel 'plant and harvest earlier' en 'cooling by drip irrigation' op de doorwas in aardappelen, veroorzaakt door een hittegolf.

Verder lezen

Van Schooten, H., Philipsen, B., en Groten, J., (2012) Handboek snijmais. Handboek 19 Wageningen UR Livestock Research.

Verloop, K. (2013) Beslisboom snijmaïs: www.beslisboomsnijmais.nl

De Wit, J., D. Swart, E. Luijendijk. 2009. Klimaat en landbouw Noord-Nederland: nu, in 2040 en 2100. Fase 2: overzicht relevante klimaatfactoren, impact en schade van 15 landbouwgewassen en 2 diersoorten en mogelijke adaptatiemaatregelen. Grontmij, Houten.

COLOFON

Vos C., Grashof C., Stremke S., Oudes, H.H. (2014)
Factsheetrapport adaptatiemaatregelen CARE

Auteur(s) factsheet: Ben Schaap

Klimaatbestendig maken van het Platteland
Knowledge for Climate
WAGENINGEN UR
For quality of life

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



L3 HITTE MANAGEMENT VEE

① BESCHRIJVING ADAPATIESTRATEGIE

Hittestress bij koeien leidt tot een lagere voeropname en daarmee tot een lagere melkproductie. Melkvee kan zich binnen (gehuisvest in stallen) of buiten (beweiding) bevinden. Binnen de hoofdadaptatiemaatregel 'hitte management vee' zijn vijf maatregelen mogelijk

1) Maatregelen beweiding

Tijdens de beweiding kan hittestress voorkomen worden door 's avonds, 's nachts of 's ochtends te weiden en overdag de koeien in de stal te houden. Hiermee kunnen ook problemen met vertrapping van de zode en uitspoeling van nutriënten voorkomen worden (zie ook maatregel L2.6: 'Beperken beweiding'. Dit is een flexibele maatregel die nu in meer of mindere mate al veel wordt toegepast. Er zijn ondernemers die passen nauwelijks meer beweiding toe en andere ondernemers hebben maar een klein percentage van het grasland dat niet meer beweid wordt).

2) Aanplanten bomen

Een andere optie is om bomen aan te planten in de weide of een houtwal te planten om voldoende schaduw te realiseren.

3) Verkoeling stal

Om hittestress in de stal te voorkomen zijn verschillende maatregelen mogelijk, allen gericht op verkoeling: staldak isoleren en voorzien van reflectie laag, optimaliseren stalventilatie, besproeien dak, toepassen groendaken, bouwen hoge stal, koeien natmaken door sprinklers, koelen van stallucht, koe bezetting stal verlagen en voldoende koel water bieden.

4) Aanpassen voeding

Hittestress bij melkvee kan worden beïnvloed door aanpassing van de voeding. Als gevolg van hittestress is er een grotere kans op pensverzuring. De energie op peil houden, zonder dat pensverzuring dreigt, kan door beschermde pensbestendige vetten in het rantsoen op te nemen. Tevens dient smakelijk ruwvoeder met makkelijk verteerbare celwanden te worden gevoerd. Voeder dient in kleine porties te worden toegediend, zodat het voer minder snel opwarmt. Tweehonderd gram natriumbicarbonaat bijvoeren is effectief maar een dure maatregel.

5) Hitte tolerante rassen

Door selectie- en kruissingsprogramma's kunnen meer hittetolerante rassen worden ontwikkeld. Bij rundvee blijkt de

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

vachtkleur een bepalende factor te zijn voor de mate waarin warmtestress optreedt. Koeien met een overwegend zwarte vacht zullen warmtestress-gevoeliger zijn dan koeien met een overwegend witte vacht, waarbij er een relatie bestaat tussen vachtkleur en de hoeveelheid warmte die uit de zonnestraling wordt geabsorbeerd. Aangezien vachtkleur bovendien erfelijk is, kan hier mogelijk op worden geselecteerd. Of kruisingen met Zebu-rassen uit de tropen en subtropen een voldoende productiviteit garanderen is twijfelachtig.

② VOOR WELKE EFFECTEN VAN KLIMAATVERANDERING BIEDT DE MAATREGEL EEN OPLOSSING?

Alle maatregelen zijn gefocust op hitte management en hebben weinig of geen effect op andere klimaatfactoren. Er zijn een paar extra effecten te noemen (zie tabel L3.1):

1) Maatregelen beweiding

Bij een beperkte weidegang treedt er ook minder uitspoeling van nutriënten en dus eutrofiëring op naar grond- en oppervlaktewater. Ook leidt het tot minder vertrapping van de zode waardoor deze minder snel erodeert en inundeert.

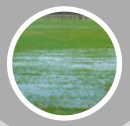
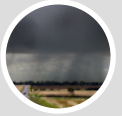
2) Aanplanten bomen

Planten- of diersoorten waarvan het verspreidingsgebied verschuift kunnen profiteren van de verbinding van natuurgebieden door aangeplante houtwallen.

4) Aanpassen voeding

Een aangepaste voeding kan ook bijdragen aan een verminderde druk van ziekten en plagen en kan invloed hebben op de nutriëntenbalans.

Tabel L3.1: Klimaateffecten waar de maatregel 'hitte management vee' een oplossing voor biedt.

adaptatiemaatregel ▾ / effect klimaatverandering ▸	Droogtestress	Hittestress	Inundatie, hoger grondwater, onderwater lopen	Eutrofiëring, Nutriëntenbalans	Ziekten, plagen en invasieve soorten	Bodem degradatie	Verschuiven van soorten naar de polen en bergopwaarts	Toename weersfluctuaties, stormen, overstromingen branden.
								
1) Maatregelen beweiding		X	X	X		X		
2) Aanplanten bomen		X					X	
3) Verkoeling stal		X						
4) Aanpassen voeding		X		X	X			
5) Hitte tolerante rassen		X			X			

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

5) Hitte tolerante rassen

Andere rassen die minder gevoelig zijn voor hittestress kunnen ook minder vatbaar zijn voor ziekten en plagen.

③ WIE VOERT DE MAATREGEL UIT, IS ER SYNERGIE MET ANDERE SECTOREN?

Voor de melkveehouderij is hittestress één van de belangrijkste klimaatfactoren. De meeste maatregelen hebben weinig invloed op de doelen van natuur- en waterbeheerders (zie tabel L3.2).

1) Maatregelen beweiden

Voor de belevingswaarde van het landschap kan het op andere momenten op de dag weiden invloed hebben, maar dit heeft geen invloed op de natuur- en watersector.

2) Aanplanten bomen

De aanplant van bomen zal niet een groot effect hebben op natuurwaarden, maar kan bijdragen aan de verbinding van natuurgebieden (zie ook hoofdmaatregel N2: 'Verbinden natuurgebieden') indien houtwallen en/of bomenrijen worden aangelegd.

3) Verkoeling stal

Maatregelen om de stal te koelen waarvoor water nodig is, zoals het besproeien van het dak, de koeien natmaken door sprinklers, en de koe extra water aanbieden, kunnen een negatief effect hebben op de waterbeschikbaarheid voor de water- en natuursector.

Tabel L3.2: Uitvoerders van de maatregel 'hitte management vee' en effecten voor andere sectoren.

adaptatiemaatregel ▼ / sector ▶	(drink) waterbeheerder	agrariër	natuurbeheerder
1) Maatregelen beweiden	0	x	0
2) Aanplanten bomen	0	x	+
3) Verkoeling stal	0 of –	x	0 of –
4) Aanpassing voeding	0	x	0
5) Hitte tolerante rassen	0	x	0

X = (belangrijkste) uitvoerder van de maatregel. Synergie maatregel voor andere partijen: + = positief, 0 = neutraal, - = negatief

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

④ ILLUSTRATIES

Een aantal mogelijkheden worden getoond om hittestress in de melkveehouderij te beperken, zoals via het natmaken van de koeien via ventilatie in de stallen (Figuur L3.1) en via het aanplanten van bomen (Figuur L3.2). Het aanplanten van bomen gaat ten koste van de grasproduktie op het bedrijf, en zal dus slechts in beperkte mate kunnen plaats vinden. Bij het aanleggen van houtwallen kan er meegelift worden met hoofdmaatregel N2 'Verbinden van natuurgebieden'.



Figuur L3.1. Het natmaken van koeien door sprinklers (directe evaporatieve koeling), en een ventilator in een stal (indirecte evaporatieve koeling. (Bron: De Wit et al., 2009).



Figuur L3.2. Koeien in de schaduw (Bron: www.grondbezit.nl).

Verder lezen

De Wit, J., D. Swart, E. Luijendijk. 2009. Klimaat en landbouw Noord-Nederland: nu, in 2040 en 2100. Fase 2: overzicht relevante klimaatfactoren, impact en schade van 15 landbouwgewassen en 2 diersoorten en mogelijke adaptatiemaatregelen. Grontmij, Houten.

Schaap, B., P. Reidsma, J. Verhagen, J. Wolf , M.K. van Ittersum. 2013. Participatory design of farm level adaptation to climate risks in an arable region in the Netherlands. European Journal of Agronomy 48: 30-42.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



L4 WATERBEHEER OP HET AGRARISCH BEDRIJF

① BESCHRIJVING ADAPATIESTRATEGIE

Het is de verwachting dat bij klimaatverandering neerslagpatronen veranderen. Vooral in het W+ scenario (zie figuur 1.1) wordt meer droogte verwacht in de zomer. Ook zal de klimaatvariabiliteit waarschijnlijk veranderen, met meer extremen van zowel hevige neerslag als droge perioden. Voor boeren betekent dit dat watertekorten, en in sommige gevallen een overschot aan water, kunnen resulteren in lagere gewasopbrengsten. Intensieve akkerbouwgewassen worden vaak al geïrrigeerd, voor gras is dit minder vaak het geval. Tot nu toe kunnen de meeste boeren verminderde grasopbrengsten compenseren met wat er nog in opslag ligt. Vaak wordt alleen geïrrigeerd als het risico bestaat dat planten afsterven. Binnen de hoofdadaptatiemaatregel 'Waterbeheer op het agrarisch bedrijf' zijn drie maatregelen mogelijk.

1) Beregenen

Als droogte vaker voorkomt, is één van de opties om de grasproductie of productie van akkerbouwgewassen op peil te houden om meer te irrigeren (beregenen). In hoeverre er meer beregend zal moeten worden kan voor verschillende gewassen worden berekend m.b.v. gewasgroeimodellen. Een gewasgroeimodel kan de potentiële gewasproductie berekenen onder bepaalde klimaatomstandigheden, en de watergelimiteerde gewasproductie. Het verschil wordt bepaald door het verschil in de potentiële en de actuele transpiratie van een gewas. Er wordt verwacht dat in het W+ scenario (zie figuur 1.1) gemiddeld de potentiële productie van gewassen stijgt, maar dat de water-limitatie iets groter wordt. Hierbij moet gedacht worden aan een ordegrootte van 5-10% meer waterlimitatie, welke dus gecompenseerd kan worden met beregening.

2) Druppelirrigatie

Beregenen kan eventueel efficiënter door het toepassen van druppelirrigatie. Dit kan ook helpen als verkoeling van het gewas bij hitte. In Schaap et al. (2013) is de kosteneffectiviteit van deze maatregel berekend voor verschillende scenario's. Deze studie laat zien dat druppelirrigatie nu nog niet rendabel is om doorwas in aardappelen tegen te gaan, maar dat het in een W+ scenario (zie figuur 1.1) de meest effectieve maatregel is (t.o.v. geen adaptatie, in bredere ruggen telen, vroeger poten en rooien of optimaliseren gewasbedekking).

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

3) Lokale drainagesystemen

Om het waterbeheer op het bedrijf te verbeteren kunnen voor de afvoer van grote waterhoeveelheden verbeterde drainagesystemen (bijv. drainbuizen op kortere afstand, greppels voor oppervlakkige afvoer) aangelegd worden. Lokale drainage kan ook peil gestuurde drainage inhouden.

② VOOR WELKE EFFECTEN VAN KLIMAATVERANDERING BIEDT DE MAATREGEL EEN OPLOSSING?

De hoofdadaptatiemaatregel 'Waterbeheer op het agrarisch bedrijf' biedt oplossingen voor verschillende effecten van klimaatverandering (zie tabel L4.1).

1) Beregenen

Meer beregenen biedt vooral een oplossing voor droogte en hittestress, maar ook van eutrofiëring omdat de grondwaterspiegel lager wordt. Een lagere grondwaterspiegel kan op de lange termijn deze problemen echter verergeren. Een lagere grondwaterspiegel leidt wel tot een kleinere kans op overstroming.

2) Druppelirrigatie

Efficiënter beregenen door middel van druppelirrigatie kan ook een oplossing bieden voor hittestress van gewassen. Bij bijvoorbeeld aardappelen kan hittestress zorgen voor doorwas en druppelirrigatie kan zorgen voor verkoeling.

3) Lokale drainagesystemen

Lokale drainagesystemen dragen bij aan het voorkomen van inundatie en stellen de boer in staat om beter te reageren op extreme weersfluctuaties. Een betere drainage leidt ook tot voorkomen bodemverdichting (zie ook hoofdmaatregel L5 'Bodemverbetering landbouw').

Tabel L4.1: Klimaateffecten waar de maatregel 'waterbeheer op het agrarisch bedrijf' een oplossing voor biedt.

adaptatiemaatregel ▾ / effect klimaatverandering ▸	Droogtestress	Hittestress	Inundatie, hoger grondwater, onderwater lopen	Eutrofiëring, Nutriëntenbalans	Ziekten, plagen en invasieve soorten	Bodem degradatie	Verschuiven van soorten naar de polen en bergopwaarts	Toename weersfluctuaties, stormen, overstromingen branden.
1) Beregenen	X	X		X				
2) Druppelirrigatie	X	X						
3) Lokale drainagesystemen			X			X		X

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

③ WIE VOERT DE MAATREGEL UIT, IS ER SYNERGIE MET ANDERE SECTOREN?

De adaptatiestrategie 'waterbeheer op het agrarisch bedrijf' is gericht op maatregelen die door de agrariër genomen kunnen worden en heeft effecten op de water- en natuursector (zie tabel L4.2).

1) Beregenen

Meer beregening zorgt er voor dat er meer water naar de landbouw gaat, dat dus niet beschikbaar is voor andere sectoren. De natuur heeft hier in principe nadeel van. De waterbeheerder staat in dienst van o.a. de landbouw, en ondervindt dus niet direct nadeel, maar als er lokaal meer beregend wordt, heeft dit wel invloed op het watersysteem en de allocatie voor andere sectoren.

2) Druppelirrigatie

Druppelirrigatie zal een negatief effect hebben op andere sectoren als het een maatregel is die toegepast wordt als er eerst nog niet geïrrigeerd wordt, bijvoorbeeld om de effecten van een hittegolf op de doorwas van aardappelen te verminderen. Als er echter efficiënter beregend wordt dan voorheen m.b.v. druppelirrigatie kan dit een positief effect hebben op andere sectoren als dit leidt tot minder waterverbruik.

3) Lokale drainagesystemen

Lokale drainagesystemen kunnen een positief effect hebben op de natuur- en watersector, omdat er minder oppervlakkige afstroming zal plaats vinden en hierdoor de belasting van oppervlaktewater door fosfaat en stikstof zal afnemen. Dit leidt dus tot een betere waterkwaliteit voor de water- en natuurbeheerder. Voor fosfaat vormt oppervlakkige afstroming de belangrijkste route naar het oppervlaktewater. Een nadeel voor de waterbeheerder kan zijn dat drainage verbeterd wordt en daarmee de pieken in waterafvoer na regenval groter worden (zie hoofdmaatregel W1 'Voorkomen piekafvoeren').

Tabel L4.2: Uitvoerders van de maatregel 'waterbeheer op het agrarisch bedrijf' en effecten voor andere sectoren.

adaptatiemaatregel ▾ / sector ▸	(drink) waterbeheerder	agrariër	natuurbeheerder
1) Beregenen	–	x	–
2) Druppelirrigatie	+ of –	x	+ of –
3) Lokale drainagesystemen	+ of –	x	+

X = (belangrijkste) uitvoerder van de maatregel. Synergie maatregel voor andere partijen: + = positief, 0 = neutraal, - = negatief

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

④ ILLUSTRATIES

Druppel-irrigatie en irrigatie van grasland worden getoond in Figuren L4.1 en L4.2. Figuur L4.3 laat een voorbeeld van lokale drainage zien.



Figuur L4.1. Druppelslang in aardappelrug (Bron: van Geel, W.C.A., 2004. Perspectief druppelirrigatie en –fertigatie in consumptieaardappelen op droge zandgrond valt tegen, PPO-agv, www.kennisakker.nl).



Figuur L4.2. Beregenen grasland (Bron: http://www.destentor.nl/regio/hardenberg/beregenen-kost-boer-honderden-euro-s-1.3171050).



Figuur L4.3. Lokale drainage: Verticale pijp aangesloten op drainagebuis om natte plek centraal in het perceel droog te leggen. De drainagebuis verbindt een lage plek met een sloot (Bron: Massop en Noij, 2012).

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

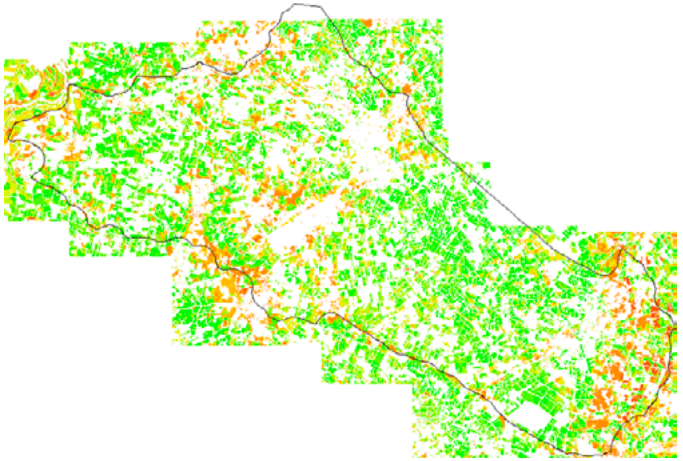
⑤ VERDIEPING

Irrigatie- en lokale drainagesystemen kunnen worden aangeschaft en/of aangelegd, zodat de boer meer controle heeft over het watermanagement op zijn bedrijf. Irrigatie is nodig tijdens droge perioden in de zomer en met name bij droogtegevoelige gewassen (bijv. gras en aardappel), terwijl op natte plekken in het veld het water via lokale drainage sneller wordt afgevoerd. Een andere optie is het ophogen van deze natte plekken. Natte veldcondities hebben invloed op 1) gewasopbrengsten, 2) ze kunnen leverbot (een dierziekte) bij koeien veroorzaken, 3) ze kunnen zorgen voor vertrapping van de graszode wat bodemdegradatie veroorzaakt en lagere opbrengsten, en 4) ze zorgen ervoor dat er gemaaid en geoogst moet worden onder ongunstige omstandigheden.

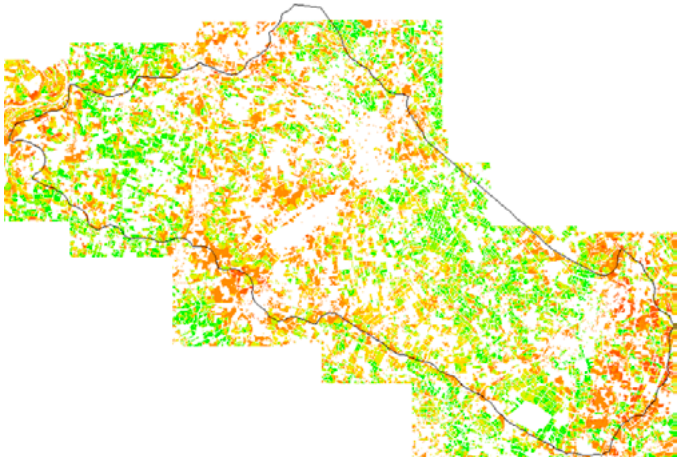
Met behulp van een gewasgroeimodel zijn voor het Baakse beek-gebied de water-gelimiteerde en de potentiële grasopbrengsten berekend voor de huidige en voor de toekomstige (periode 2036-2065) klimaats-omstandigheden. De verhouding tussen water-gelimiteerde en potentiële opbrengsten (Figuur L4.4) laat zien in hoeverre waterstress de opbrengsten nu en in de toekomst kan beperken (zonder irrigatie).

Er is te zien dat vooral in het oosten en mid-westen van het gebied (nl. in de gronden met beperkte vocht-nalevering vanuit ondergrond en grondwater) de waterstress toeneemt. In het westen en mid-oosten blijft de waterstress laag (Bron: Van Ek et al., 2012).

Huidig 1981-2010: Grasopbrengst water gelimiteerd / potentieel



W+ 2036-2065: Grasopbrengst water gelimiteerd / potentieel

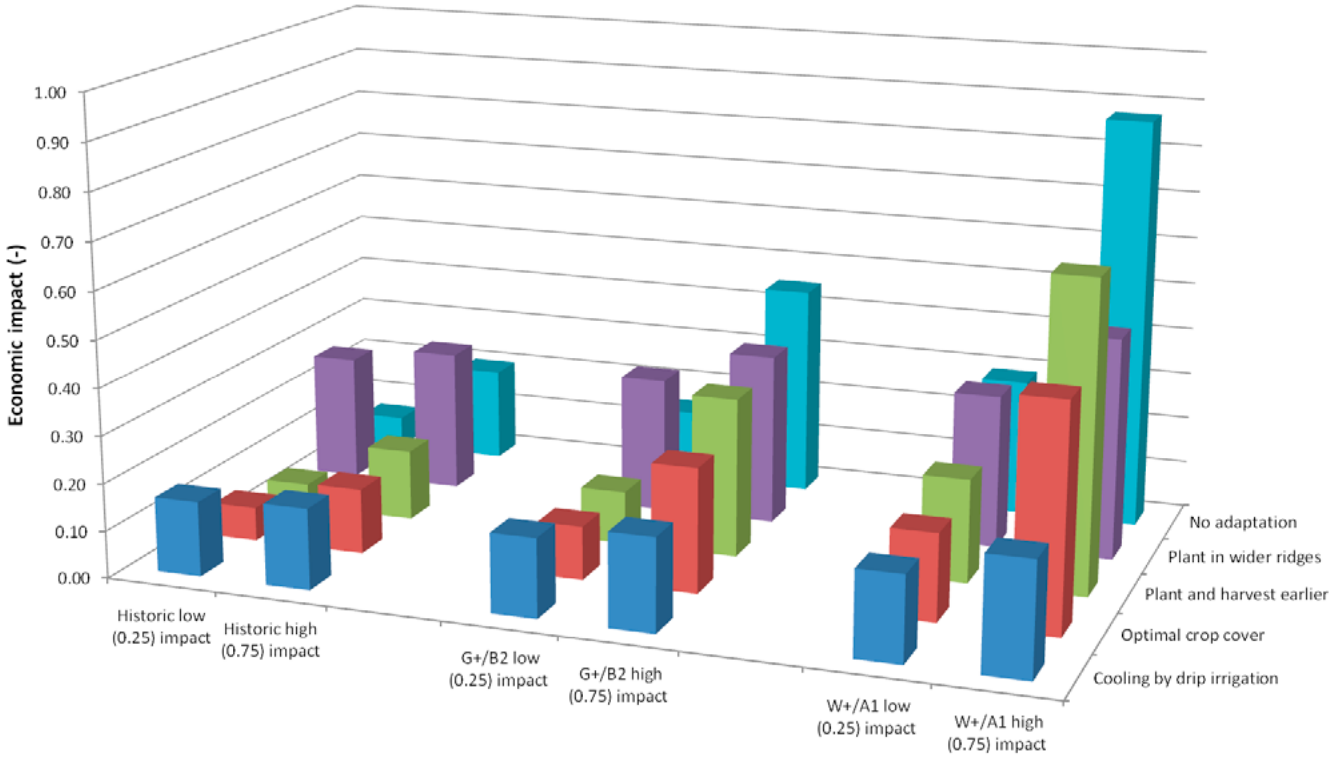


Figuur L4.4. Gesimuleerde water-gelimiteerde grasopbrengst t.o.v. de potentiële opbrengst in de Baakse Beek voor huidige en toekomstige klimaatomstandigheden (W+ scenario, zie figuur 1.1 voor periode 2031-2065). Rood betekent dat er verlies in gewasopbrengst optreedt, groen betekent dat er geen verlies in gewasopbrengst is.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

Figuur L4.5 laat de economische effecten van de klimaatfactor hittegolf zien, welke doorwas in aardappelen kan veroorzaken. Deze effecten worden getoond zowel zonder adaptatie als met adaptatiemaatregelen. Gemiddelde kosten en baten per jaar zijn tegen elkaar afgewogen voor het verleden (1976-2005), voor G+ en W+ (2036-2065) scenario's. De kosten hangen af van de investeringen en de kosten per jaar voor een adaptatiemaatregel, en de baten hangen af van de frequentie van het voorkomen van een hittegolf, de schade die deze aan het gewas veroorzaakt (hier getoond voor 25% en 75% verlies in opbrengst), en de effectiviteit van de adaptatiemaatregel om deze schade te beperken.

Er is te zien in Figuur L4.5 dat druppelirrigatie in de historische situatie een hogere economische impact heeft (kosten zijn groter dan de baten), terwijl deze maatregel de economische impact in het W+ scenario (zie figuur 1.1) het meest kan beperken, en meer effectief is dan maatregelen als het verbeteren van de crop cover, eerder planten of oogsten (zie ook hoofdadaptatiemaatregel L2 'Gewasmanagement') en planten in bredere ruggen (Bron: Schaap et al., 2013).



Figuur L4.5. De economische effecten van de klimaatfactor hittegolf, welke doorwas in aardappelen kan veroorzaken. Deze effecten worden getoond zowel zonder adaptatie als met adaptatiemaatregelen. Gemiddelde kosten en baten per jaar zijn tegen elkaar afgewogen voor het verleden (1976-2005) en voor G+ en W+ (2036-2065) scenario (zie figuur 1.1) (Bron: Schaap et al., 2013)

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

Verder lezen

De Wit, J., D. Swart, E. Luijendijk. 2009. Klimaat en landbouw Noord-Nederland: nu, in 2040 en 2100. Fase 2: overzicht relevante klimaatfactoren, impact en schade van 15 landbouwgewassen en 2 diersoorten en mogelijke adaptatiemaatregelen. Grontmij, Houten.

Massop, H.Th.L. en I.G.A.M. Noij. 2012. Oppervlakkige afspoeling op landbouwgronden. Maatregelen op bedrijfsniveau. Alterra-rapport 2272, Wageningen UR.

Schaap, B., P. Reidsma, J. Verhagen, J. Wolf , M.K. van Ittersum. 2013. Participatory design of farm level adaptation to climate risks in an arable region in the Netherlands. European Journal of Agronomy 48: 30-42.

Van Ek, R. (ed.), G. Janssen, M. Kuijper, A. Veldhuizen, W. Wamelink, J. Mol, A. Groot, P. Schipper, J. Kroes, I. Supit, E. Simmelink, F. van Geer, P. Janssen, J. van der Sluijs & J.Bessembinder, 2012. NMDC-Innovatieproject: van Kritische Zone tot Kritische Onzekerheden: case studie Baakse beek. NMDC rapport 1205952 in het kader van Innovatieproject Integraal Waterbeheer - kritische zone & onzekerheden.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



L5 BODEMVERBETERING LANDBOUW

① BESCHRIJVING ADAPATIESTRATEGIE

Verbeterd bodemmanagement wordt door boeren in Nederland gezien als één van de belangrijkste adaptatie strategieën richting de toekomst. Door intensief management is op vele plekken de bodemstructuur verslechterd en is het organisch stof gehalte gedaald. Dit heeft invloed op gewasopbrengsten in het algemeen. De slechtere bodemstructuur is ontstaan door bodemverdichting, wat leidt tot zowel een hogere water- als zuurstofstress waar de gewasproductie onder kan lijden. Het organisch stofgehalte van de bodem is verslechterd door de toediening van (grote hoeveelheden) meststoffen en biociden en leidt ook tot hogere emissies van deze stoffen. Binnen de hoofdadaptatiemaatregel 'Bodemverbetering landbouw' zijn er vier groepen van maatregelen mogelijk die de invloed van klimaatverandering kunnen beperken.

1) Beperken bodemverdichting grasland

Beperking van de bodemverdichting in graslanden die gebruikt worden voor de melkveehouderij, is mogelijk via de volgende maatregelen: rotatie- of nul-begrazing i.p.v. permanente begrazing, verbeterde drainage (zie ook hoofdmaatregel L4 'Watermanagement'), machines met lagere bandenspanning; machines met brede of dubbele banden en beperking van het berijden van grasland tijdens de natte perioden.

2) Beperken bodemverdichting akkerbouw

Beperken van bodemverdichting in de akkerbouw is mogelijk via de volgende maatregelen: machines met lagere bandenspanning of met brede of dubbele banden gebruik van vaste rijsporen, gewassen (bijv. snijmaïs) die vaak tijdens natte omstandigheden geoogst worden, vervangen door vroeger afrijpende gewassen (zie ook hoofdmaatregel L2 'Gewasmanagement').

3) Verbeteren organische stofgehalte bodem en bodemstructuur akkerbouw

Verhogen van het organisch stofgehalte in de bodem in de akkerbouw kan via de volgende maatregelen: rotatie met grasland of rotatie met groenbemesting- en/of dek-gewas. Ook kan kunstmest vervangen worden door organische mest. Daarnaast kan een groter deel van het stro worden ondergewerkt i.p.v. afgevoerd voor de verkoop. Ook kunnen meer graan- en minder knolgewassen worden opgenomen in de gewasrotatie. Tenslotte kan niet kerende en/of minimum grondbewerking worden toegepast i.p.v. conventionele grondbewerking.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

4) Reductie nutriënten- en biociden-emissies lucht en water

Nutriënten- en biociden-emissies naar de lucht en naar grond- en oppervlaktewateren uit zowel gras- als akkerland kunnen worden beperkt via de volgende maatregelen: ten eerste kan het nutriënten-management worden aangepast aan de locatie, afhankelijk van gewas, bodemtype en weer. Daarnaast kan stikstof management ook in de tijd worden aangepast door gebruik te maken van N-sensoren (bijv. SPAD-meting), zie ook hoofdmaatregel L2 'Gewasmanagement'. Het gebruik van vanggewassen kan stikstof emissies tijdens de winter voorkomen (indien ondergeploegd zie onderwerken stro bij maatregel 3). Kunstmest kan worden vervangen door dierlijke mest zodat deze laatste efficiënter gebruikt wordt. Verbeterde opslag en toediening van dierlijke mest kan bovendien ammoniakemissie voorkomen. Bij geïntegreerde gewasbescherming waarbij het gebruik van biociden sterk beperkt wordt door de vervanging van biociden door andere technieken (bijv. mechanisch) of door meer locatie- en tijd-specifieke biocide-toediening.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

② VOOR WELKE EFFECTEN VAN KLIMAATVERANDERING BIEDT DE MAATREGEL EEN OPLOSSING?

De maatregelen van de adaptatiestrategie 'Bodemverbetering landbouw' bieden, naast het tegengaan van bodem degradatie, oplossingen voor verschillende effecten van klimaatverandering (zie tabel L5.1).

1) Beperken bodemverdichting grasland

Het voorkomen van bodemverdichting resulteert in een betere bodemstructuur en een betere drainage na grote buien en eventueel in een betere infiltratie vanaf de sloten. Dit leidt tot minder effecten van zowel droogtestress als van inundatie en weersextremen.

2) Beperken bodemverdichting akkerbouw

Bovenstaande geldt ook voor de akkerbouw.

3) Verbeteren organische stofgehalte bodem en bodemstructuur akkerbouw

Een hoger organisch stofgehalte in de bodem resulteert in een betere waterafvoer na grote buien bij weersextremen en inundatie en in een hogere bodemvocht-beschikbaarheid tijdens droge perioden. Het draagt tevens bij aan het voorkomen van eutrofiëring.

4) Reductie nutriënten- en biociden-emissies lucht en water

Maatregelen op het gebied van nutriënten en biociden management resulteren in veel lagere emissies van nutriënten en biociden naar de lucht, de bodem en naar grond- en oppervlaktewateren.

Tabel L5.1: Klimaateffecten waar de maatregel 'bodemverbetering landbouw' een oplossing voor biedt.

adaptatiemaatregel \ effect klimaatverandering	Droogtestress	Hittestress	Inundatie, hoger grondwater, onderwater lopen	Eutrofiëring, Nutriëntenbalans	Ziekten, plagen en invasieve soorten	Bodem degradatie	Verschuiven van soorten naar de polen en bergopwaarts	Toename weersfluctuaties, stormen, overstromingen branden.
1) Beperken bodemverdichting grasland	X		X			X		X
2) Beperken bodemverdichting akkerbouw	X		X			X		X
3) Verbeteren org. stofgehalte bodem en bodemstruct. akkerb.	X		X	X		X		X
4) Reductie nutriënten- en biociden-emissies lucht en water				X		X		

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

③ WIE VOERT DE MAATREGEL UIT, IS ER SYNERGIE MET ANDERE SECTOREN?

De adaptatiestrategie 'bodemverbetering landbouw' is vooral gericht op agrariers, maar natuur- en waterbeheerders kunnen ook profiteren van deze strategie (zie tabel L5.2).

1) Beperken bodemverdichting grasland

Een verbeterde bodemstructuur (stabiliteit, porositeit en organisch stofgehalte) leidt tot een hogere infiltratie, afvoer en nalevering van water in de bodem (Faber et al 2009, Schalkwijk 2013). Een betere bodemstructuur en drainage kan ook een positief effect hebben op de natuur, omdat dit leidt tot minder oppervlakkige afstroming van fosfaat en stikstof en dus tot minder belasting van het oppervlaktewater. Dit is zowel positief voor de waterbeheerder als voor de natuurbeheerder.

2) Beperken bodemverdichting akkerbouw

Om dezelfde redenen als genoemd bij grasland heeft deze maatregel positieve synergie met water- en natuurbeheerders.

3) Verbeteren organische stofgehalte bodem en bodemstructuur akkerbouw

Het verbeteren van organisch stofgehalte heeft een positieve invloed op het watervasthoudend vermogen van de bodem, hetgeen voordelig is voor zowel water- als natuurbeheerders.

4) Reductie nutriënten- en biociden-emissies lucht en water

Vermindering van de nutriënten- en biocide-emissies resulteert in minder eutrofiëring van natuurgebieden, minder sterfte van het natuurlijk leven door biociden, en in minder verontreiniging en eutrofiëring van de bodem, grond- en oppervlaktewateren.

Tabel L5.2: Uitvoerders van de maatregel 'bodemverbetering landbouw' en effecten voor andere sectoren.

adaptatiemaatregel ▾ / sector ▸	(drink) waterbeheerder	agrariër	natuurbeheerder
1) Beperken bodemverdichting grasland	+	X	+
2) Beperken bodemverdichting akkerbouw	+	X	+
3) Verbeteren org. stofgehalte bodem en bodemstruct. akkerbouw	+	X	+
4) Reductie nutriënten- en biociden-emissies lucht en water	+	X	+

X = (belangrijkste) uitvoerder van de maatregel. Synergie maatregel voor andere partijen: + = positief, 0 = neutraal, - = negatief

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

④ ILLUSTRATIES

Vaste rijpaden (figuur 5.1), groenbemesting (figuur 5.2) en trekkers met brede banden (figuur 5.3) verbeterende bodem.



Figuur L5.1. Vaste rijpaden (bron: http://www.biokennis.nl/Dossiers/vasterijpaden/Pages/default.aspx).



Figuur L5.2. Groenbemesting: bladrammenas in bloei (bron: www.hei-heg-hoogeind.dse.nl)



Figuur L5.3. Trekker met brede banden (Bron: www.trekkerweb.nl).

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

⑤ VERDIEPING

De gebieden waar de risico's op ondergrond-verdichting groot zijn en daarom maatregelen (zoals vaste rijpaden bij veld-operaties, groenbemesting en gebruik van trekkers met brede banden) het meest effectief zijn in de verschillende regio's van Nederland, worden getoond in Figuur L5.4.

Figuur L5.4 toont dat het risico op ondergrondverdichting matig groot tot zeer groot is op de meeste bodemtypen in Nederland bij het huidig landgebruik. Van den Akker et al. (2013) hebben laten zien dat dit risico groot tot zeer groot is op zandgronden en met name op de hogere zandgronden. Daarom zijn in deze gebieden de hierboven genoemde maatregelen om het risico op bodemverdichting beperkt te houden, van groot belang.

Verder lezen

Akker, J.J.H. van den, F. de Vries, G.D. Vermeulen, M.J.D. Hack-ten Broeke en T. Schouten, 2012. Risico op ondergrondverdichting in het landelijk gebied in kaart. Wageningen, Alterra, Alterra-Rapport 2409.

De Wit, J., D. Swart, E. Luijendijk. 2009. Klimaat en landbouw Noord-Nederland: nu, in 2040 en 2100. Fase 2: overzicht relevante klimaatfactoren, impact en schade van 15 landbouwgewassen en 2 diersoorten en mogelijke adaptatiemaatregelen. Grontmij, Houten.

Pronk, A.A. & H. Korevaar, 2008. Possibilities to increase organic matter in arable production systems; 30; Plant Research International; Wageningen;

Faber, J.H., G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis, J. bloem, J. Lahr, W.H. Diemont & L.C. Braat 2009. Ecosysteemdiensten en transities in bodemgebruik; maatregelen ter verbetering van biologische bodemkwaliteit. Wageningen, Alterra-rapport 1813.

Schalkwijk, B. 2013. Towards a method for ecosystem service opportunity mapping in community based planning processes: A case study on water regulation in the Dutch Groene Woud. MSc Thesis Climate Studies Wageningen UR, Environmental Systems Analysis group.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



Figuur L5.4. Risico op ondergrondverdichting bij huidig grondgebruik (Bron: Van den Akker et al., 2013).

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



L6 LANDBOUW VERBREDING

① BESCHRIJVING ADAPATIESTRATEGIE

Om risico's op financiële tegenvallers door misoogsten of prijsschommelingen te beperken kunnen agrariërs ervoor kiezen om het aantal mogelijke inkomstenbronnen te vergroten (ook wel verbreding genoemd, en in het Engels 'diversification'). Deze adaptatiestrategie beperkt zich tot alternatieve inkomsten gegenereerd op het gangbare bedrijf. Een volledige omzetting naar een ander type bedrijf, bijvoorbeeld naar een biologisch bedrijf, wordt niet onder verbreding gerekend. Het is nog onbekend of verbreding invloed heeft of het bouwplan of het beheer van percelen op het overige bedrijf. Verbreding suggereert dat de hoofdbezigheid van het bedrijf ruimte laat voor land en arbeidskracht voor nevenbezigheden. Uit een analyse naar functiecombinaties op boerenland in Nederland (Hendriks et al 2012) blijkt dat er verschillende drijfveren zijn voor verbreding waaronder inkomen, persoonlijke motivatie en sociale druk. We onderscheiden twee vormen van verbreding.

1) Verbreding natuurbeheer

Boeren kunnen aan agrarisch natuurbeheer gaan doen als verbreding. Schouten et al. 2013 hebben m.b.v. modelbenaderingen aangetoond dat zowel nationale SNL regelingen als vergroening van het Europese GLB beleid zowel bijdragen aan de biodiversiteit op het bedrijf als aan het inkomen van de boer.

2) Verbreding andere activiteiten

Een bedrijf kan ook alternatieve inkomsten generen uit bijvoorbeeld produceren en verkoop van producten aan huis of van (hernieuwbare) energie. Ook kan er aan educatie gedaan worden door bijvoorbeeld schoolklassen of bewoners rond te leiden. Ook kan een agrariër een zorgboerderij of kinderopvang beginnen of kan deze via een boerencamping of uitspanning bijdragen aan recreatie. Naast het ontplooien van activiteiten aan huis kunnen ook één of meerdere gezinsleden (bij familiebedrijven) een inkomen buiten het bedrijf genereren.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

② VOOR WELKE EFFECTEN VAN KLIMAATVERANDERING BIEDT DE MAATREGEL EEN OPLOSSING?

De maatregelen bieden een oplossing voor mogelijk negatieve economische gevolgen van klimaatverandering (en schommelende prijsniveaus veroorzaakt door andere oorzaken) voor agrariërs. Verbreding kan bijdragen aan risicospreiding bijvoorbeeld bij inkomstenderving door weersextremen. Echter, de economische gevolgen van oorzaken anders dan klimaatverandering zijn doorgaans veel groter (GLB hervorming, eetpatronen, verschuivingen op de wereldmarkt), en daarmee moet deze strategie niet als een specifieke klimaatadaptatiestrategie worden gezien.

1) Verbreding natuurbeheer

Specifiek voor natuurbeheer geldt dat de maatregel een oplossing biedt voor risico's rond het verschuiven van soorten. Ook draagt verbreding naar agrarisch natuurbeheer bij aan het oplossen van problemen rond inundatie. Agrarisch natuurbeheer vereist vaak nattere omstandigheden, zodat op percelen die onder agrarisch natuurbeheer staan ook meer water kan worden geborgen. Omdat percelen onder agrarisch natuurbeheer niet of beperkt bemest mogen worden en minder intensief worden bewerkt, dragen deze ook bij aan het tegengaan van eutrofiëring, bodemdegradatie en effecten van weersextremen. Daarnaast kan natuurbeheer een hogere rijkdom aan plantensoorten opleveren die kansen biedt voor ziekte- en plaag bestrijdende insecten.

Tabel L6.1: Klimaateffecten waar de maatregel 'landbouw verbreding' een oplossing voor biedt.

adaptatiemaatregel ▾ / effect klimaatverandering ▸	Droogtestress	Hittestress	Inundatie, hoger grondwater, onderwater lopen	Eutrofiëring, Nutriëntenbalans	Ziekten, plagen en invasieve soorten	Bodem degradatie	Verschuiven van soorten naar de polen en bergopwaarts	Toename weersfluctuaties, stormen, overstromingen branden.
1) Verbreding natuurbeheer			X	X	X	X	X	X
2) Verbreding andere activiteiten								X

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

③ WIE VOERT DE MAATREGEL UIT, IS ER SYNERGIE MET ANDERE SECTOREN?

De adaptatiestrategie 'verbreding' is gericht op agrariërs, maar hebben (positieve) effecten op natuur- en waterbeheerders (zie tabel L6.2).

1) Verbreding natuurbeheer

De bijkomende voordelen voor de natuurbeheerders geldt met name voor de verbredingsactiviteit natuurbeheer. Op deze manier komt immers extra land beschikbaar voor het bevorderen van biodiversiteit. Soms zijn dat stroken land die een belangrijke verbindingszone kunnen vormen tussen bestaande natuurgebieden zie ook hoofdmaatregel N2 'Verbinden natuurgebieden'). Nattere omstandigheden en mogelijkheden voor waterberging bieden ook voordelen voor de waterbeheerder. Deze effecten kunnen echter teniet gedaan worden als de opbrengstderving door natuurbeheer in het omliggende land gecompenseerd wordt door intensievere bedrijfsvoering.

2) Verbreding andere activiteiten

De bijkomende voordelen voor waterbeheerders betreft de verbredingsactiviteiten waarbij een deel van de grond niet voor productie wordt gebruikt, of het geheel aan grond voor minder intensieve productie. Dit betekent immers dat boeren voor die grond minder hoge eisen stellen aan het peilbeheer, en ook minder snel zullen irrigeren in tijden van droogte (zie ook hoofdadaptatiemaatregelen W1 'Voorkomen piekafvoeren' en W2 'Voorkomen watertekorten'.

Tabel L6.2: Uitvoerders van de maatregel 'landbouw verbreding' en effecten voor andere sectoren.

adaptatiemaatregel ▾ / sector ▸	(drink) waterbeheerder	agrariër	natuurbeheerder
1) Verbreding natuurbeheer	+	X	+
2) Verbreding andere activiteiten	+	X	0

X = (belangrijkste) uitvoerder van de maatregel. Synergie maatregel voor andere partijen: + = positief, 0 = neutraal, - = negatief

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

④ ILLUSTRATIES



- Huidige situatie bij de boer
- Simulatie waarbij de boer zijn werkzaamheden verbreedt door middel van een (mini-)camping.

Figuur L6.1: Visualisatie van de adaptatiemaatregel 'Verbreding andere activiteiten'

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

⑤ VERDIEPING

De huidige stand van zaken in de Baakse Beek met betrekking tot verbreding is als volgt: in totaal doet iets meer dan 13% (295 van de 2248 bedrijven) aan verbreding, waarvan het merendeel kiest voor natuurbeheer. Daarnaast wordt gedaan aan verkoop op het bedrijf, opslag van goederen (auto's of caravans) of dieren, en gezondheidszorg (zie tabel L6.3, Bakker, mondelinge mededeling).

Tabel L6.3: verschillende vormen van verbreding in de Baakse Beek (Bakker, unpublished)

on-farm processing of produce	21	0.93%
on-farm sale of produce	49	2.18%
nature conservation activities	124	5.52%
production or use of renewable energy	18	0.80%
storage of goods or animals for third parties	40	1.78%
on-farm health care	39	1.73%
on-farm child care	3	0.13%
farm education	1	0.04%

Agrarisch natuurbeheer wordt vaker gedaan op melkveebedrijven en past over het algemeen goed bij boeren die zich richten op ondernemerschap, grondbezit en bedrijfsvergroting. Andere nevenactiviteiten passen dus meer bij bedrijven die niet primair op deze aspecten gericht zijn en zijn vaak niet erg gespecialiseerd op melkveehouderij of akkerbouw. Boeren die gericht zijn op kostprijs verlagen richten zich doorgaans helemaal niet op nevenactiviteiten. Sociale factoren blijken minder bepalend. Jongere boeren en lager opgeleiden doen iets vaker aan het leveren van diensten.

Een analyse van de landbouwtelling van 2009 laat zien dat in de Baakse Beek vooral de minder intensieve vormen van grondgebruik zich voor verbreding lenen. Bedrijven die in de Baakse Beek aan risicospreiding doen via natuurbeheer, verkoop aan huis of gezondheidszorg doen lijken relatief groot te zijn met een kleine omzet, terwijl de boeren relatief jong zijn. De aangetoonde verbanden zijn echter zwak. Verder blijkt dat typen van verbreding niet gerelateerd zijn aan het type landbouw (bijv. melkveehouderijen of varkenshouderijen). Samengevat blijkt dus dat deze adaptatiemaatregel geschikt is voor ieder type landbouw, waarbij bedrijven met grote arealen en relatief weinig intensief gebruik het meest voor de hand liggen.

Natuurlijk is dit type adaptatie erg afhankelijk van de vraag naar dit soort verbredingsactiviteiten. Veel agrariërs in het gebied denken dat de markt voor recreatie behoorlijk verzadigd is. Een verdere exploratie is nodig om dit ook te staven met objectievere gegevens. De markt voor gezondheidszorg is uiteraard erg afhankelijk van de ontwikkelingen van de financiering van gezondheidszorg door de overheid, en met het oog op de huidige discussies lijkt de kans erg klein dat hier in de toekomst veel geld te verdienen valt. De markt voor natuurbeheer lijkt groeiend te zijn, gegeven de budgetten die de provincie Gelderland beschikbaar heeft voor het uitbreiden van het Nationaal Natuur Netwerk. Ook de vergroening van het Europese landbouwbeleid (GLB) kan een kans bieden voor verbreding. De markt voor energie opwekking lijkt ook een groeimarkt te zijn. Vooral het vergisten van mest is veelbelovend, gezien het feit dat het gebied gedomineerd wordt door veeteelt. Voor wat betreft de melkveehouderij staat dit echter

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

wel op gespannen voet met het dierenwelzijn, als we er van uit gaan dat koeien liever buiten zijn dan op stal staan.
Aangezien subsidies voor natuurbeheer gericht zijn op het compenseren van opbrengstderving is niet te zeggen dat maatregel L6.1 extra inkomsten bieden, wel is een deel van de inkomsten afkomstig van de overheid in plaats van uit de markt. Van andere verbredingsactiviteiten (L6.2) is niet bekend in hoeverre ze voldoende neven inkomsten bieden bij een onzekere markt
Uit een analyse van Hendriks et al. (2012) blijkt dat er vooral bij diensten die niet goed verhandelbaar zijn zoals recreatie, landschaps- en natuurbeheer sturing via regelgeving, subsidieregelingen en belasting door de overheid nodig is om vraag en aanbod te verevenen. Een alternatief is dat vragers (recreatiebedrijven en recreanten) en aanbieders (boeren) zich organiseren, bijv. via resp. een landschapsfonds en een agrarische natuurvereniging. Bij verhandelbare diensten zoals hout of voedsel kunnen boeren een meerprijs vragen via merken die gekoppeld zijn aan een groep producenten (bijv. het streekmerk 'Groene Woud') of aan een product (bijv. Weidemelk). Een goede methode is ook om niet verhandelbare diensten te koppelen aan verhandelbare diensten, bijv. door als voorwaarde voor het oprichten van een boerencamping te stellen dat er landschapselementen worden aangelegd.

Nevenactiviteiten worden sneller vrijwillig opgepakt naarmate ze:
1. goed in te passen zijn in de bedrijfsvoering
2. als ze verbonden zijn aan landbouwproductie
3. direct voordeel voor de boer opleveren (zoals functionele agrobiodiversiteit als extra voordeel van natuurbeheer)
4. als de baten voor de boer hoger zijn dan de kosten

Daarnaast is het belangrijk dat er meer juridische speelruimte komt, vooral in de ruimtelijke ordening enerzijds met duidelijke regels rond natuur, milieu, gezondheid en dierenwelzijn.

Verder lezen

Schouten, M.A.H., N.B.P. Polman en E.J.G.M. Westerhof 2013. Exploring green agricultural policy scenarios with a spatially explicit agent-based model. Wageningen UR, WOt-werkdocument 323.

Hendriks C.M.A., J. Westerink, M.J.W. Smits, H. Korevaar, R.A.M. Schrijver, E.G. Steingröver en S.A.M. van Rooy 2012. Functiecombinaties op boerenland. Kan er meer met minder overheid? Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2367.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



N1 BEHEER NATUURGEBIEDEN

① BESCHRIJVING ADAPATIESTRATEGIE

Binnen de hoofdadaptatiemaatregel 'Beheer natuurgebieden' zijn de mogelijke maatregelen 1) flexibel maaibeheer en 2) aanpassen boomsoorten.

1) Flexibel maaibeheer

Klimaatverandering leidt tot veranderingen in de fenologie van soorten. Met name door de toegenomen temperatuur kan het groeiseizoen eerder beginnen en treden voedselpieken (bv voor vogels) eerder op. Veranderde circulatiepatronen in de + klimaatscenario's (W+ en G+), zie figuur 1.1, kunnen echter juist ook voor een latere start van het groeiseizoen zorgen door stabilisering van de ligging van hoge en lage drukgebieden in het voorjaar (zie 2013). Door vast te houden aan vaste maai data kan de huidige afstemming op de levenscyclus van soorten verloren gaan, omdat te vroeg of te laat wordt gemaaid om specifieke ecologische processen mogelijk te maken (denk aan mis match tussen hooibeheer en het zetten van zaad door plantensoorten, of ontwikkeling van te dichte vegetatie voor grond broedende vogels door te laat maaien). Doordat de effecten van de verschillende klimaatscenario's tegengesteld kunnen zijn, kan niet worden volstaan met het simpelweg vervroegen of verlaten van maai data, maar zal de timing van beheersmaatregelen geflexibiliseerd moeten worden.

2) Aanpassen boomsoorten

Sommige boomsoorten, die traditioneel in erfbeplantingen, laanbeplantingen en kleine landschapselementen worden aangeplant, zijn niet goed bestand tegen droogte. Indien door klimaatverandering droogte (of de lengte van droge perioden) toeneemt, zullen deze boomsoorten afsterven, waardoor de kwaliteit en mogelijk ook de verbindende functie van dergelijke groene elementen in het landschap sterk kan verminderen. Daarnaast leidt afsterven van dergelijke bomen tot aantasting van cultuurhistorische en landschappelijke waarden. Door tijdig (bijvoorbeeld bij regulier onderhoud) deze boomsoorten te vervangen door soorten die aan drogere omstandigheden zijn aangepast, kunnen negatieve effecten voorkomen worden.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

② VOOR WELKE EFFECTEN VAN KLIMAATVERANDERING BIEDT DE MAATREGEL EEN OPLOSSING?

1) Flexibel maaibeheer

Verschuivingen van soorten vinden vooral plaats omdat bepaalde onderdelen van de levenscyclus door de veranderende omstandigheden niet meer mogelijk zijn, bijvoorbeeld doordat het te warm of te droog wordt. Enerzijds moet het maaibeheer worden aangepast aan nieuwe, zuidelijke soorten, die mogelijk een andere fenologie hebben, anderzijds kan door het aanpassen van beheersregimes een deel van de noordwaarts migrerende soorten behouden worden. Aangepast maaibeheer kan ook eutrofiëring tegengaan, maar wordt niet gezien als adaptatiemaatregel omdat verschraling al wordt toegepast in het huidige beheer. Ook is de nutriëntenbelasting door omliggend landgebruik is dusdanig hoog dat klimaatverandering hier niet veel aan zal bijdragen. Afplaggen en verlaging van het maaiveld kunnen wel bijdragen aan bijvoorbeeld het beperken van droogtestress (doordat het grondwater relatief hoger komt), maar dat is eerder een inrichtingsmaatregel dan een beheermaatregel (want eenmalig).

2) Aanpassen boomsoorten

Het aanpassen van beplanting van kleine landschapselementen draagt bij aan de vermindering van droogtestress door het gebruik van mee droogte tolerante boomsoorten. De gevoeligheid van deze landschapselementen voor droogte wordt daarmee verminderd. Dergelijke landschapselementen dragen bij aan het verspreidingsvermogen van planten en dieren door het landschap (groene infrastructuur). Deze boomsoorten kunnen ook bijdragen aan het vormen van geschikt leefgebied voor noordwaarts verschuivende soorten (zie ook hoofdmaatregel N2: 'Verbinden natuurgebieden'). De instandhouding van deze elementen faciliteert daarmee dus ook de noordwaartse verschuiving van soorten. Bij de keuze van boomsoorten rekening gehouden worden met de verwachte verschuiving van geschikte klimaatzones in de toekomst (van der Veen et al. 2010).

Tabel N1.1: Klimaateffecten waar de maatregel 'beheer natuurgebieden' een oplossing voor biedt.

adaptatiemaatregel ▾ / effect klimaatverandering ▸	Droogtestress	Hittestress	Inundatie, hoger grondwater, onderwater lopen	Eutrofiëring, Nutriëntenbalans	Ziekten, plagen en invasieve soorten	Bodem degradatie	Verschuiven van soorten naar de polen en bergopwaarts	Toename weersfluctuaties, stormen, overstromingen branden.
1) Flexibel maaibeheer							X	
2) Aanpassen boomsoorten	X						X	

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

③ WIE VOERT DE MAATREGEL UIT, IS ER SYNERGIE MET ANDERE SECTOREN?

De adaptatiestrategie 'beheer natuurgebieden' is gericht op natuurbeheerders en agrariers, en kan effecten hebben op waterbeheerders (zie tabel N1.2).

1) Flexibel maaibeheer

Maatregel flexibel maaibeheer is puur gericht op intern beheer van natuurgebieden en heeft daarom geen invloed op sectoren buiten de natuurgebieden.

2) Aanpassen boomsoorten

Aanpassen van boomsoorten kan worden uitgevoerd door alle beheerders van landschapselementen met (niet droogte-tolerante) bomen, dus zowel door agrariërs (zie ook maatregel L3.1 'Aanpassing beweiding') als natuurbeheerders, inclusief landschapsbeheerders en landgoedeigenaren. Bijkomend voordeel voor de waterbeheerders is dat geen dure lokale aanpassingen in het watersysteem hoeven te worden gemaakt omdat aangepaste boomsoorten met minder water toekunnen.

Tabel N1.2: Uitvoerders van de maatregel 'beheer natuurgebieden' en effecten voor andere sectoren.

sector ▸ / ▾ adaptatiemaatregel	(drink) waterbeheerder	agrariër	natuurbeheerder
1) Flexibel maaibeheer	0	0	x
2) Aanpassen boomsoorten	+	+	x

X = (belangrijkste) uitvoerder van de maatregel. Synergie maatregel voor andere partijen: + = positief, 0 = neutraal, - = negatief

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

④ ILLUSTRATIES



Figuur N1.1: Illustratie voor maatregel 2) aanpassen boomsoorten. De verspreiding van de wintereik blijft in Nederland centraal, terwijl sommige varianten van de zomereik zich zullen terugtrekken uit Nederland tussen nu en 2080 (van der Veen et al. 2010).

⑤ VERDIEPING

1) Flexibel maaibeheer

Omdat de precieze effecten van klimaatverandering op de fenologie van soort tot soort zal verschillen, moet een optimale of flexibele maaidatum van gebied tot gebied op de aanwezige soorten worden afgestemd.

Er kan gezocht worden naar een 'no regret' optie (een optie waarvan men met vrij grote zekerheid kan stellen dat deze geen negatieve gevolgen zal hebben), maar beter is gebruik te maken van het bestaande meetnetwerk voor de fenologie van soorten (www.natuurkalender.nl) en veldkennis van de lokale beheerder om de optimale maaidatum te bepalen. Dit vereist wel een grotere tijdsinvestering dan bij het hanteren van een vaste maaidatum. Bij uitbesteding van maaiwerkzaamheden aan een onderaannemer moet men opletten dat de contracten met de onderaannemer voldoende flexibiliteit bieden om de maaidatum te kunnen aanpassen.

2) Aanpassen boomsoorten

De begroeiing en gebruikte boomsoorten in kleine landschapselementen zijn vaak karakteristiek voor verschillende streken in Nederland. Vaak zijn dergelijke elementen zeer bepalend voor het visuele karakter van het landschap of landgoed. Hierbij zal bij vervanging van droogte intolerante boomsoorten rekening mee moeten worden gehouden. Dit betekent dat bij vervanging zo veel mogelijk gebruik moet worden gemaakt van andere streekeigen soorten, die bij voorkeur qua uiterlijk (groeivorm, maximale hoogte, etc.) sterk lijken op de soort die wordt vervangen. De provinciale Stichtingen Landschapsbeheer kunnen hierbij adviseren (zie www.landschapsbeheer.nl).

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

In de Klimaat Respons Database (van der Veen et al. 2010) is de klimaatrespons te vinden van boomsoorten in Nederland: soorten die zich (noordwaarts) terugtrekken zijn in de toekomst minder geschikt dan soorten die zich (vanuit het zuiden) uitbreiden in Nederland of centraal gelegen zijn in de (toekomstige) geschikte klimaatzone.

Verder lezen

Kleijn, D., Schekkerman, H. Dimmers, W.J., Van Kats, R.J.M., Melman, D., Teunissen, W.A. (2010). Adverse effects of agricultural intensification and climate change on breeding habitat quality of Black-tailed Godwits Limosa l. limosa in the Netherlands. Ibis 152(3): 475-486.

Olsthoorn, A.F.M., Kopinga, J., Tolkamp, G.W., van den Berg, C.A. & ter Braak, C.J.F., 2003. Effecten van vernatting in bossen. Conclusies en aanbevelingen voor praktijk en beleid. Ministerie van LNV, directie IFA/bedrijfsuitgeverij. Ede/Wageningen.

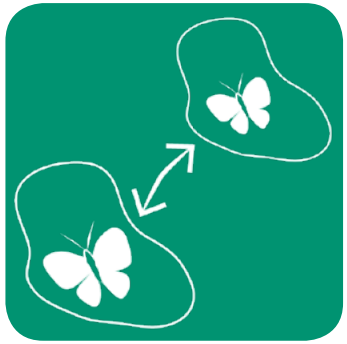
Veen, M. van der, e. Wiesenekker, B.S.J. Nijhof, C.C. Vos, 2010. Klimaat respons database. BSIK-Programma Klimaat voor Ruimte, project Adaptatie EHS (CD-ROM).

Vroon, H.R.J. 2000. Groeigrafieken van bomen ter bepaling van de opbrengstverandering door grondwaterstandwijzigingen. Alterra Rapport 36, Wageningen.

www.natuurkalender.nl

www.landschapsbeheer.nl

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



N2 VERBINDEN NATUURGEBIEDEN

① BESCHRIJVING ADAPATIESTRATEGIE

Door klimaatverandering verschuiven de geschikte klimaatzones van soorten naar het noorden (op het noordelijk halfrond) en bergopwaarts. Ruimtelijke samenhang tussen natuurgebieden is van belang voor soorten om mee te schuiven met de verschuivingen in klimaatzones. Dit betekent dat netwerken van leefgebieden tussen de huidige en toekomstige geschikte klimaatzones van soorten met elkaar verbonden dienen te zijn (Vos et al. 2008). De aanleg van verbindingszones in het agrarisch gebied tussen natuurgebieden zorgt ervoor dat ook soorten met een klein verbreidingsvermogen hun areaal kunnen aanpassen aan het veranderende klimaat. Er zijn twee maatregelen waarmee deze verbinding gerealiseerd kan worden.

1) Verbindingszones

De aanleg van verbindingszones tussen natuurgebieden is een manier om migratie van soorten door het agrarisch gebied mogelijk te maken. Verbindingszones zijn stroken tussen natuurgebieden die zelf ook uit natuurlijke vegetatie bestaan en waar diersoorten zich doorheen kunnen verplaatsen, eventueel in meerdere stappen. Planten kunnen zich alleen verplaatsen door zich steeds te vestigen en zich weer via zaad te verspreiden. Het tussenliggende gebied bestaat uit stapstenen natuur die eventueel nog door een aaneengesloten lint onderling verbonden zijn. (Broekmeyer en Steingröver, 2001).

2) Groene infrastructuur

De dooradering van het agrarisch gebied met natuurlijke elementen zoals houtwallen of natuurvriendelijke oevers (groene infrastructuur) draagt ook bij aan de doorlaatbaarheid van het landschap voor migrerende soorten. Voor sommige soorten kan de groene infrastructuur ook als leefgebied functioneren, waardoor de maatregel ook bijdraagt aan het vergroten van populaties waardoor aantalschommelingen beter opgevangen kunnen worden opgevangen van (zie hoofdadaptatiemaatregel N3 'Vergroten natuurgebieden'). Verbreding van het agrarisch bedrijf via natuurbeheer (zie maatregel L6.1) kan bijdragen aan het realiseren van groene infrastructuur in het agrarisch gebied.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

② VOOR WELKE EFFECTEN VAN KLIMAATVERANDERING BIEDT DE MAATREGEL EEN OPLOSSING?

Verbindingszones en Groene infrastructuur geven soorten met een gering verspreidingsvermogen de mogelijkheid om mee te schuiven met verschuivingen in geschikte klimaatzones (zie tabel N2.1). Daarnaast draagt de verbeterde ruimtelijke samenhang bij aan het herstelvermogen na verstoringen, doordat gebieden waar een soort is uitgestorven opnieuw gekoloniseerd kunnen worden. Voor sommige soorten kan de groene infrastructuur ook als leefgebied functioneren, waardoor de maatregel ook bijdraagt aan het vergroten van populaties (zie hoofdadaptatiemaatregel N3 'Vergroten natuurgebieden'). Alle maatregelen dragen ook bij aan voorkomen van ziekten en plagen en het voorkomen van hittestress.

1a/2a) Verbindingszones en groene infrastructuur natte natuur

Natte elementen dragen ook bij aan het voorkomen van droogtestress en het verminderen van eutrofiëring.

Tabel N2.1: Klimaateffecten waar de maatregel 'verbinden natuurgebieden' een oplossing voor biedt.

adaptatiemaatregel ▾ / effect klimaatverandering ▸	Droogtestress	Hittestress	Inundatie, hoger grondwater, onderwater lopen	Eutrofiëring, Nutriëntenbalans	Ziekten, plagen en invasieve soorten	Bodem degradatie	Verschuiven van soorten naar de polen en bergopwaarts	Toename weersfluctuaties, stormen, overstromingen branden.
1a) Verbindingszones natte natuur	X	X		X	X	X	X	X
1b) Verbindingszones opgaande begroeiing		X			X	X	X	X
2a) Groene infrastructuur natte natuur	X	X		X	X	X	X	X
2b) Groene infrastructuur opgaande begroeiing		X			X	X	X	X

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

③ WIE VOERT DE MAATREGEL UIT, IS ER SYNERGIE MET ANDERE SECTOREN?

Deze maatregel wordt primair genomen vanuit natuurdoelen, maar er zijn ook positieve effecten voor de agrariër en waterbeheerder mogelijk (zie tabel N2.2).

1a/2a) Verbindingszones en groene infrastructuur natte natuur

Verbindingszones voor natte natuur verminderen de effecten van droogtestress, wat bijdraagt aan de regionale opgaven van de waterbeheerder en ook gunstig is voor de agrariër. De natuurlijke elementen in het agrarisch landschap dragen namelijk bij aan het watervasthoudend vermogen van de bodem en ondiepe wateren met natuurvriendelijke oevers vergroten ook het watervasthoudend vermogen in de regio. (Natte) natuur draagt ook bij aan de waterkwaliteit, natuurlijke plaagbestrijding en tegengaan bodemerosie. Natte omstandigheden kunnen nadelig zijn voor agrarische bedrijfsvoering en natuurelementen nemen agrarisch areaal in.

1b/2b) Verbindingszones en groene infrastructuur opgaande begroeiing

Verbindingszones met opgaande begroeiing kunnen bijdragen aan het verminderen van hittestress hetgeen gunstig is voor vee in de wei (zie factsheet L3 'hittemanagement vee'). Opgaande begroeiing levert schaduw langs wateren, wat de waterbeheerder kan helpen bij het voorkomen van te hoge water temperaturen. Schaduwwerking op agrarisch areaal kan echter ook wel nadelig zijn voor de agrariër, en de natuurlijke elementen nemen agrarisch areaal in.

Tabel N2.2: Uitvoerders van de maatregel 'verbinden natuurgebieden'.

adaptatiemaatregel ▼ / sector ▶	(drink) waterbeheerder	agrariër	natuurbeheerder
1a) Verbindingszones natte natuur	+	+ en –	x
1b) Verbindingszones opgaande begroeiing	+	+ en –	x
2a) Groene infrastructuur natte natuur	+	+ en –	x
2b) Groene infrastructuur opgaande begroeiing	+	+ en –	x

X = (belangrijkste) uitvoerder van de maatregel. Synergie maatregel voor andere partijen: + = positief, 0 = neutraal, - = negatief

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

④ ILLUSTRATIES

In de volgende visualisaties zijn in het kader van het onderzoeksproject CARE verschillende voorbeelden weergegeven van hoe groene infrastructuur in het huidige landschap van de Baakse Beek kan worden toegevoegd, waarbij het historische landschap van 1900 als referentie is gebruikt.



Figuur N2.1

- ● Historisch landschap in de Baakse Beek (gebaseerd op topografische kaart van 1900)
- ○ Huidig landschap in de Achterhoek
- ○ Simulatie waarbij 500 ha goene infrastructuur aan het landschap is toegevoegd verdeeld over een groot gebied
- ○ Simulatie waarbij 500 ha goene infrastructuur aan het landschap is toegevoegd in een geconcentreerd gebied



Figuur N2.2

- ● Huidige situatie beek
- ○ In het eindbeeld zijn natuurvriendelijke oevers ontwikkeld aan beide oevers. Om het onderhoud van het water en de oever te vergemakkelijken wordt vaak voor een natuurvriendelijke oever aan een zijde gekozen.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

⑤ VERDIEPING

1) Verbindingszones

In figuur N2.3 is een voorbeeld weergegeven van een verbindingszone op de hogere zandgronden.



Figuur N2.3: Voorbeeld van een verbindingszone voor de hogere zandgronden bestaande uit de ecosysteemtypen 'droge heide', 'bos van arme en (matig) rijke zandgronden' en 'struweel en zoomvegetatie op zandgrond met klein water'. Deze bestaat uit een doorgaande corridor (schakel), en een aantal kleinere en grotere knopen die als stapsteen en/of leefgebied dienen voor verschillende doelsoorten (Broekmeyer en Steingröver, 2001).

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

De inrichting van een verbindingszone hangt af van het natuurtype van de te verbinden gebieden en de soorten waarvoor de verbinding is bedoeld. In figuur N2.3 is het basale ontwerp van een verbindingszone weergegeven. Een verbindingszone dient om 2 natuurgebieden te verbinden die gezien het dispersievermogen van een soort te ver uit elkaar liggen. De elementen in de zone komen zoveel mogelijk overeen met het natuurtype van de te verbinden gebieden. Op de maximale afstand die een soort af kan leggen wordt een leefgebied aangelegd waar de soort zich kan voortplanten, zodat grotere afstanden via meerdere generaties toch overbrugbaar zijn. Daarnaast zijn er een aantal stapstenen opgenomen in de zone voor voedsel en beschutting. Vaak bevat de zone ook een ononderbroken corridor (schakel), een vegetatiestrook waarlangs de soort zich gemakkelijk kan voortbewegen om verder ongeschikt landschap te overbruggen. In het handboek robuuste verbindingen zijn de ontwerpregels te vinden voor een groot aantal soorten (Broekmeijer & Steingröver, 2001).

2) Groene infrastructuur

Het ontwerp van groene infrastructuur hangt af van het natuurtype van de te verbinden gebieden. De aard van de natuurlijke elementen dient zoveel mogelijk overeen te komen met het type natuur van de natuurgebieden: bijvoorbeeld houtwallen om de samenhang tussen bossen te versterken en water met natuurvriendelijke oevers tussen moerasgebieden.
De hoeveelheid groene infrastructuur die nodig is om de doorlaatbaarheid van het landschap effectief te bevorderen is afhankelijk van de soort. In het CARE project is gemodelleerd hoe groene infrastructuur bij kan dragen aan de dispersie door het landschap en het overleven van weersextremen (zie ook hoofdadaptatiemaatregel N3 ‘vergroten natuurgebieden’).

Verder lezen

Vonk, M., Vos, C.C. & D.C.J. van der Hoek 2010. Adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag / Bilthoven.

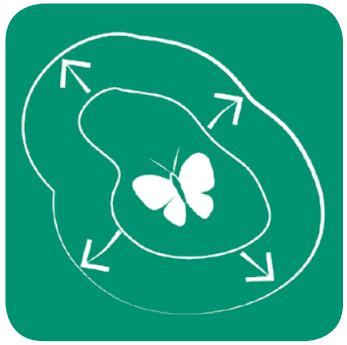
Broekmeyer, M. & E. Steingrover (red.), 2001. Handboek Robuuste Verbindingen; ecologische randvoorwaarden. Alterra, Wageningen UR.

Geertsema, W., Bugter R.J.F., van Eupen, M., van Rooij, S.A.M., van der Sluis, T. & M. van der Veen, 2009. Robuuste Verbindingen en klimaatverandering. Rapport 1886, Alterra, Wageningen UR.

Geertsema, W., Steingröver, E., van Wingerden, W., Spijker, Jl en J. Dirksen 2006. Kwaliteitsimpuls groenblauwe dooradering voor natuurlijke plaagonderdrukking in de Hoeksche Waard. Wageningen UR, Alterra rapport 1334.

Van Teeffelen, A.J.A., C.C. Vos, R. Jochem, H. Baveco, H. Meeuwsen en J.P. Hilbers. The effectiveness of green infrastructure as a climate adaptation strategy for great crested newt in intensively used landscapes (in druk).

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



N3 VERGROTEN NATUURGEBIEDEN

① BESCHRIJVING ADAPATIESTRATEGIE

Door het vaker voorkomen van weersextremen en de grotere grilligheid van het weer, nemen de aantalsschommelingen van populaties toe en is er een grotere kans op uitsterven. Ook neemt de milieudruk op ecosystemen toe door klimaatverandering waardoor ze kwetsbaarder worden voor verstoringen van buitenaf, zoals verdroging en eutrofiëring.

1) Vergroten natuurgebieden

Het vergroten van natuurgebieden is een adaptatiemaatregel om het duurzaam voorkomen van soorten veilig te stellen. Grotere gebieden bieden ruimte aan grotere populaties, die beter in staat zijn om schommelingen in de aantallen op te vangen. De kans op uitsterven neemt daardoor af. Daarnaast is de milieukwaliteit in grotere natuurgebieden hoger, omdat zij beter gebufferd zijn tegen de invloed van externe factoren. Bijkomend voordeel is dat afstanden tussen natuurgebieden onderling of tussen natuurgebieden en stapstenen in het agrarisch gebied kleiner worden, waardoor mogelijk de migratie van soorten door het landschap ook verbeterd wordt. Dit vergroot niet alleen de mogelijkheid voor soorten hun areaal te verschuiven in reactie op klimaatverandering, het vergroot ook de uitwisseling tussen gebieden waardoor bestaande populaties stabieler worden.

2) Bufferzone rondom natuurgebieden

Een bufferzone rondom natuurgebieden met aangepast agrarisch beheer kan ook de milieudruk op het natuurgebied verminderen en zo de habitatkwaliteit van het natuurgebied verhogen. In de bufferzone zijn verschillende maatregelen mogelijk, zoals het verhogen van de grondwaterstand (natte bufferstroken), vermindering van bemesting, de aanleg van natuurlijke elementen zoals houtwallen, natuurvriendelijke oevers (groene infrastructuur). Voor sommige soorten kunnen delen van deze bufferzone ook als leefgebied functioneren, waardoor de maatregel ook bijdraagt aan het vergroten van populaties.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

② VOOR WELKE EFFECTEN VAN KLIMAATVERANDERING BIEDT DE MAATREGEL EEN OPLOSSING?

Alle genoemde maatregelen zorgen voor een groter oppervlak van leefgebied (zie tabel N3.1). Voldoende oppervlaktevergroting kan leiden tot stabielere populaties, die beter bestand zijn tegen optredende externe invloeden, zoals eutrofiëring en weersextremen. Genoemde klimaateffecten zijn voorbeelden van zulke externe drukfactoren. Alleen vergroten van natuurgebieden en natte bufferzones dragen bij aan het oplossen van droogtestress. Daarnaast leidt oppervlaktevergroting tot geringere afstanden tussen natuurgebieden onderling of tussen natuurgebieden en stapstenen in het agrarisch gebied, waardoor het voor soorten gemakkelijker kan worden hun areaal te verschuiven.

Tabel N3.1: Klimaateffecten waar de maatregel 'vergroten natuurgebieden' een oplossing voor biedt.

adaptatiemaatregel ▾ / effect klimaatverandering ▸	Droogtestress	Hittestress	Inundatie, hoger grondwater, onderwater lopen	Eutrofiëring, Nutriëntenbalans	Ziekten, plagen en invasieve soorten	Bodem degradatie	Verschuiven van soorten naar de polen en bergopwaarts	Toename weersfluctuaties, stormen, overstromingen branden.
1) Vergroten natuurgebieden	X			X			X	X
2a) Aanleg buffer natte natuur	X			X			X	X
2b) Aanleg buffer droge natuur				X			X	X

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

③ WIE VOERT DE MAATREGEL UIT, IS ER SYNERGIE MET ANDERE SECTOREN?

Het primaire doel van deze adaptatiestrategie is een effectiever natuurbeheer, maar daarnaast vormt het een buffer rond bestaande natuurgebieden, die deze gebieden een betere bescherming biedt tegen externe drukfactoren. Dit geeft meer flexibiliteit voor andere landgebruikers voor de implementatie van adaptatiemaatregelen (zie tabel N3.2).

1) Vergroten natuurgebieden

Het vergroten van natuurgebieden kost ruimte en gaat dus ten koste van agrarisch areaal.

2a) Aanleg buffer natte natuur rondom natuurgebied

De aanleg van buffers in de vorm van ondiepe sloten met natuurvriendelijke oevers rondom natuurgebieden kan bijdragen aan het beter vasthouden van water in het gebied. Dit is ook gunstig voor agrariërs en draagt bij aan de opgave van de waterbeheerder (zie ook factsheet W2 'Watertekorten voorkomen').

2b) Aanleg buffer droge natuur

De aanleg van houtwallen en grasstroken rondom natuurgebieden is neutraal voor de waterbeheerder, maar kost ruimte voor de agrariër. De buffergebieden zouden echter ook door agrariërs beheerd kunnen worden, waardoor de maatregel kan bijdragen aan verbreding van agrarische bedrijven (zie ook hoofdadaptatiemaatregel L6 'Landbouw verbreding').

Tabel N3.2: Uitvoerders van de maatregel 'vergroten natuurgebieden'.

adaptatiemaatregel ▾ / sector ▸	(drink) waterbeheerder	agrariër	natuurbeheerder
1) Vergroten natuurgebieden	0	– of +	x
2a) Aanleg buffer natte natuur	+	+ en –	x
2b) Aanleg buffer droge natuur	0	+ en –	x

X = (belangrijkste) uitvoerder van de maatregel. Synergie maatregel voor andere partijen: + = positief, 0 = neutraal, - = negatief

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

④ ILLUSTRATIES



Figuur N3.1. Visualisatie van de adaptatiemaatregel 'Vergroten natuurgebieden'

- Huidige situatie van een natuurgebied die wordt begrensd door een sloot en een weiland. Het deel van het weiland naast de sloot is erg nat en daardoor minder geschikt voor agrarisch gebruik. Het heeft daardoor wel goede potenties voor natuur.
- Simulatie waarbij de sloot en de natste delen van het weiland bij het bestaande natuurgebied zijn toegevoegd waardoor het natuurgebied is vergroot.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

⑤ VERDIEPING

Er is nog betrekkelijk weinig bekend over hoe groot de extra populatieschommelingen als gevolg van klimaatverandering zullen zijn. Wel is het bekend dat sommige soortgroepen zoals insecten en amfibieën gevoeliger zijn voor weer variatie dan bijvoorbeeld zoogdieren en vogels. Er zijn geen algemene richtlijn mogelijk hoeveel groter een gebied moet zijn om de extra aantalsschommelingen op te kunnen vangen. Een algemene vuistregel is dat een gebied minimaal groot genoeg is om een sleutelpopulatie (zie uitleg in kader) te herbergen. De benodigde oppervlakte voor een sleutelpopulatie is afhankelijk van de soort. Grote zoogdieren hebben een groter leefgebied nodig dan bijvoorbeeld amfibieën om een relatief stabiele populatie te vormen. In het Handboek Robuuste Verbindingen (Broekmeijer en Steingröver 2001) staan oppervlakte normen voor een groot aantal soorten.

De extra omvang van een natuurgebied of buffer rondom het gebied die nodig is om externe invloeden van verdroging en eutrofiëring te reduceren is afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden. Hiervoor zijn geen algemene richtlijnen te geven.

Voor de aanleg van groene infrastructuur rondom het natuurgebied geldt dat de aard van de natuurlijke elementen zoveel mogelijk overeen dient te komen met het natuurtype binnen het gebied: bijvoorbeeld houtwallen rondom bossen, natuurvriendelijke oevers rondom moerasgebieden.

Verder lezen

Broekmeyer, M. & E. Steingrover (red.), 2001. Handboek Robuuste Verbindingen; ecologische randvoorwaarden. Alterra, Wageningen UR.

SLEUTELPOPULATIE

Voor het duurzaam voorkomen van soorten is het belangrijk dat leefgebieden voldoende omvang hebben en onderdeel uitmaken van een ecologisch netwerk, waarbij uitwisseling plaatsvindt tussen de afzonderlijke gebieden (Opdam et al. 1993). De aanwezigheid van sleutelgebieden binnen het ecologisch netwerk vergroot de kans op overleving sterk (Verboom et al. 2001). Sleutelgebieden bieden ruimte aan vrij grote populaties en hebben een stabiliserende werking op aantal schommelingen en vergroten de kans op aanwezigheid van de soort in het gehele netwerk.

Opdam, P R. van Apeldoorn, A. Schotman & J. Kalkhoven 1993. Population responses to landscape fragmentation. In: Vos, C.C. & P.F.M. Opdam (red.), Landscape ecology of a stressed environment. Chapman 7 Hall, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.

Verboom, J. R. foppen, P. Chardon, P. Opdam & P. Luttikhuizen 2001. Introducing the key-patch approach for habitat networks with persistent populations: an example for marshland birds. Biological Conservation 100 (1): 89-101

Vonk, M., Vos, C.C. & D.C.J. van der Hoek 2010. Adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag / Bilthoven.

Verdonschot, P. Het brede beekdal als klimaatbestendige buffer in de veranderende leefomgeving. Flexibele toepassing van het 5B-concept in Peel en Maasvallei. Alterra Wageningen UR.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



N4 ONTWIKKELEN HETEROGENITEIT

① BESCHRIJVING ADAPATIESTRATEGIE

Als gevolg van klimaatverandering nemen extremen in het weer toe in heftigheid en frequentie. Dit leidt tot extra schommelingen in populatiegrootte bij dieren en planten en er is een grotere kans op uitsterven. Gradiëntrijke gebieden of gebieden met een hoge mate van heterogeniteit (diversiteit in habitattypen) zijn gunstig voor het opvangen van weersextremen. Gebieden met een grote heterogeniteit geven een risicospreiding. Hierdoor komen weersextremen minder hard aan en verloopt het herstel na een verstoring sneller. De overgangen tussen bijvoorbeeld natte en droge condities zijn kansrijke gebieden waar zich geleidelijke gradiënten kunnen ontwikkelen. Deze zorgen voor een grotere differentiatie in microklimaat. Ook kwelgebieden zijn kansrijk voor de ontwikkeling van gradiënten. In natte jaren kunnen de relatief droge delen van een gebied als refugium (tijdelijke verblijfplaats) dienen, in relatief warme jaren juist de beschaduwde plekken (Vonk et al. 2010).

1) Heterogeniteit ontwikkelen binnen natuurgebieden

Door het verder ontwikkelen van gradiënten in natuurgebieden neemt de heterogeniteit toe. Gradiënten in vegetatiestructuur kunnen door beheer verder worden ontwikkeld. Geleidelijke overgangen tussen natte en droge condities, noord en zuid expositie, kwelrijke gebieden, hoogteverschillen en variatie in bodemtypen, zijn kansrijke locaties voor de ontwikkeling van heterogeniteit.

2) Heterogeniteit ontwikkelen buiten natuurgebieden

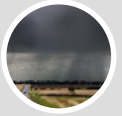
Met name gebieden met een sterke mate van heterogeniteit direct grenzend aan natuurgebieden bieden goede potenties om de natuur klimaatbestendiger te maken voor weerextremen. De ontwikkeling van de lijnvormige gebieden met een sterke heterogeniteit, vaak gerelateerd aan beekdalen, bieden tevens goede potenties voor verbindingszones om de doorlaatbaarheid van agrarische gebieden voor natuur te versterken (zie ook hoofdadaptatiemaatregel N2 ‘Verbinden natuurgebieden’).

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

② VOOR WELKE EFFECTEN VAN KLIMAATVERANDERING BIEDT DE MAATREGEL EEN OPLOSSING?

Het vergroten van de heterogeniteit is primair gericht op het dempen van de effecten van weersfluctuaties, zodat stabielere populaties ontstaan met een grotere overlevingskans (zie tabel N4.1). Heterogeniteit in natte omstandigheden dragen bij aan het verminderen van droogtestress en negatieve effecten van inundatie van gebieden. Geleidelijke overgangen tussen open en gesloten vegetatie in droge omstandigheden kunnen de effecten van hittestress verminderen (zie tabel N4.1).

Tabel N4.1: Klimaateffecten waar de maatregel 'ontwikkelen heterogeniteit' een oplossing voor biedt.

adaptatiemaatregel ▾ / effect klimaatverandering ▸	Droogtestress	Hittestress	Inundatie, hoger grondwater, onderwater lopen	Eutrofiëring, Nutriëntenbalans	Ziekten, plagen en invasieve soorten	Bodem degradatie	Verschuiven van soorten naar de polen en bergopwaarts	Toename weersfluctuaties, stormen, overstromingen branden.
								
1) Heterogeniteit binnen natuurgebieden	X	X	X					X
2a) Heterog. droge natuur buiten natuurgeb.		X						X
2b) Heterog. natte natuur buiten natuurgeb.	X		X					X

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

③ WIE VOERT DE MAATREGEL UIT, IS ER SYNERGIE MET ANDERE SECTOREN?

De adaptatiestrategie 'ontwikkelen heterogeniteit' is gericht op natuurbeheerders (zie tabel N4.2). Er zijn wel effecten op andere sectoren.

1) Heterogeniteit ontwikkelen binnen natuurgebieden

Maatregelen om de heterogeniteit te vergroten binnen natuurgebieden zullen over het algemeen geen effect hebben voor de andere sectoren.

2) Heterogeniteit ontwikkelen buiten natuurgebieden

Maatregelen om de heterogeniteit rondom natuurgebieden te vergroten kunnen ook positief zijn voor de waterbeheerder. Beschaduwing langs wateren (2a) door de aanleg van houtwallen kan de waterbeheerder helpen bij het voorkomen van te hoge water temperaturen (klimaateffect hittestress). Het (deels) vernatten van elementen buiten natuurgebieden (2b) draagt ook positief bij aan de opgave om water vast te houden voor de waterbeheerder en voorkomen productieverlies door gebrek aan water voor agrariërs (klimaateffect droogtestress). Maatregelen die leiden tot een grotere variatie in microklimaat rondom natuurgebieden, zoals het aanplanten van opgaande begroeiing, kunnen bijdragen aan het verminderen van hittestress wat gunstig is voor vee in de wei (zie factsheet L3: Hittemanagement vee). Maatregelen om de heterogeniteit te vergroten kosten ruimte en gaan dus ten koste van agrarisch areaal. Ook kan sprake zijn van een lagere productie door schaduwwerking. De natuurlijke zones kunnen echter door agrariërs beheerd worden, waardoor de maatregel kan bijdragen aan verbreding van agrarische bedrijven (zie hoofdadaptatiemaatregel L6 'Landbouw verbreding').

Tabel N4.2: Uitvoerders van de maatregel 'ontwikkelen heterogeniteit' en effecten voor andere sectoren.

adaptatiemaatregel ▾ / sector ▸	(drink) waterbeheerder	agrariër	natuurbeheerder
1) Heterogeniteit binnen natuurgebieden	0	0	x
2a) Heterogeniteit droge natuur buiten natuurgebieden	+	+ en –	x
2b) Heterogeniteit natte natuur buiten natuurgebieden	+	+ en –	x

X = (belangrijkste) uitvoerder van de maatregel. Synergie maatregel voor andere partijen: + = positief, 0 = neutraal, - = negatief

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

④ ILLUSTRATIES

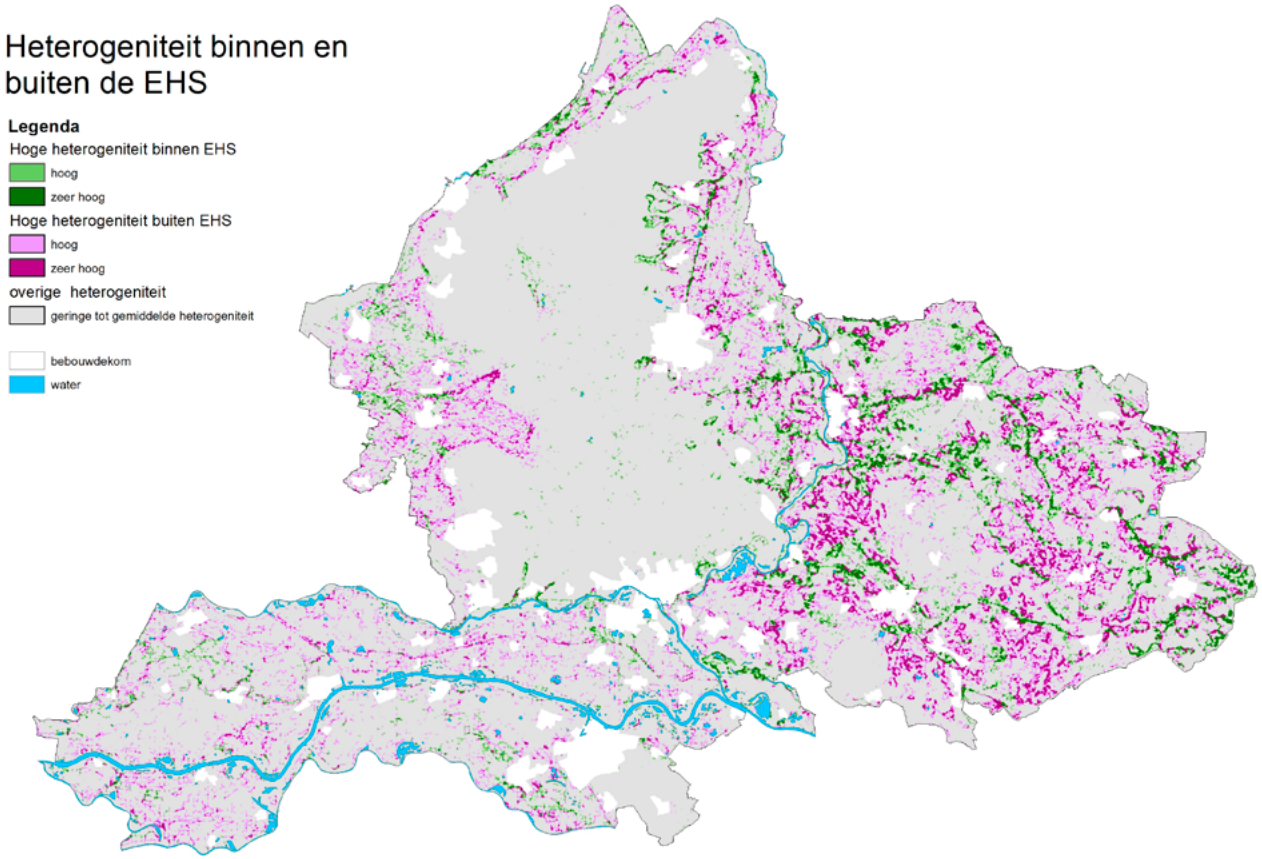


Figuur N4.1: De overgangen tussen droge en natte condities, bijvoorbeeld in beekdalen, bieden goede kansen voor het ontwikkelen van de heterogeniteit (foto Tungelrooyse Beek, Yasmijn van der Knaap)

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

⑤ VERDIEPING

Gebieden met een hoge variatie in condities bieden de beste kansen voor het vergroten van de heterogeniteit. In figuur N4.2 is voor de provincie Gelderland de variatie in condities berekend met de Shannon-index, op basis van bodemtypen, grondwatertrappen en de aanwezigheid van kwel (Geertsema et al 2013).
Het algemene patroon is dat de beekdalen met hun omgeving hoge heterogeniteit hebben en de stuwwallen lage heterogeniteit. In de Achterhoek liggen buiten de natuurgebieden veel gebieden met hoge heterogeniteit. De verwachting is dat dit aanknopingspunten biedt voor versterking van de natuur, bijvoorbeeld via multifunctioneel landgebruik en kleinschalige ontwikkelingen. De Veluwe en ook de kleinere stuwwallen laten duidelijk weinig heterogeniteit in de ondergrond zien. Dat wil niet zeggen dat daar geen mogelijkheden zijn om extremen in het weer op te vangen. De aanbeveling voor de



Figuur N4.2: Mate van heterogeniteit van natuurgebieden in Gelderland binnen en buiten de EHS (Geertsema et al 2013)

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

homogene gebieden is om heterogeniteit te versterken door beheer. Via beheer is ook variatie in leeftijd, dynamiek, vegetatiestructuur en dergelijke te creëren die ook het vermogen om extremen op te vangen kan versterken.



Figuur N4.3: Natuurvriendelijke oever langs de Tungelroyse beek in het natuurgebied Kruisbeek bij Weert (provincie Limburg) (foto: Yasmijn van der Knaap).

Langs de Tungelroyse beek is één van de maatregelen om de grondwaterstand te verhogen in het natuurgebied Kruisbeek het aanleggen van een natuurvriendelijke oever. Deze maatregel draagt bij aan het vergroten van de heterogeniteit van het natuurgebied.

Verder lezen

Vonk, M., Vos, C.C. & D.C.J. van der Hoek 2010. Adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven.

Geertsema, W.; Vos, C.C.; Wamelink, G.W.W.; Eupen, M. van (2013). Klimaattoets herijking EHS Gelderland Wageningen : Alterra, (Alterra-rapport 2424) - p. 88.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



N5 WATERBEHEER BINNEN NATUURGEBIEDEN

① BESCHRIJVING ADAPATIESTRATEGIE

Verdroging van natuurgebieden is in de eerste plaats veroorzaakt door invloeden van buiten: peilverlagingen in de landbouw, winning van grondwater, toename van de verdamping, toename van het verhard oppervlak. Door klimaatverandering kan de droogteschade aan de natuur verergeren. De externe oorzaken wegnemen is niet altijd mogelijk, maar maatregelen binnen het natuurgebied zijn vaak wel haalbaar. Hieronder worden de belangrijkste opties samengevat.

1) Voorkomen oppervlakkige afvoer

In heideterreinen en hoogvenen zijn soms nog greppels aanwezig, bijvoorbeeld van de voormalige boekweitbrandcultuur. Afdammen van de kopse kanten is een goedkope maatregel om het regenwater beter vast te houden.

2) Verminderen verdamping

Via het vegetatiebeheer kan het verlies van water naar de atmosfeer aanzienlijk worden beperkt. Donker naaldhout kan worden vervangen door loofbos of spar, die veel minder verdampen. Kale grond en korstmosrijke graslanden gaan het zuinigst om met water, dus het is zinvol vergroting van hun areaal actief te bevorderen. Kale grond kan leiden tot meer verstuiving. Aangezien natuurbeheerders van duinen en stuwwallen vaak klagen over een gebrek aan dynamiek in hun terreinen, en zij soms actief verstuiving bevorderen, kan deze maatregel positief worden gewaardeerd. Afname van de verdamping leidt tot vergroting van de grondwateraanvulling. Het profijt van deze maatregel ligt ergens anders dan waar hij genomen wordt: een toegenomen aanvulling kan leiden tot hogeren peilen in vennen, tot meer kwel naar door grondwater gevoede ecosystemen, zoals blauwgraslanden, en tot een verhoogde afvoer van beken en sprengen.

3) Hermeanderen beken

Het weer laten meanderen van beken leidt tot hogere beekpeilen. Dat komt zowel doordat het water een langere weg af moet leggen (en daardoor het verhang afneemt), als doordat de hydraulische weerstand toeneemt.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

② VOOR WELKE EFFECTEN VAN KLIMAATVERANDERING BIEDT DE MAATREGEL EEN OPLOSSING?

De hoofdadaptatiemaatregel 'waterbeheer binnen natuurgebieden' biedt een oplossing voor zowel droogtestress als inundatie (zie tabel N5.1).

1) Voorkomen oppervlakkige afvoer

Deze maatregel is typisch voor hoogvenen en natte heiden, waar wel droogtestress kan optreden en waar de maatregel leidt tot hogere grondwaterstanden.

2) Verminderen verdamping

Het reduceren van verdamping gebeurt vooral op stuwwallen en hogere zandgronden, waar het optreden van droogtestress een eigenschap is van de meeste ecosystemen. Deze maatregel komt vooral ten goede aan gebieden die vanuit de hogere zandgronden worden gevoed.

3) Hermeanderen beken

Hermeanderen leidt tot een hoger beekpeil, en daarmee tot hogere grondwaterstanden in aangrenzende percelen.

Tabel N5.1: Klimaateffecten waar de maatregel 'waterbeheer binnen natuurgebieden' een oplossing voor biedt.

adaptatiemaatregel ▼ / effect klimaatverandering ▶	Droogtestress	Hittestress	Inundatie, hoger grondwater, onderwater lopen	Eutrofiëring, Nutriëntenbalans	Ziekten, plagen en invasieve soorten	Bodem degradatie	Verschuiven van soorten naar de polen en bergopwaarts	Toename weersfluctuaties, stormen, overstromingen branden.
1) Voorkomen oppervlakkige afvoer	X		X					
2) Verminderen verdamping	X		X					
3) Hermeanderen beken	X		X					

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

③ WIE VOERT DE MAATREGEL UIT, IS ER SYNERGIE MET ANDERE SECTOREN?

De adaptatiestrategie 'waterbeheer binnen natuurgebieden' is gericht op natuurbeheerders (zie tabel N5.2) en enkele maatregelen hebben effecten op andere sectoren.

1) Voorkomen oppervlakkige afvoer

Deze maatregel heeft geen gevolgen voor andere sectoren omdat ze zich beperkt tot natte natuurgebieden zoals natte heiden en hoogvenen

2) Verminderen verdamping

Deze maatregel wordt binnen de hogere zandgronden vooral genomen op stuwallen. Deze maatregel heeft positieve gevolgen voor drinkwaterbedrijven binnen de watersector.

3) Hermeanderen beken

Maatregel 3 vindt typisch plaats in het dekzandlandschap van Oost- en Zuid-Nederland, waar landbouw en natuur vaak innig verweven zijn (zie ook maatregel W2.4 'Hermeanderen'). Deze maatregel ten behoeve van de natuur leidt tot hogere beekpeilen, wat tot natschade in aangrenzende landbouwpercelen kan leiden.

Tabel N5.2: Uitvoerders van de maatregel 'waterbeheer binnen natuurgebieden en effecten voor andere sectoren.

adaptatiemaatregel ▾ / sector ▸	(drink) waterbeheerder	agrariër	natuurbeheerder
1) Voorkomen oppervlakkige afvoer	0	0	x
2) Verminderen verdamping	+	0	x
3) Hermeanderen beken	0	–	x

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

④ ILLUSTRATIES



Figuur N5.1. Water vasthouden in natuurgebieden in de omgeving van Zieuwent

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

⑤ VERDIEPING

1) Voorkomen oppervlakkige afvoer

Het geven van algemene richtlijnen is hier niet mogelijk, hiervoor zijn metingen van de afvoer nodig. Dit is dus maatwerk.

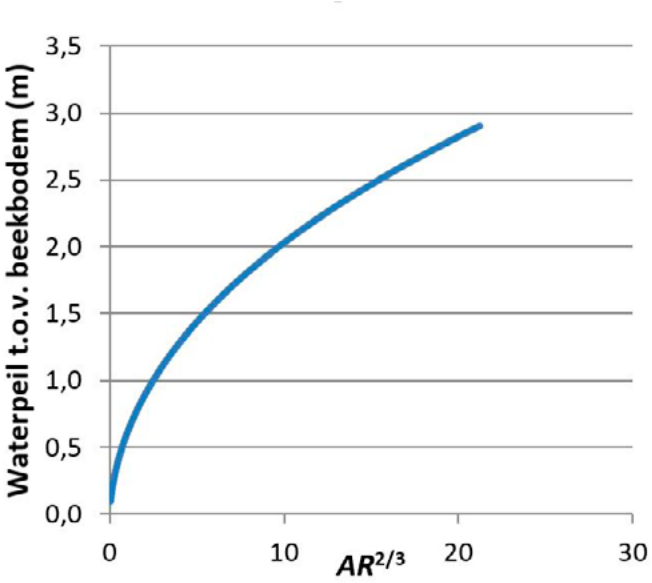
2) Verminderen verdamping

De verdamping is te beïnvloeden door het type vegetatie te wijzigen. Hierbij is een open vegetatie met veel kale grond en mos effectiever dan loofbos. Donker naaldbos (Douglass, Fijnspar) is het minst effectief.

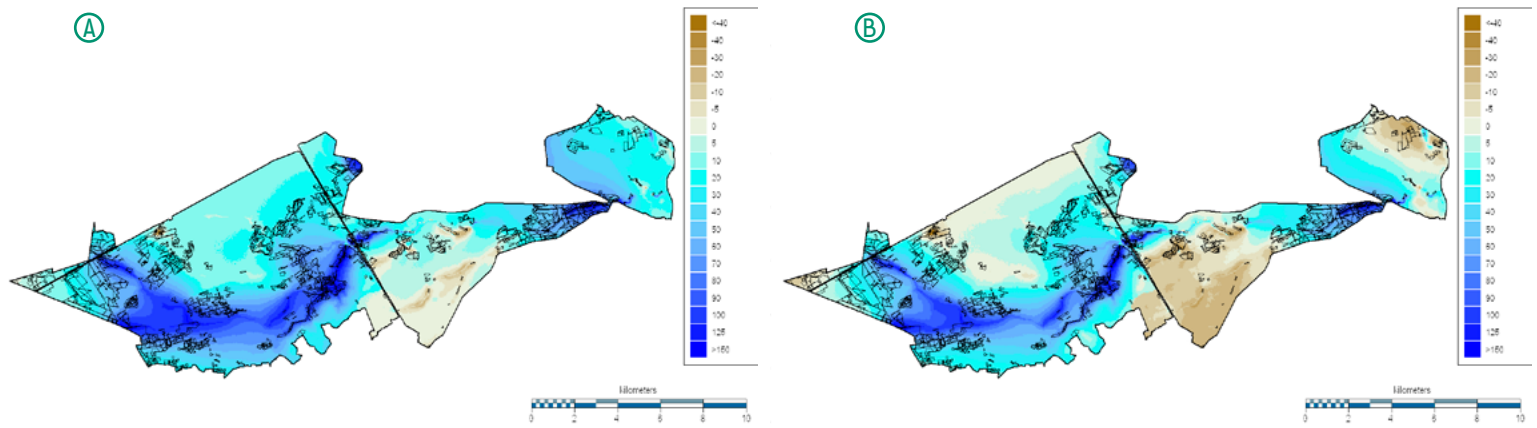
De effecten van deze maatregel zijn met wat grove kentallen over de verdamping eenvoudig te kwantificeren. Volgens bijvoorbeeld Dolman et al. (2000) verdampt donker naaldhout 730 mm/jaar en een gemengd loofbos 555 mm/jr. Omzetten van naald naar loof leidt dus tot een extra aanvulling van 175 mm/jr. Dat is per ha 1750 m3, wat gelijk is aan het drinkwaterverbruik van 35 personen. Bedraagt de neerslag 850 mm/jaar (Veluwe, vrij hoog), dan stijgt de aanvulling van 120 naar 295 mm/jaar, wat gunstig is voor een hoge grondwaterstand en de toevoer van grondwater naar de beken. Omzetten van donker naaldhout naar een korstmosrijke grasland met veel kale grond zet nog meer zoden aan de dijk. Nemen we aan dat dit laatste begroeiingstype per jaar 300 mm verdampt, dan wordt de grondwateraanvulling viereneenhalve keer zo groot (van 120 naar 550 mm/jr).

3) Hermeanderen beken

Belangrijkste hydraulische effect van hermeandering is dat de beeklengte toeneemt waardoor het verhang afneemt. Om toch dezelfde hoeveelheid water af te kunnen voeren, stijgt het peil van de beek. Die stijging wordt nog versterkt doordat de hydraulische ruwheid van de beekbodem toeneemt. De gevolgen van hermeandering voor de het beekpeil kan worden berekend met de formule van Manning, die de relatie weergeeft tussen afvoer, de oppervlakte en de natte omtrek van het beekdwarsprofiel, het verhang van de waterspiegel, en de wandruwheid van de beekbodem. Voor diegenen die deze formule kennen (zie ook p. 779 van het Cultuurtechnisch Vademecum, uitgave 1988): door meandering neemt de lengte van de beek toe en daarmee het verhang s evenredig af. Bovendien leidt hermeandering tot een lagere waarde van de wandruwheidsfactor kM. Bij een gegeven afvoer Q zal daarom de natte doorsnede A en de hydraulische straal R moeten toenemen. Dat kan alleen als de waterstand stijgt. Bij een aangenomen dwarsprofiel is via een toename van de factor AR2/3 deze stijging uit te rekenen (zie figuur N5.2).



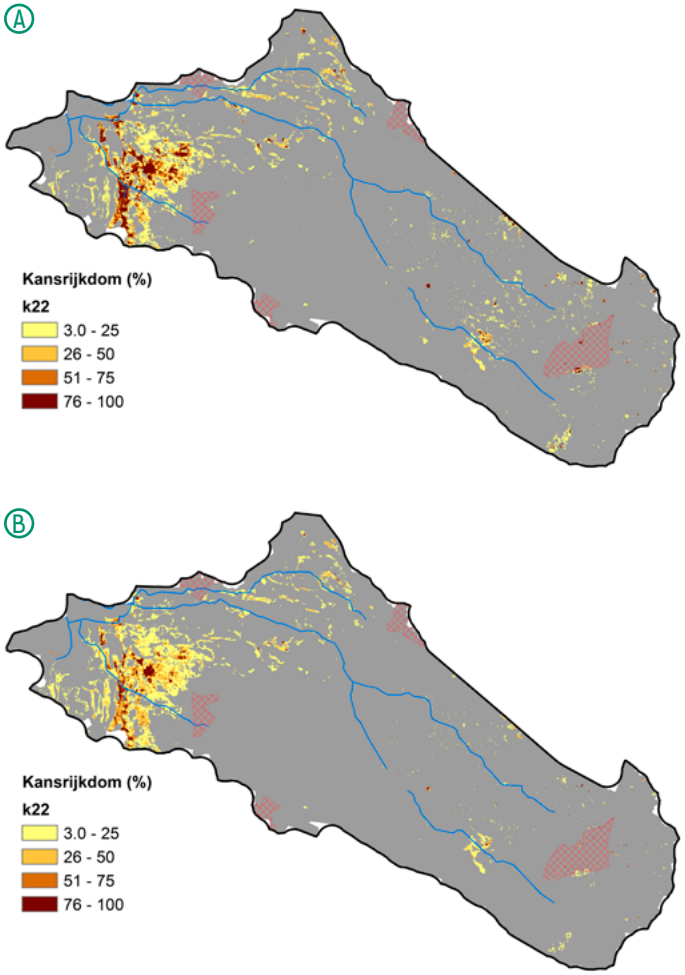
Figuur N5.2: voorbeeld van waterpeil als functie van $AR^{2/3}$. In dit voorbeeld is een beekbodem van 2 m breed aangenomen en een beektalud van 1:1.



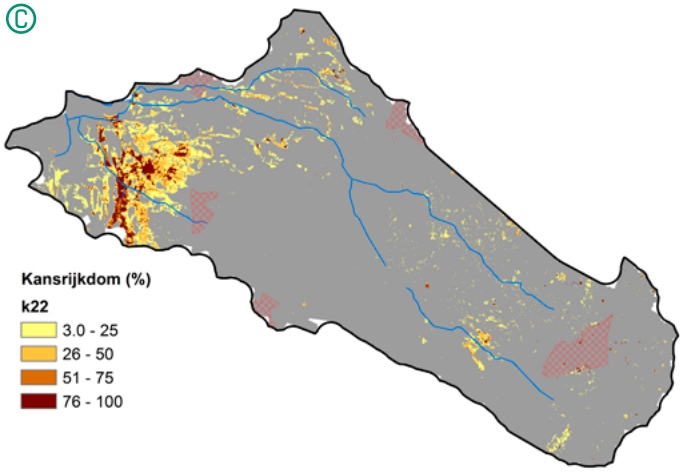
Figuur N5.3: Impact van adaptatiemaatregelen in de Tungelroyse beek op grondwaterstand bij a) huidige situatie en b) bij klimaatverandering volgens het W+ scenario (zie figuur 1.1). De legenda geeft de verschuivingen in de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) weer (blauw = stijging, bruin = daling). De figuren laten de veranderingen in grondwaterstand zien t.o.v. van het huidige klimaat zonder wateradaptatiemaatregelen. (© Yasmijn van der Knaap, gebaseerd op data waterschap Peel en Maasvallei).

Alle maatregelen binnen de hoofdadaptatiemaatregel 'waterbeheer binnen natuurgebieden' dragen bij aan het verhogen van de grondwaterstand. In het kader van het CARE project is voor het stroomgebied van de Tungelroyse Beek (Noord-Brabant) doorgerekend welke effecten diverse adaptatiemaatregelen op de grondwaterstand hebben. De maatregelen betreffen maatregelen die de oppervlakkige afvoer beperken zoals het plaatsen van stuwen, het verwijderen, verbreden of verondiepen van greppels en het afkoppelen van de neerslagafvoer van het riool. Ook het hermeanderen van beken, evenals het aanleggen van een natuurlijk beekprofiel behoren tot de doorgerekende maatregelen. Figuur N5.3a laat zien dat de grondwaterstand stijgt in de huidige situatie als de adaptatiemaatregelen worden toegepast (gem. stijging van 41cm). De stijging vindt plaats in het totale stroomgebied, met uitzondering van een gebied ten zuiden van de middenloop van de beek. De hoogste grondwaterstand stijging vindt plaats in het gebied rondom het bovenstroomse deel van de beek. In het W+ scenario (zie figuur 1.1) (+ 2 gr Celsius en nattere winters en drogere zomers) (figuur N5.3b) neemt de grondwaterstand daling in het drogere gebied verder toe. Verder verdroogt een gebied bovenstrooms nu ook, alsmede het noordelijke deel van het stroomgebied. Ook hier stijgt de grondwaterstand m.n. in het bovenstroomse deel van de beek, al is het gebied waarin deze stijging plaatsvindt kleiner dan in het huidige klimaat. Gemiddeld over het hele gebied stijgt de grondwaterstand met 27 cm, dat is 14 cm minder dan in het huidige klimaat. Bovenstaande figuren laten daarmee zien dat waterconserveringsmaatregelen in het huidige klimaat een hogere impact hebben dan in een toekomstig klimaat (met nattere winters en drogere zomers).

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



Figuur N5.4 laat zien dat in het CARE studiegebied de Baakse Beek de kans op voorkomen van dotterbloem- en andere hooilanden (vaak in beekdalen) afneemt bij klimaatverandering volgens het W+ scenario (zie figuur 1.1) (+ 2 gr Celsius en nattere winters en drogere zomers) ten opzichte van de huidige situatie. Als er bij klimaatverandering echter een grondwaterstandverhoging van 10 cm wordt toegepast, neemt de kans op voorkomen weer toe.



Figuur N5.4: Vergelijking van de potentiële kans op voorkomen op pionier- en graslandvegetaties in de Baakse Beek op natte, matig voedselrijke bodems (dotterbloem- en andere hooilanden): (A) in het huidige klimaat, (B) in het scenario W+, (C) in scenario W+ (zie figuur 1.1), maar met een overal toegepaste grondwaterstandsverhoging van 20 cm. Aanname is dat het hele stroomgebied wordt beheerd als natuur, maar zonder aanpassing van de waterbeheersing (blauw= lage kans op voorkomen, rood = hoge kans op voorkomen). (© Flip Witte).

Verder lezen

Cultuurtechnische Vereniging, Utrecht Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch Vademecum, 1988. Hoofdstuk 4 in Cultuurtechnisch vademecum. Utrecht: Cultuurtechnische Vereniging.

Dolman, H., E. Moors, J. Elberg, W.Snijder en J. Hamaker, 2000. Het waterverbruik van bossen in Nederland. Alterra, Wageningen.

Schaaf, S. van der; Witte, J.P.M., 1998. Inleiding landschapshydrologie (K150-003). Wageningen: Landbouwuniversiteit.

Schaaf, S. van der; Witte, J.P.M., 1998. Practicumhandleiding landschapshydrologie(K150-228).Wageningen: Landbouwuniversiteit

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



W1 VOORKOMEN PIEKAFVOEREN

① BESCHRIJVING ADAPATIESTRATEGIE

De adaptatiestrategie 'Voorkomen piekafvoeren' bestaat uit de maatregelen 1) bergen water in landschap en 2) bergen water in natuurgebied. Onderstaande beschrijving geldt voor beide maatregelen.

Ontwatering zorgt voor meer bergingscapaciteit in de bodem waardoor piekafvoeren worden afgevlakt. Water bergen in de bodem wordt ook nog wel eens aangeduid met 'water vasthouden'. De zogenaamde maatgevende afvoer van waterlopen wordt in de praktijk zelfs geschat aan de hand van de grondwatertrap: hoe dieper deze laatste, des te lager de maatgevende afvoer (zie tabel 4.2.1 op p. 551 in het Cultuurtechnisch Vademecum, uitgave 1988). Natte gebieden, zoals veengebieden, veroorzaken in het algemeen dus hogere piekafvoeren dan droge gebieden, zoals stuwwallen. Een verbetering van de ontwatering gaat meestal gepaard met een verbetering van het afwateringstelsel, wat weer tot een versnelling van de afvoer leidt. Het netto effect van beide is echter vrijwel altijd een vermindering van de piekafvoer. Ontwatering voorkomt dus piekafvoeren maar creëert tegelijk een nieuw probleem: verdroging, zowel van landbouwgrond als van aangrenzende natuurgebieden. De enige duurzame manier om piekafvoeren te voorkomen (zonder extra waterafvoer dat tot verdroging leidt, zie ook hoofdadaptatiemaatregel W2 'Watertekorten voorkomen') is berging van water in natte tijden op het maaiveld. Daarvoor kunnen natuurlijke depressies in het landschap worden gebruikt, zoals de Aaltense Goor in het stroomgebied van de Baakse beek.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

② VOOR WELKE EFFECTEN VAN KLIMAATVERANDERING BIEDT DE MAATREGEL EEN OPLOSSING?

Door water te bergen vermindert de droogtestress in het bergingsgebied en stijgt daarin de grondwaterstand. Berging is per definitie inundatie in het bergingsgebied, maar het voorkomt overstromingen benedenstrooms daarvan (zie tabel W1.1).

Tabel W1.1: Klimaateffecten waar de maatregel 'voorkomen piekafvoeren' een oplossing voor biedt.

adaptatiemaatregel ▾ / effect klimaatverandering ▸	Droogtestress	Hittestress	Inundatie, hoger grondwater, onderwater lopen	Eutrofiëring, Nutriëntenbalans	Ziekten, plagen en invasieve soorten	Bodem degradatie	Verschuiven van soorten naar de polen en bergopwaarts	Toename weersfluctuaties, stormen, overstromingen branden.
1) Bergen water in landschap	X		X					X
2) Bergen water in natuurgebied	X		X					X

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

③ WIE VOERT DE MAATREGEL UIT, IS ER SYNERGIE MET ANDERE SECTOREN?

De adaptatie 'voorkomen piekafvoeren' is gericht op waterbeheerders, maar hebben ook effecten op agrariërs en natuurbeheerders (zie tabel W1.2).

1) Bergen water in landschap

Het voorkomen van piekafvoeren in het landelijke gebied gebeurt meestal door waterbeheerders ten behoeve van de landbouw, maar natuurbeheerders profiteren hier ook van. Het kan ook gedaan worden als maatregel tegen overlast in steden en dorpen.

2) Bergen water in natuurgebied

Het inrichten van een bergingsgebied kan nieuwe natuur opleveren, maar als een bestaand natuurgebied wordt ingericht als bergingsgebied kan het ook leiden tot een verlies aan natuurwaarden. Dat verlies treedt vooral op als geborgen wordt in voedselarme natuurgebieden, met bijvoorbeeld schraalgraslanden. Mogelijk is er natuurwinst te behalen in voedselrijke gebieden, zoals rietmoerassen en ruigten, als berging bijdraagt aan hogere grondwaterstanden in de winter en de zomer. Water bergen midden in het groeiseizoen wordt afgeraden; de (natte) winterperiode is hiervoor het geschiktst. Berging op landbouwgrond gaat ten koste van de agrarische productie en neemt agrarisch areaal in. Natuurelementen nemen wel agrarisch areaal in. Boeren die aan agrarisch natuurbeheer doen (zie hoofdadaptatiemaatregel L6.1 'Landbouw verbreding') stellen wellicht minder hoge eisen aan een laag waterpeil.

Tabel W1.2: Uitvoerders van de maatregel 'voorkomen piekafvoeren' en effecten voor andere sectoren.

sector ▸ / ▾ adaptatiemaatregel	(drink) waterbeheerder	agrariër	natuurbeheerder
1) Bergen water in landschap	X	+	+
2) Bergen water in natuurgebied	X	+ of –	+ of –

X = (belangrijkste) uitvoerder van de maatregel. Synergie maatregel voor andere partijen: + = positief, 0 = neutraal, - = negatief

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

④ ILLUSTRATIES



Figuur W1.1: Water bergen in (agrarisch) landschap.



Figuur W1.2: Water bergen in natuurgebied

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

⑤ VERDIEPING

2) Bergen water in natuurgebied

Het inrichten van een bergingsgebied is maatwerk. Voormalige landbouwgronden of bestaande natuurgebieden met een voedselrijke bodem lijken het meest voor deze maatregel in aanmerking te komen, maar er zijn enkele factoren die de effectiviteit van een bergingsgebied bepalen:

- die diepte van het grondwater (gwt): bij diepere gwt kan er meer water al in de bodem worden geborgen voordat je op het maaiveld moet bergen.
- natuurlijke laagten zijn erg geschikt voor het bergen van water op het maaiveld, zodat geen dijken aangelegd hoeven te worden.
- de grootte van het bergingsgebied is vervolgens afhankelijk van de benodigde bergingscapaciteit. Dit is afhankelijk van de hoeveelheid oppervlaktewater die wordt aangevoerd. Ook is bepalend hoe vaak een piekafvoer mag voorkomen (herhalingstijd). In een natuurgebied is dit wellicht vaker dan in bijvoorbeeld een landbouwgebied,

Via een eenvoudige berekeningen kan al snel een indruk gekregen worden van de haalbaarheid van een locatie als bergingsgebied (zie kader).

Deze berekening geeft alleen een eerste indruk van de haalbaarheid van een bergingsgebied: in het voorbeeld lijkt het geen reële optie. Voor een meer uitgewerkte berekening dient rekening gehouden te worden met: (1) met de herhalingstijd waarop men wil ontwerpen (2) met de daarmee samenhangende duur en de intensiteit van de afvoer, (3) met de oppervlakte die beschikbaar is om te bergen, en de daarin maximaal realiseerbare bergingsdiepte, (4) en met de neerslag die op het bergingsgebied zelf valt. We verwijzen hier naar de berekeningswijze van Ribius (1951), die met regenduurlijnen de samenhang tussen afvoercapaciteit en berging liet zien (analogie: regenduurlijn > afvoerduurlijn, afvoercapaciteit > afvoer uit het bergingsgebied). Gewaakt moet worden voor een te krappe dimensionering, want als een gebied eenmaal vol water staat kan er niets meer in geborgen worden en vliegt alle neerslag het gebied uit.

VOORBEELD BEREKENING

Een vlak gebied van 100 ha heeft Gt III, wat leidt tot een maatgevende afvoer van ongeveer 13 mm/d (Tabel 4.2.1 op p. 541 van Cultuurtechnisch Vademecum). We willen een afvoer die slechts een keer in de 10 jaar wordt overschreden afvlakken. Die afvoer is 1,44 keer zo hoog als de maatgevende afvoer (p. 554 CV, 1998), dus 18.72 mm/d, wat op 100 ha gelijk is aan 18720 m^3/d. Men heeft een terrein van 5000 m^2 aangewezen als bergingsgebied, en uit dit gebied mag een afvoer van maximaal 3000 m^3/d stromen. Om de piekafvoer geheel te kunnen opvangen moet het water in het bergingsgebied (18720-3000) : 5000 = 3.1 m hoog kunnen staan.

Verder lezen

Cultuurtechnische Vereniging, Utrecht Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch Vademecum, 1988. Paragraaf 4.2 in Cultuurtechnisch vademecum. Utrecht: Cultuurtechnische Vereniging.

Cirkel, D.G.; Querner, E.P.; Torfs, P.J.J.F.; Lanen, H.A.J. van, 2003. Effecten van verdrogingsbestrijdende maatregelen en klimaatverandering op extreem hoge afvoeren. Wageningen : Alterra, 2003 (Alterra-rapport 844).

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



W2 WATERTEKORTEN VOORKOMEN

① BESCHRIJVING ADAPATIESTRATEGIE

Om een tekort aan water voor landbouw, natuur en drinkwater te voorkomen zijn er verscheidene oplossingen mogelijk.

1) Verminderen verdamping

In hoog liggende natuurgebieden op zandgronden (stuwwallen, hogere dekzandruggen, duinen), kan de voorraad zoet grondwater worden vergroot door via het vegetatiebeheer de verdamping te reduceren. Deze effectieve maatregel is beschreven in de maatregel N5.2 'Verminderen verdamping'. De extra grondwateraanvulling kan ten goede komen aan de natuur (vennen, beken en sprengen, natte duinvalleien) en aan de drinkwatervoorziening.

2) Injectie oppervlaktewater

Mocht de eerste maatregel niet afdoende zijn, dan kan men overgaan tot het injecteren van oppervlaktewater in de ondergrond. Dit doet men vooral in natte tijden als er voldoende oppervlaktewater beschikbaar is, om het dan later in droge tijden op te pompen (ASR: aquifer storage and recovery). De bodem kan hierbij dienen als filter om het water te zuiveren voordat het voor drinkwaterdoeleinden wordt opgepompt. Infiltratie van relatief schoon beekwater heeft de voorkeur boven rivierwater.

3) Verplaatsen waterwinning

Lokaal kunnen de gevolgen van onttrekking van grondwater voor de drinkwatervoorziening en de industrie worden bestreden door winningen te verplaatsen naar het rivierengebied of naar diepe polders, die toch droog gehouden moeten worden. De voor de natuur gunstigste locaties voor grondwaterwinning liggen daar.

4) Hermeanderen

Water 'vast houden' door het laten hermeanderen van beken is beschreven in de maatregel N5.3 'Hermeanderen beken'.

5) Water bergen

Water bergen door het op te slaan in reservoirs in het landschap is ook een mogelijkheid. Deze oplossing kan ook gebruikt worden ter voorkoming van piekafvoeren. Zie factsheet W1 'Voorkomen piekafvoeren'.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

6) Herdimensioneren

Het stelsel van ont- en afwateringsmiddelen is vooral in de vorige eeuw aangelegd hoofdzakelijk om wateroverlast te voorkomen. Boeren zijn namelijk meer beducht voor wateroverlast dan voor een tekort aan water, omdat de eerste gebeurtenis snel leidt tot een grote gewasreductie, terwijl het optreden van droogteschade veel meer geleidelijk gebeurt en bestreden kan worden door te beregenen. Het huidige stelsel is bovendien gedimensioneerd op het weer van de vorige eeuw. Met het oog op klimaatverandering kan het waterlopenstelsel worden herzien, bijvoorbeeld door het verontdiepen van sloten, eventueel gecombineerd met een verbreding. Peilgestuurde drainage en ondiepere drains die in een dichter stelsel worden aangelegd kunnen ertoe bijdragen dat niet alleen droogteschade wordt voorkomen, maar ook dat afvoerpieken worden afgevlakt.

② VOOR WELKE EFFECTEN VAN KLIMAATVERANDERING BIEDT DE MAATREGEL EEN OPLOSSING?

Alle maatregelen zijn bedoeld om droogtestress te vookomen maar hebben ook invloed op ununddatie en hogere grondwaterspiegel (zie tabel W2.1). De maatregelen water bergen (5) en herdimensioneren (6) bieden ook een oplossing aan toename van weersfluctuaties omdat ze de capaciteit van het watersysteem vergroten.

Tabel W2.1: Klimaateffecten waar de maatregel 'watertekorten voorkomen' een oplossing voor biedt.

adaptatiemaatregel ▾ / effect klimaatverandering ▸	Droogtestress	Hittestress	Inundatie, hoger grondwater, onderwater lopen	Eutrofiëring, Nutriëntenbalans	Ziekten, plagen en invasieve soorten	Bodem degradatie	Verschuiven van soorten naar de polen en bergopwaarts	Toename weersfluctuaties, stormen, overstromingen branden.
1) Verminderen verdamping	X		X					
2) Injectie oppervlaktewater	X		X					
3) Verplaatsen waterwinning	X		X					
4) Hermeanderen	X		X					
5) Water bergen	X		X					X
6) Herdimensioneren	X		X					X

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

③ WIE VOERT DE MAATREGEL UIT, IS ER SYNERGIE MET ANDERE SECTOREN?

De hoofdadaptatiemaatregel 'watertekorten voorkomen' wordt zowel uitgevoerd door natuur- als waterbeheerders (zie tabel W2.2).

1) Verminderen verdamping

Deze maatregel wordt in de praktijk vooral genomen door natuurbeheerders om de verdroging van de natuur te bestrijden, waarvan ook waterbeheerders profiteren.

2) Injectie oppervlaktewater

Deze maatregel wordt vaak uitgevoerd door waterbeheerders om de belangen van zowel een drinkwaterbedrijf als van de natte natuur de behartigen. Berging in reservoirs is vooral ter voorkoming van piekafvoeren in de landbouw. Daarbij kan zowel natuurwinst als schade aan de natuur optreden (zie hoofdadaptatiemaatregel W1 'Voorkomen piekafvoeren').

3) Verplaatsen waterwinning

Deze maatregel wordt meestal genomen door waterbeheerders om verdroging van de natuur te bestrijden, maar kan, afhankelijk van de gekozen locatie, voor- of nadelen voor agrarisch gebruik opleveren.

4) Hermeanderen

Deze maatregel wordt meestal genomen door waterbeheerders om verdroging van de natuur te bestrijden. Deze maatregel kost echter meer ruimte in het agrarisch gebied.

Tabel W2.2: Uitvoerders van de maatregel 'watertekorten voorkomen'. en effecten voor andere sectoren.

adaptatiemaatregel ▾ / sector ▸	(drink) waterbeheerder	agrariër	natuurbeheerder
1) Verminderen verdamping	+	0	x
2) Injectie oppervlaktewater	x	0	+ of –
3) Verplaatsen waterwinning	x	+ of –	+
4) Hermeanderen	x	–	+
5) Water bergen	x	+	+
6) Herdimensioneren	x	+	+

X = (belangrijkste) uitvoerder van de maatregel. Synergie maatregel voor andere partijen: + = positief, 0 = neutraal, - = negatief

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

5) Water bergen

Deze maatregel wordt meestal genomen door waterbeheerders om verdroging van de natuur te bestrijden. Deze watervoorraad kan ook ten goede komen aan agrariërs.

6) Herdimensioneren

Het herdimensioneren van waterlopen door waterbeheerders kan dienen om droogteschade in zowel de landbouw als de natuur te voorkomen, met behoud of vergroting van de afvoercapaciteit. Boeren die aan agrarisch natuurbeheer doen (zie factsheet L6.1: Landbouw verbreding) stellen wellicht minder hoge eisen aan ontwatering van hun percelen.

④ ILLUSTRATIES



Figuur W2.1: Water vasthouden door hermeandering beken (foto: D. Stremke)

⑤ VERDIEPING

Het voert te ver hier voor alle maatregelen ontwerpprincipes te geven. Voor de geïnteresseerden verwijzen wij hier naar het Cultuurtechnisch Vademecum en naar het collegedictaat 'Landschapshydrologie' van de Wageningen Universiteit.

In het algemeen is te zeggen dat:

1. Voor verdamping reduceren open vegetaties effectiever zijn dat loofbos, terwijl (donker) naaldbos het minst effectief is.
2. Injectie oppervlaktewater meestal alleen mogelijk is in natte seizoenen met relatief schoon oppervlaktewater.
3. Verplaatsing van waterwinning voor drinkwater is het meest effectief waar het grondwater een hoge kwaliteit heeft en de winning het minste leidt tot verlaging van de grondwaterstand in de omgeving, terwijl voor beregening van landbouw waterkwaliteit minder belangrijk is maar vooral voldoende water beschikbaar moet zijn, bij voorkeur binnen de regio waar het water ook nodig is.
6. Bij het herdimensioneren van sloten is verontdiepen van sloten een mogelijkheid, eventueel in combinatie met een accoladeprofiel (slootkant met een flauw talud).

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

Verder lezen

Cultuurtechnische Vereniging, Utrecht Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch Vademecum, 1988. Hoofdstuk 4 in Cultuurtechnisch vademecum. Utrecht: Cultuurtechnische Vereniging.

Schaaf, S. van der; Witte, J.P.M., 1998. Inleiding landschapshydrologie (K150-003). Wageningen: Landbouwuniversiteit.

Schaaf, S. van der; Witte, J.P.M., 1998. Practicumhandleiding landschapshydrologie (K150-228). Wageningen: Landbouwuniversiteit.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

3 › KANSEN VOOR INTEGRATIE

3.1 › BREDE OPLOSSINGEN

In gebiedsgerichte klimaatadaptatie is het doel dat het landschap zodanig wordt aangepast dat voor zo veel mogelijk gebruikers en belanghebbenden in het gebied de effecten van klimaatverandering kunnen worden opgevangen.

De verwachting is dat maatregelen waarbij synergie mogelijk is tussen de sectoren en die bovendien meerdere klimaatproblemen oplossen de meest kansrijke maatregelen zijn om te komen tot een geïntegreerde gebiedsadaptatie. Deze maatregelen zijn relatief efficiënt, omdat ze meerdere problemen tegelijk oplossen. Daarnaast nodigen maatregelen waar meerdere gebruikers mee geholpen zijn eerder uit tot overeenstemming en samenwerking. Terwijl adaptatiemaatregelen, die negatief zijn voor andere sectoren, juist bij voorkeur vermeden zouden moeten worden omdat ze voor het gebied als geheel zelfs negatief uit kunnen pakken.

Er zal in een gebied altijd sprake zijn van autonome adaptatie waarbij gebruikers zelf maatregelen nemen om hun bedrijf of gebied aan te passen aan klimaatverandering. Bijvoorbeeld een agrariër die overgaat op een nieuw ras of gewas of een natuurbeheerder die de timing van beheersmaatregelen aanpast, zoals vroeger maaien. Daarnaast zijn er maatregelen die coördinatie of samenwerking vragen omdat ze sector overschrijdend zijn of omdat ze alleen effectief zijn als ze over een grotere oppervlakte worden uitgevoerd. Bijvoorbeeld het langer vasthouden van water in een gebied door het aanpassen van slootprofielen is alleen effectief als dit in een groter gebied gebeurt, bij voorkeur zelfs in een heel stroomgebied. De aanleg van groene infrastructuur neemt in effectiviteit toe als er voldoende kritische massa ontstaat, door natuurlijke elementen in delen van het gebied te concentreren. Voor verbindingszones tussen natuurgebieden geldt dat de zwakste schakel de effectieve uitwisseling bepaalt. Deze maatregelen vragen dus om samenwerking in het gebied, waarbij coördinatie gewenst kan zijn en compensatie voor het leveren van diensten een optie kan zijn.

In een gebiedsproces is het dus goed om te weten hoeveel klimaatproblemen een maatregel oplost en hoe een maatregel gericht op de ene sector uitpakt voor andere sectoren. Het is de verwachting dat deze informatie kan bijdragen tot samenwerking tussen gebruikers en eerder tot geïntegreerde en duurzame klimaatadaptatie zal leiden.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

3.2 › HOEVEEL KLIMAATPROBLEMEN LOST EEN MAATREGEL OP EN IS ER SYNERGIE MOGELIJK?

In de factsheets worden acht verschillende effecten van klimaatverandering onderscheiden. Per maatregel is aangegeven welke van deze klimaateffecten worden opgelost. Daarnaast is in de factsheets voor iedere maatregel aangegeven welke sector de maatregel uitvoert (de agrariër, de natuurbeheerder of de waterbeheerder) en of de maatregel positief, neutraal of negatief uitpakt voor de beide andere sectoren.
In tabel 3.1 zijn alle maatregelen in een assenstelsel geplaatst. Op de horizontale as staat de invloed van de maatregel op de andere twee sectoren met links de maatregelen die negatief zijn voor de beide andere sectoren via neutraal in het midden naar rechts de maatregelen die positief uitpakken voor de beide andere sectoren. Op de verticale as staat het aantal klimaatproblemen dat met een maatregel wordt opgelost van 1 klimaateffect onder in de figuur tot 8 klimaateffecten boven in de figuur. Alle adaptatieopties zijn in deze figuur geplaatst. De rechterkant van de figuur laat de gunstigste maatregelen zien, waarbij met name de maatregelen rechtsboven in de grafiek het gunstigst zijn omdat de maatregel synergie oplevert tussen de sectoren en ook nog eens meerdere klimaatproblemen tegelijk oplost.

De meest gunstige adaptatieopties zijn N2.1a *Verbindingszone natte natuur* en N2.2a *Groene Infrastructuur natte natuur*. Deze maatregelen voor de natuurbeheerder dragen bij aan het verminderen van 7 van de 8 klimaatproblemen. De bijdrage aan de samenhang van het natuurnetwerk is belangrijk voor het opschuiven van soorten en het opvangen van weersfluctuaties. Daarnaast vermindert de maatregel de droogtestress en de hittestress, het vermindert eutrofiëring van het water, het reduceert ziekten en plagen door natuurlijke plaagregulatie en het kan bodemerosie helpen voorkomen. Dit zijn effecten waar ook de (drink)waterbeheerder en de agrariër van profiteren. Voor de agrariër zijn er echter ook nadelen, zoals de ruimte die deze natuurlijke elementen innemen, die afgaat van het productie areaal en de mogelijk te natte omstandigheden. Dit is op te lossen door de agrariër een vergoeding te geven voor het leveren van deze klimaatadaptatie-diensten.

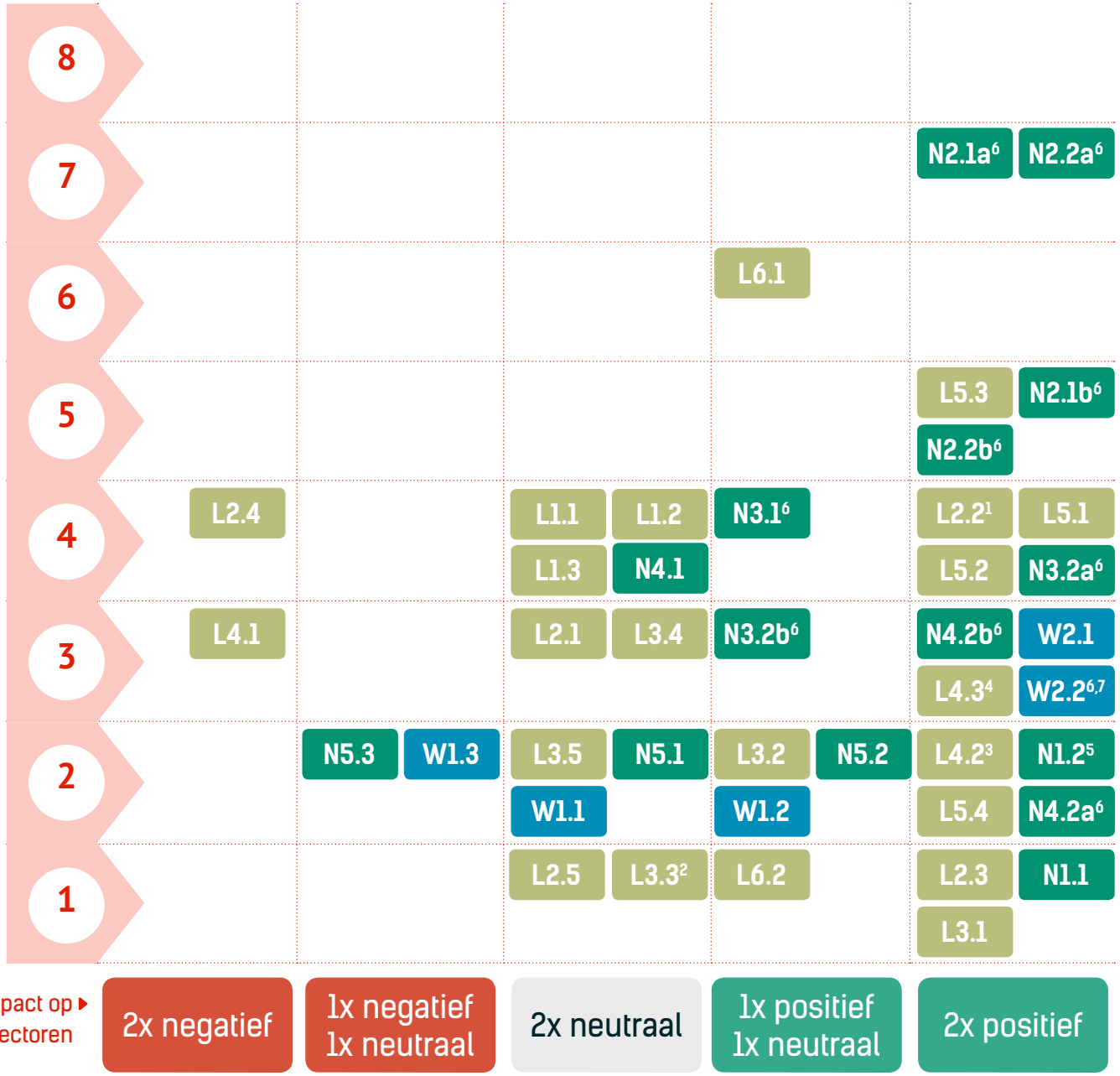
Een andere zeer gunstige maatregel is L5.3 *Verbeteren van het organische stof gehalte en bodem structuur*. Deze maatregel voor de agrariër draagt bij aan het verminderen van 5 klimaatproblemen. Het vermindert de droogtestress, geeft een geleidelijkere waterafvoer na extreme neerslag en vermindert de kans op inundatie, eutrofiëring en bodemdegradatie. Het beter vasthouden van water en minder extreme waterafvoer na grote buien zijn ook gunstig voor de waterbeheerder en de natuurbeheerder.

Noten tabel 3.1

1. als gras voor natuurdoelen niet te vroeg wordt gemaaid
2. als niet teveel water gebruikt wordt voor verkoeling stal en vee
3. als voor de maatregel al geïrrigeerd werd
4. als piekafvoeren voorkomen worden
5. agrariër is ook uitvoerder, is als positieve synergie geïnterpreteerd
6. als agrariër gecompenseerd wordt voor opbrengst- of areaalverlies, bijvoorbeeld als onderdeel van agrarisch natuurbeheer.
7. als waterberging gepaard gaat met nieuwe natuur of past in bestaand natuurgebied.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

Tabel 3.1: Interactie adaptatiemaatregelen met andere sectoren en het aantal klimaatproblemen waar de maatregelen bijdragen aan de oplossing ervan.



Toelichting

Op de horizontale as staat de invloed van de maatregel op de andere 2 sectoren met links de maatregelen die negatief zijn voor de beide andere sectoren via neutraal in het midden naar rechts de maatregelen die positief uitpakken voor de beide andere sectoren.

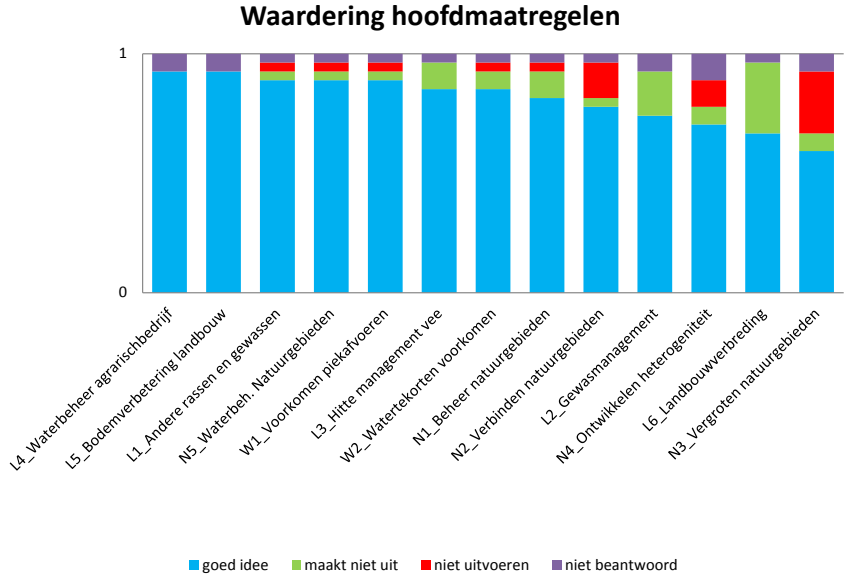
Op de verticale as staat het aantal klimaatproblemen dat wordt opgelost van 1 onder tot 8 boven. Alle adaptatieopties zijn in deze figuur geplaatst. Dit betekent dat maatregelen die aan de rechterkant en bovenin de grafiek staan de gunstigste maatregelen zijn. De codering correspondeert met de factsheets uit hoofdstuk 2

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

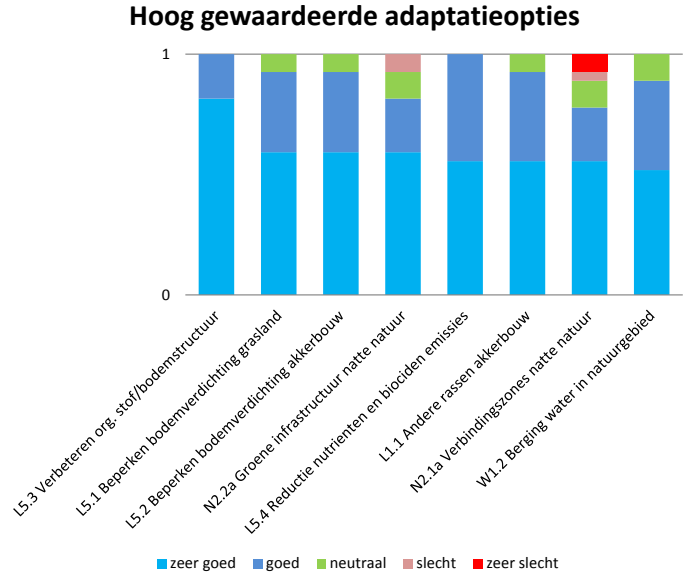
3.3 › ACCEPTATIE DOOR STAKEHOLDERS

Een belangrijke randvoorwaarde voor het uitvoeren van adaptatiemaatregelen is of de verschillende belanghebbenden in een gebied de maatregel als zinvol ervaren. Om dit te meten is een enquête uitgevoerd onder de stakeholders van het gebiedsproces in de Baakse Beek en de Tungelroyse Beek. In totaal hebben 27 mensen gereageerd verdeeld over de volgende sectoren: 5 agrariërs, 12 (drink)waterbeheerders, 4 natuurbeheerder en 7 categorie 'overig', voornamelijk mensen betrokken bij gemeenten of provincie. Uit figuur 3.1 blijkt dat de meeste hoofdadaptatiemaatregelen goed worden ondersteund. Vooral waterbeheermaatregelen op het agrarische bedrijf (L4) en Bodemverbetering landbouw (L5) hebben een groot draagvlak. Eigenlijk ondersteunt iedereen deze adaptatiemaatregelen. Het vergroten van natuurgebieden (N3) heeft de laagste acceptatiegraad. 7 respondenten geven expliciet aan dat deze adaptatiemaatregel niet uitgevoerd zou moeten worden. Het belangrijkste bezwaar tegen deze maatregel is dat dit ten koste zou gaan van de beschikbare ruimte voor agrarisch gebruik.

De hoofdadaptatiemaatregelen zijn onderverdeeld in verschillende adaptatieopties, dit zijn verschillende manieren om de adaptatiemaatregel uit te voeren (zie hoofdstuk 2). In de enquête is ook naar de mening gevraagd over de verschillende adaptatieopties. Figuur 3.2 laat de acht maatregelen zien met de hoogste waardering. Deze maatregelen zullen relatief gemakkelijk uitgevoerd kunnen worden, omdat er in het gebied grote steun voor bestaat.



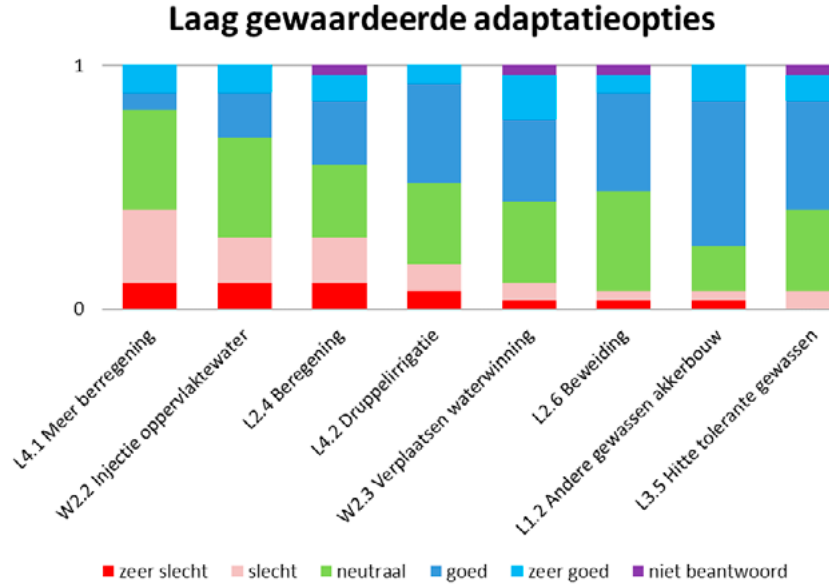
Figuur 3.1: Waardering van de 13 hoofdadaptatiemaatregelen door stakeholders in de gebieden Baakse Beek en Tungelroyse Beek (enquête 27 respondenten).



Figuur 3.2: De adaptatieopties met de hoogste waardering (enquête Baakse Beek en Tungelroyse Beek, 27 respondenten).

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

Opmerkelijk is dat 5 van de 8 meest gewaardeerde adaptatieopties betrekking hebben op het agrarisch bedrijf, zoals L5.3 *Verbeteren organisch stof en bodemstructuur* en L5.1 *Beperken bodemverdichting*. Ook het verbinden van natuurgebieden met natte natuurtypen N2.2a *Groene Infrastructuur natte natuur* en N1.1a *Verbindingszone natte natuur*, wordt breed ondersteund.



Figuur 3.3: De adaptatieopties met de laagste waardering (enquête Baakse Beek en Tungelroyse Beek, 27 respondenten).

Daarnaast zijn er ook adaptatieopties met een relatief lage waardering. Figuur 3.3 laat zien dat voor de laagst gewaardeerde opties niet geldt dat iedereen ertegen is, maar de uitvoering van dit soort maatregelen zal lastiger zijn, omdat de meningen verdeeld zijn. Opvallend is dat de laag gewaardeerde opties vaak betrekking hebben op het gebruik van het grondwater in tijden van droogte: *Beregening* (L4.1, L2.4) *Injectie oppervlaktewater* (W2.2), *Verplaatsen waterwinning* (W2.3) en *Druppelirrigatie* (L4.2). De verdeeldheid over dit soort maatregelen is goed te verklaren omdat het maatregelen zijn die negatief uit kunnen pakken voor andere sectoren (zie hoofdstuk 3.2), omdat ze ten koste gaan van de hoeveelheid en kwaliteit van het schaarse grondwater.

3.4 › SYNERGIE EN EFFICIËNTIE WORDEN HERKEND

Het blijkt dat de adaptatieopties die meerdere klimaatproblemen oplossen en waar meerdere sectoren voordeel van ondervinden (rechtsboven in tabel 3.1), ook de maatregelen zijn met een hoge waardering van de verschillende stakeholders (figuur 3.2): *Verbindingszone natte natuur* (N2.1a), *Groene Infrastructuur natte natuur* (N2.2a) en alle adaptatieopties met betrekking tot *Bodemverbetering* (L5.1, L5.2 L5.3 en L5.4). Met andere woorden het lijkt erop dat de synergie tussen sectoren en de brede oplossingen van deze adaptatieopties worden herkend door de verschillende stakeholders. Het lijkt dan ook aannemelijk dat juist deze matregelen het meest kansrijk zijn om een geïntegreerde gebiedsadaptatie te bereiken.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

4 › GEBRUIK FACTSHEETS IN PLANNINGSSESSIE

4.1 › DE OPDRACHT

Op 30 januari 2014 vond een planningsworkshop plaats over het Baakse Beek gebied. De aanwezigen gingen met adaptatiemaatregelen in drie deelgebieden aan de slag: de Landgoederenzone, Wolfersveen en Vragender (zie figuur 4.1). Er werden adaptatiemaatregelen gekozen en de kaartjes met maatregelen werden in de deelgebieden geplaatst op die locaties waar men de maatregelen zinvol vond. Als achtergrond materiaal waren een groot aantal kaarten aanwezig onder andere op basis van de CARE-onderzoeksresultaten.
De opdracht was:

Hoe kunnen we, gezien de verwachte veranderingen die op ons afkomen, een klimaatrobuust landschap in de Baakse Beek ontwikkelen?

Neem hierin onder andere de geschiedenis, inwoners, bedrijvigheid, natuur en fysieke landschapskarakteristieken van het gebied mee. En geef aandacht aan integratie tussen stakeholders en tussen adaptatiemaatregelen.

Elke groep wordt gevraagd om zich te richten op onderstaande adaptatiemaatregelen.

W1.2 Berging water in natuurgebieden
N2.2a Groene infrastructuur natuurvriendelijke oevers
N2.2b Groene infrastructuur houtwallen
W2.4 Hermeanderen beken
W2.6 Herdimensioneren waterlopen
N3.1 Vergroten natuurgebieden
N5.1 Reductie oppervlakkige afvoer natuurgebied

Deze maatregelen zijn geselecteerd uit het factsheet rapport Adaptatiemaatregelen, omdat ze cross-sectoraal zijn, waardoor er samenwerking dan wel draagvlak nodig is tussen sectoren om ze te kunnen uitvoeren. Daarnaast hebben de maatregelen een ruimtelijke component, waardoor er een verandering in grondgebruik nodig is. Tenslotte bleek uit een van te voren uitgevoerde enquête onder de deelnemers dat er een redelijk goed draagvlak aanwezig was voor deze maatregelen (met uitzondering van het vergroten van natuurgebieden, zie hoofdstuk 3.3). Daarnaast konden de deelnemers ook andere adaptatiemaatregelen aandragen.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



Figuur 4.1: De deelgebieden gebruikt in de workshop

4.2 › RESULTATEN DEELGEBIED WOLFVERSVEEN

Als voorbeeld worden hier de resultaten van het deelgebied Wolfersveen gepresenteerd.
Problematiek rond klimaatverandering in Wolfersveen:

1. Droogte vormt soms een probleem voor landbouw en natuur.
2. Wateroverlast is nu al een probleem in het Wolfersveen voor de landbouw en dit zal toenemen.
3. Versnippering natuur: alleen langs de Veengoot is een verbindingszone aanwezig,verder zijn nauwelijksnatuurlijke elementen aanwezig.
4. RULEX[1] laat zien dat er in dit gebied weinig landstransacties van landbouw naar natuur plaatsvinden.

[1] *RULEX is een model dat binnen het CARE project is ontwikkeld. RULEX voorspelt veranderingen in landgebruik en de ontwikkeling van landbouwbedrijven als gevolg van klimaatverandering, economische ontwikkelingen en sociale factoren.*

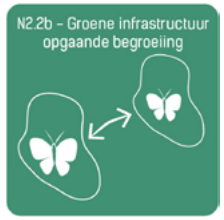
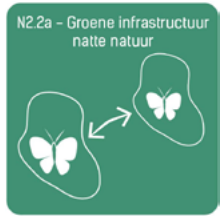
› 1 › Leeswijzer
› 2 › Adaptatieopties
› Agrariër
› Natuurbeheerder
› Waterbeheerder
› 3 › Integratie
› 4 › Voorbeeldgebruik



Figuur 4.2: De hoogtekaart is geschikt om de oude meanders en laagste gebieden te identificeren voor maatregelen W1 en W2 (foto: Synergos)

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

Tabel 4.1: De adaptatiemaatregelen die zijn geselecteerd voor deelgebied Wolfersveen.

Geselecteerde Adaptatiemaatregelen Wolfersveen	Voordelen	Nadelen	Randvoorwaarden
	> Aantrekkelijk landschap, > Verbindend voor natuur > Biomassa productie (stookhout), > CO_2 vastleggen, > Natuurlijke bestuiving, GLB subsidie	> Alleen droge natuur, > Statisch: kan niet worden verplaatst, > Schaduw en wateronttrekking, > Verandering smaak gras	> Beheer en financiering goed organiseren, bijvoorbeeld door een collectief. > Het weghalen of verplaatsen van houtwallen toestaan. > Continuïteit van beleid
	> Het verbreden en verontdiepen van de grote en kleine waterlopen draagt bij aan het vasthouden van water. (slootprofiel jaren 60)	> Het kost ruimte > Het vergroot de kans op wateroverlast	> Moet grootschalig gebeuren, op regionale schaal. > De wil van alle sectoren is belangrijk.
	> Bestuiving t.b.v. akkerbouw > Verbindend voor natuur > Verbetering waterkwaliteit > Beleving waterlopen in het landschap	> Mogelijk conflict met afwatering > Toename onkruid	> Haalbaarheid ligt lager dan bij aanleg houtwallen, met uitzondering van de Veengoot. > Meer regie overheid nodig > Combineren met W2, herdimensioneren waterlopen. > Materiaal gebruiken voor bodemverbetering (combineren met L5)

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

Tabel 4.1 (vervolg): De adaptatiemaatregelen die zijn geselecteerd voor deelgebied Wolfersveen.

Geselecteerde Adaptatiemaatregelen Wolfersveen	Voordelen	Nadelen	Randvoorwaarden
	> Waterberging is te combineren met de Groene Infrastructuur (N2)		> Deze maatregel is effectiever buiten het Wolfersveen gebied (stroomopwaarts)
Extra adaptatiemaatregelen			
	> Verbeteren bodemstructuur draagt bij aan waterberging		> Dit kost tijd geld en kennis
	> Minder kwetsbaar voor klimaatverandering		> Dit kost tijd, geld en kennis

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik



Figuur 4.3: De geselecteerde adaptatatiemaatregelen voor het deelgebied Wolfersveen op kaart.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

4.3 › CONCLUSIE

Opvallend was dat de gebiedskennis die de groepsleden hebben, goed ter sprake kwam en werd benut. Er werd door alle partijen constructief meegedacht, en iedereen was in de gelegenheid om de voor en nadelen van de adaptatieopties met elkaar te bespreken en randvoorwaarden te benoemen waaraan voldaan zou moeten worden bij de uitvoering. Ook werd er naar de standpunten van de andere partijen gevraagd, wat een levendige dialoog opleverde. Deze bijeenkomst was een goed voorbeeld hoe wetenschappelijke inzichten samen met gebiedsexpertise tot geïntegreerde plannen kunnen leiden.

Het volgende citaat geeft dit goed weer: '*Vanuit klimaatverandering ligt er een opgave voor de verschillende functies die het gebied heeft. Een functie is de natuur en het verbinden van de natuur, de andere is dat je wilt zorgen voor voldoende water voor landbouw en natuur, en de derde is de woonfunctie waarbij je te maken hebt met een woongebied dat af en toe onder water loopt. Het mooie is dat je een pakket van maatregelen kan bedenken waarbij je optimaal tegemoet komt aan de opgaven die in het gebied liggen*.'

De coördinator van het gebiedsproces Baakse Beek gaf aan dat hij de resultaten van deze planningssessie goed kan gebruiken voor het ontwikkelperspectief van het Baakse Beek-gebied.

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

BIJLAGE 1

OVERZICHT HOOFDADAPTATIEMAATREGELEN EN ADAPTATIE OPTIES

L1 ANDERE RASSEN EN GEWASSEN
- L1.1 Andere rassen akkerbouw
- L1.2 Andere gewassen akkerbouw
- L1.3 Aanpassen voedergewas melkveehouderij

L2 GEWASMANAGEMENT
- L2.1 Vroeger zaaien
- L2.2 Aanpassen tijdstip oogst
- L2.3 Aanpassen tijdstip mesttoediening
- L2.4 Beregenen
- L2.5 aanpassen tijdstip onkruidbestrijding
- L2.6 Beperken beweiding

L3 HITTE MANAGEMENT VEE
- L3.1 Maatregelen beweiding
- L3.2 Aanplanten bomen
- L3.3 Verkoeling stal
- L3.4 Aanpassen voeding
- L3.5 Hitte tolerante rassen

L4 WATERBEHEER OP HET AGRARISCH BEDRIJF
- L4.1 Beregenen
- L4.2 Druppelirrigatie
- L4.3 Lokale drainagesystemen

L5 BODEMVERBETERING LANDBOUW
- L5.1 Beperken bodemverdichting grasland
- L5.2 Beperken bodemverdichting akkerbouw
- L5.3 Verbeteren organisch stofgehalte bodem en bodemstructuur akkerbouw
- L5.4 Reductie nutriënten- en biociden-emissies lucht en water

L6 LANDBOUWVERBREDING
- L6.1 Verbreding natuurbeheer
- L6.2 Verbreding andere activiteiten

N1 BEHEER NATUURGEBIEDEN
- N1.1 Flexibel maaibeheer
- N1.2 Aanpassen boomsoorten

N2 VERBINDEN NATUURGEBIEDEN
- N2.1a Verbindingszones natte natuur
- N2.1b Verbindingszones opgaande begroeiing
- N2.2a Groene infrastructuur natte natuur
- N2.2b Groene infrastructuur opgaande begroeiing

N3 VERGROTEN NATUURGEBIEDEN
- N3.1 Vergroten natuurgebieden
- N3.2a Aanleg buffer natte natuur
- N3.2b Aanleg buffer droge natuur

N4 ONTWIKKELEN HETEROGENITEIT
- N4.1 Heterogeniteit binnen natuurgebieden
- N4.2a Heterogeniteit droge natuur buiten natuurgebieden
- N4.2b Heterogeniteit natte natuur buiten natuurgebieden

N5 WATERBEHEER BINNEN NATUURGEBIEDEN
- N5.1 Voorkomen oppervlakkige afvoer
- N5.2 Verminderen verdamping
- N5.3 Hermeanderen beken

W1 VOORKOMEN PIEKAFVOEREN
- W1.1 Bergen water in landschap
- W1.2 Bergen water in natuurgebied

W2 WATERTEKORTEN VOORKOMEN
- W2.1 Verminderen verdamping
- W2.2 Injectie oppervlaktewater
- W2.3 Verplaatsen waterwinning
- W2.4 Hermeanderen
- W2.5 Water bergen
- W2.6 Herdimensioneren

1 › Leeswijzer
2 › Adaptatieopties
Agrariër
Natuurbeheerder
Waterbeheerder
3 › Integratie
4 › Voorbeeldgebruik

COLOFON

Onderzoeksproject CARE
KvK Kennis voor Klimaat
Thema 3: Klimaatbestendig maken van het platteland

Redactie
Claire Vos
Carla Grashof
Sven Stremke
Dirk Oudes

Ontwerp
Dirk Oudes

Klimaatbestendig maken van het Platteland
Knowledge for Climate

WAGENINGEN UR
For quality of life

Auteurs per factsheet

Andere gewassen en rassen, Hitte-management vee, Waterbeheer op het agrarisch bedrijf, Bodemverbetering landbouw: *Pytrik Reidsma en Joost Wolf*

Gewasmanagement: *Ben Schaap*

Landbouw verbreding: *Martha Bakker en Carla Grashof*

Beheer natuurgebieden: *Jerry van Dijk*

Verbinden natuurgebieden, Vergroten natuurgebieden, Vergroten heterogeniteit: *Claire Vos*

Waterbeheer binnen natuurgebieden, Voorkomen piekafvoeren en Watertekorten voorkomen: *Flip Witte*