



Schoon Water en klimaat Zeeland

Carin Rougoor, Dirk Keuper, Peter Leendertse



Schoon Water en klimaat Zeeland

Abstract: Beschrijving van de gevolgen van klimaatverandering voor de Zeeuwse landbouw en het stedelijk gebied en de mate waarin Schoon Water maatregelen bijdragen aan een klimaatrobuuste landbouw en klimaatrobuust stedelijk beheer.

Auteurs: Carin Rougoor, Dirk Keuper, Peter Leendertse

Opdrachtgevers/partners: Provincie Zeeland, Waterschap Scheldestromen, Evides Waterbedrijf, VZG en ZLTO

© CLM 909, september 2017

CLM Onderzoek en Advies

Postbus:

Postbus 62
4100 AB Culemborg

Bezoekadres:

Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700

F 0345 470 799

www.clm.nl

Inhoud

Samenvatting	3
1 Inleiding	5
1.1 Klimaatverandering	5
1.2 Vraagstelling	5
1.3 Werkwijze en leeswijzer	6
2 Gevolgen van klimaatverandering	7
2.1 Klimaat van Nederland en Zeeland	7
2.2 Invloed op de bodem	13
2.3 Invloed op groenbeheer in dorpen en steden	16
3 Gevolgen voor landbouw in Zeeland	17
3.1 Landbouw in Zeeland	17
3.2 Gevolgen klimaatverandering voor de landbouwproductie	18
3.3 Gevolgen voor de teelt van wintertarwe	20
3.4 Gevolgen voor grasland	21
3.5 Gevolgen voor de aardappelteelt	22
3.6 Gevolgen voor de suikerbietenteelt	23
3.7 Gevolgen voor de uienteelt	23
3.8 Gevolgen voor de teelt van hardfruit	24
3.9 Gevolgen van verzilting voor de Zeeuwse landbouw	24
4 Schoon water maatregelen en klimaatbestendigheid	25
4.1 Aanpassingen aan de klimaatverandering	26
4.2 Beheer van groen, verhardingen en sportterreinen	26
4.3 Maatregelen in de landbouw	27
4.3.1 Klimaatonafhankelijke maatregelen	27
4.3.2 Klimaatbestendige maatregelen	28
4.4 Samenvatting	30
5 Conclusies	31
5.1 Gevolgen klimaatverandering voor de landbouw in Zeeland	31
5.2 Schoon water maatregelen en het klimaat	32
Bijlagen	34
Bijlage 1 Bronnen	35
Bijlage 2 Deelnemers workshop 11 maart 2016	37

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de gevolgen van klimaatverandering voor de Zeeuwse landbouw en het stedelijk gebied. We gaan in op de vraag in welke mate maatregelen die worden genomen binnen het project Schoon Water Zeeland bijdragen aan een klimaatrobuuste landbouw en klimaatrobuust stedelijk beheer.

Klimaatverandering in de landbouw

De gevolgen van klimaatverandering voor de landbouw in Zeeland zijn een gecombineerd effect van zachtere, nattere winters, het vaker voorkomen van neerslagpieken en periodes van droogte en een toenemende kans op verzilting van de bodem. Het groeiseizoen wordt langer door de temperatuurstijging. Meer CO₂ in de lucht (de oorzaak van klimaatverandering) kan de landbouwproductie in potentie doen toenemen. Maar per gewas, per grondsoort en per jaar kunnen de gevolgen weer anders zijn. Literatuurbronnen noemen klimaatverandering als een van de oorzaken van de toegenomen kwetsbaarheid van gewassen voor ziekten en plagen, naast andere oorzaken, zoals de teelt in monocultuur, de selectie van hoogproductieve rassen en het jarenlange gebruik van chemische gewasbescherming. Onkruiden, ziekten en insecten profiteren veelal van de warmte. Hierdoor zien we een opkomst van ziekten en plagen uit zuidelijker gebieden. Bestrijding van ziekten en plagen zal daardoor meer aandacht vereisen en de kans bestaat dat het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen toeneemt. Dit kan het lastiger maken om het doel om normoverschrijdingen van bestrijdingsmiddelen in water te verminderen (zoals in het project Schoon Water Zeeland) te bereiken.

Gewasspecifieke gevolgen

Gewassen reageren verschillend op de klimaatverandering. Wintertarwe heeft na het kiemen een koudeperiode nodig. Bij stijging van de gemiddelde temperatuur wordt de periode dat wintertarwe kan worden ingezaaid, korter. Anders ontbreekt deze koudeperiode. Als gevolg van het vaker voorkomen van droogteperiodes in het groeiseizoen, kan daarnaast de opbrengst van wintertarwe dalen. Dit geldt ook voor grasland. Daar staat tegenover dat het gras kan profiteren van de toename van het groeiseizoen. Ook suikerbieten profiteren van dit langere teeltseizoen; het suikergehalte van de bieten neemt hierdoor toe.

Aardappels zijn gevoelig voor verrotting als het land erg nat is en water te lang tussen de ruggen blijft staan. Meer hoosbuien in de toekomst levert daarmee een verhoogd risico op. Daarnaast kunnen extra natte periodes in de herfst ook de oogst bemoeilijken. Bij warme, natte zomers neemt het risico op Phytophthora toe. Maar de problemen kunnen ook verminderen bij meer droge periodes in de zomer: felle zon doodt de schimmel.

Als gevolg van de zeespiegelstijging en de bodemdaling in Zeeland treedt verzilting op van de bodem. Er zijn aanwijzingen dat bestaande gewassen en gewasvariëteiten, waaronder sommige aardappelrassen, veel beter kunnen omgaan met zilte omstandigheden dan tot nu toe werd

verondersteld. Mocht blijken dat het toch niet haalbaar is de huidige teelten te handhaven, dan kunnen boeren overstappen op zilte groenten (zoutplanten) of op normale landbouwgewassen die ook in zilte omstandigheden een goede productie kunnen leveren (zouttolerante planten). Een andere mogelijkheid om de landbouw aan te passen aan verzilting is het gelijktijdig ontwikkelen van natuur en zilte landbouw door begrazing van zilte graslanden of kwelders door vleesvee of schapen.

Schoon Water maatregelen

De maatregelen die boeren binnen het project Schoon Water Zeeland nemen blijken veelal klimaatbestendig. Dit omdat een maatregel bijvoorbeeld bijdraagt aan een goede bodemkwaliteit (zoals het rijpadensysteem), of omdat de maatregel ook bij extreme weersituaties kan worden toegepast (zoals luchtondersteuning of wingsprayer), of doordat de maatregel effectiever is onder de omstandigheden die meer voor gaan komen. Zo werkt UV-C licht als schimmelbestrijder beter onder natte omstandigheden.

Door de klimaatverandering zal de behoefte aan ziekte- en hitteresistente rassen toenemen. Goed bodembeheer blijft essentieel (o.a. om het waterbufferend vermogen te verhogen) en een goede tijdsplanning binnen de teelten wordt belangrijker.

Met behulp van een beslisboom kan worden nagegaan of specifieke maatregelen klimaatrobuust zijn. In deze beslisboom wordt de effectiviteit van maatregelen getoetst in situaties die door de klimaatverandering frequenter zullen voorkomen, zoals een stijging van de gemiddelde temperatuur, meer droogteperiodes in het groeiseizoen en meer kans op hoosbuien.

Beheer van groen en verhardingen

Het beheer van groen en verhardingen door gemeenten vraagt mogelijk meer aandacht, omdat het groeiseizoen langer wordt. Ook hier geldt dat Schoon Water maatregelen veelal klimaatbestendig zijn. Zo maken slimme keuzes t.a.v. inrichtingsmaatregelen het beheer eenvoudiger en wordt de onkruidgroei beperkt. Inrichting is ook cruciaal voor de opvang van regenwater bij hoosbuien. Minder verharding in gemeenten en tuinen verhoogt het waterbufferend vermogen. Met voldoende bodembedekkers is ook onkruidbeheer in het groen goed uitvoerbaar zonder chemie.

1

Inleiding

1.1 Klimaatverandering

Met klimaatverandering wordt doorgaans de door de mens veroorzaakte verandering van de klimatologische omstandigheden op aarde bedoeld. Deze klimaatveranderingen hebben invloed op de landbouw en op het stedelijk gebied. Binnen het project Schoon Water Zeeland wordt gewerkt aan vermindering van het bestrijdingsmiddelengebruik. Recent is er, door de klimaatop in Parijs, weer veel aandacht voor het klimaat. Zie ook Kader 1 waarin de klimaatafspraken t.a.v. water worden toegelicht. In deze rapportage worden de maatregelen die worden gestimuleerd vanuit het project Schoon Water Zeeland gezet naast de klimaatverandering; hoe beïnvloedt dit elkaar?

Kader 1. Klimaatafspraken Parijs november 2015

In het Paris Pact wordt voorgesteld water op te nemen in het Actieplan inzake Klimaatverandering. Dit Pact is ondertekend door o.a. vertegenwoordigers van regeringen en de Unie van Waterschappen. De idee is aanpassingen door te voeren in stroom-, rivierbekkens, meren, watervoerende lagen, uitgestrekte vochtige gebieden en ook in kustwateren.

Klimaatverandering tast nu reeds de hoeveelheid en kwaliteit van zoete binnenwateren en waterecosystemen aan en zal dit meer en meer doen. Dit vormt een bedreiging voor de veiligheid, de economische en sociale ontwikkeling en voor het milieu. De partijen die het pact hebben ondertekend verbinden zich ertoe om:

- Vaardigheden en kennis te verbeteren
- Planning en beheer per stroomgebied in het licht van klimaatverandering aan te passen
- Beter bestuur
- Te zorgen voor gepaste financiering

Bron: Pact Paris inzake water en adaptatie aan klimaatverandering in stroomgebieden, meren en water voerende lagen.

1.2 Vraagstelling

Hoofdvraag die in dit rapport zal worden beantwoord, is:

Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering voor de landbouw en het stedelijk gebied in Zeeland op korte en lange termijn, dat wil zeggen over circa 10 jaar (in 2025) en in 2050? Hoe kunnen Schoon Water maatregelen bijdragen aan een klimaatrobuuste landbouw?

Deelvragen van deze hoofdvraag zijn:

1. Wat zijn de effecten van klimaatverandering op landbouw op korte termijn?
2. Wat zijn de effecten van klimaatverandering op landbouw op lange termijn?
3. Wat zijn de effecten van klimaatverandering op stedelijk gebied op de korte en lange termijn?
4. Welke Schoon Water maatregelen zijn er?
5. Wat is de bijdrage van elke maatregel aan klimaatrobuuste landbouw (landbouwpraktijk die bestand is tegen klimaatverandering)?
6. In welke mate zijn de maatregelen voor het beheer van stedelijk groen klimaatrobuust?
7. Is het mogelijk een schema op te stellen dat toepasbaar is op een willekeurige maatregel om snel te zien of deze klimaatrobuust is?

1.3 Werkwijze en leeswijzer

Hoofdstuk 2 schetst een kwantitatief beeld van de effecten van klimaatverandering op het weer de afgelopen decennia in Nederland en Zeeland. Daarnaast worden verschillende klimaatscenario's weergegeven voor 2050, de te verwachten bodemdaling in 2050 en de te verwachten invloed die de klimaatverandering heeft op het groenbeheer in dorpen en steden.

Hoofdstuk 3 schetst de gevolgen van klimaatverandering voor de landbouw in Zeeland. We focussen op de gevolgen voor de Zeeuwse landbouw (extra groeiseizoen? Verandering in bestrijdingsmiddelengebruik te verwachten door klimaatverandering? Zowel in landbouw als bij groenbeheer?). De gevolgen worden besproken voor de meest voorkomende teelten. De beschrijving is kwalitatief en daarom niet uitgesplitst naar zichtjaren. Het kan worden gesteld dat de te verwachten ontwikkeling geldt voor 2025 en richting 2050 sterker zal zijn.

Tot slot leggen beschrijven we in hoofdstuk 4 in hoeverre de klimaatverandering invloed heeft op de effectiviteit van maatregelen die binnen het project Schoon Water worden geadviseerd aan, en genomen door agrariërs en groenbeheerders. Dit alles is gebaseerd op literatuuronderzoek, *expert judgement* en een workshop met deskundigen waarin deze problematiek uitgebreid is besproken. In hoofdstuk 5 worden de conclusies van het rapport weergegeven.

2

Gevolgen van klimaatverandering

2.1

Klimaat van Nederland en Zeeland

Het klimaat is het gemiddelde weer in een bepaald gebied over een langere periode. Bij een beschrijving van een klimaat wordt informatie gegeven over o.a. de gemiddelde temperatuur in verschillende seizoenen, de neerslag, uren zonneschijn, etc. Ook een beschrijving van de extremen hoort bij de beschrijving van een klimaat. Vaak wordt een periode van 30 jaar gebruikt om de gemiddelden en extremen van een klimaat te bepalen (standaard volgens de World Meteorological Organization). Een periode van 30 jaar bevat een groot deel van de natuurlijke variatie tussen jaren (maar niet alles) (Alterra e.a., 2009). Het KNMI maakt elke 10 jaar een overzicht van het klimaat op verschillende plaatsen in Nederland. De laatst beschreven periode is die van 1981-2010 (KNMI, 2011).

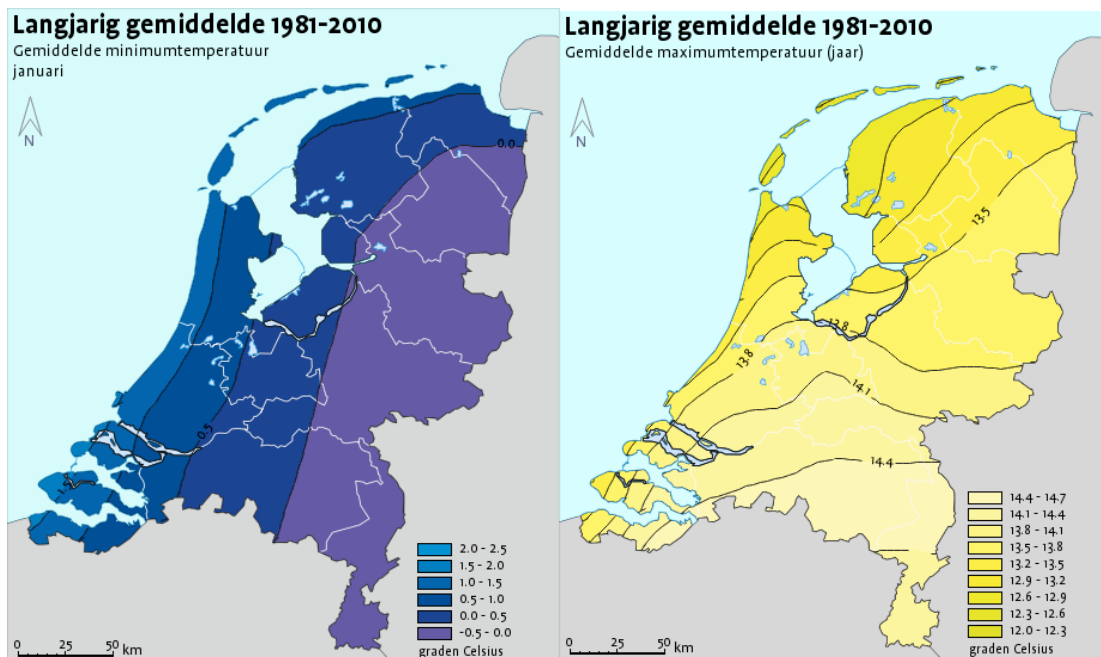
Het Zeeuwse klimaat wijkt over het algemeen niet veel af van het gemiddelde Nederlandse klimaat. Toch zijn er een paar verschillen te benoemen. Alle gemiddelden voor Nederland hebben betrekking op meetpunt De Bilt of op een gemiddelde van enkele grotere meetstations. Informatie op de site van het KNMI geeft een genuanceerder beeld over gemiddelden en extremen, meestal met kaarten voor heel Nederland. Daaruit is eenvoudig info te selecteren die voor Zeeland van toepassing is. Zie tabel 1. Zeeland kent een iets hogere gemiddelde temperatuur, minder vorstdagen dan gemiddeld in Nederland, meer zonnestraling en een hogere potentiële verdamping. Dit wordt hieronder verder toegelicht.

Tabel 1: Gemiddelde temperaturen, neerslag, zonnestraling en verdamping voor Nederland en Zeeland (bron: <http://www.klimaatatlas.nl>).

Variabele	Indicator	Eenheid	Nederland	Zeeland
Temperatuur	Gemiddelde	°C	10,1	10,8
	gemiddeld minimum	°C	5,7-6,0	6,3-7,8
	gemiddeld maximum	°C	14,1	13,8-14,4
	aantal vorstdagen (min temp < 0°C)	°C	60-65*	20-55
	aantal ijsdagen (max temp < 0°C)	°C	7,2	4-7
Neerslag	gemiddelde hoeveelheid	mm	851	775-875
Zonnestraling	zonnestraling	kJ/cm ²	354	375-390
Verdamping	potentiële verdamping (Makkink)	mm	559	600-620

* = waarde voor De Bilt

De groei van landbouwgewassen wordt bepaald door de klimatologische omstandigheden. De hoeveelheid vocht en warmte (zonlicht) en de constante beschikbaarheid hiervan scheppen de kaders voor de teelt van landbouwgewassen. Het is bekend dat de grasgroei start bij een bodemtemperatuur tussen de 5 en 8°C (www.agrifirm.com). Tarwe en aardappelen kiemen al bij ongeveer 4°C. Uien kiemen vanaf 7,5°C. Suikerbieten kiemen bij een bodemtemperatuur van tussen de 8 en 10°C.



Figuur 1: Langjarig gemiddelde minimum- en maximumtemperatuur in Nederland (Bron: klimaatatlas.nl).

Temperatuur

Bij een bodemtemperatuur tussen de 5°C en 10°C gaan de meeste gewassen groeien. De temperatuur wordt bepaald door de hoeveelheid zonnestraling die de grond bereikt. Dit is afhankelijk van het seizoen (stralingshoek) en de bewolking. Bewolking heeft een dempend effect op de temperatuur. Overdag zal de temperatuur minder snel oplopen omdat de wolken de zonnestraling deels weerkaatsen, 's nachts zal de temperatuur minder snel dalen, omdat de wolken de straling vanaf de grond weerkaatsen (Bouma, 2012).

Minima en maxima

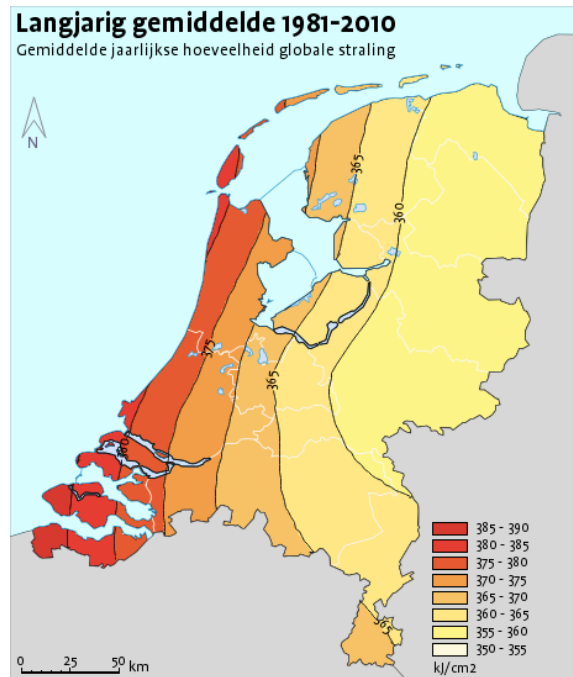
Zeeland heeft gemiddeld een iets zachter weerbeeld dan de rest van Nederland. De gemiddelde minimumtemperatuur is iets hoger (ca. 2°C) dan gemiddeld. De maximum temperatuur in Zeeland ligt op een zelfde niveau als gemiddeld in Nederland. Zie figuur 1.

Zon

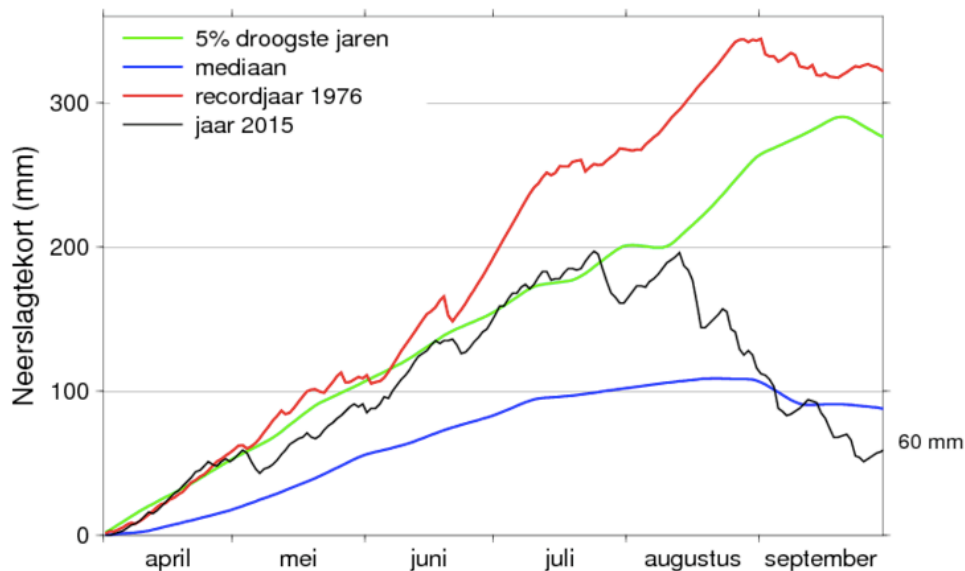
Zeeland is de zonnigste provincie van Nederland. Zie figuur 2. De gemiddelde globale straling die Zeeland bereikt ligt 6-10% hoger dan het Nederlandse gemiddelde. Voor de landbouw heeft dit voordelen, vanwege een gemiddeld hogere bodemtemperatuur en gemiddeld een iets vroeger groeiseizoen. De straling zorgt er echter ook voor dat meer vocht verdampt, er is meer kans op neerslagtekort.

Neerslagtekort en -overschot

Tijdens het groeiseizoen is er in bijna elk jaar sprake van een neerslagtekort. Dit betekent dat de theoretische maximale verdamping groter is dan de neerslag die in de zelfde periode valt. Uit figuur 4 blijkt dat de totale neerslag in Zeeland per jaar lager ligt dan het landelijke gemiddelde van 851 mm. Het KNMI houdt jaarlijks het neerslagtekort bij vanaf begin april tot eind september. Zie figuur 3. Eventueel neerslagtekort van voor april is niet meegenomen. Gemiddeld loopt het neerslagtekort op vanaf begin april tot midden juli tot 100 mm en blijft rond de 100 mm tot het einde van september. Individuele jaren kunnen hier (soms sterk) van afwijken.



Figuur 2: Gemiddelde hoeveelheid globale straling (zonnestralen) voor Nederland (Bron: klimaatatlas.nl).



(c) KNMI, 2015-11-04

Figuur 3: Neerslagtekort in Nederland (landelijk gemiddelde over 13 stations)¹.

¹ Bron: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/geografische-overzichten/historisch-neerslagtekort>

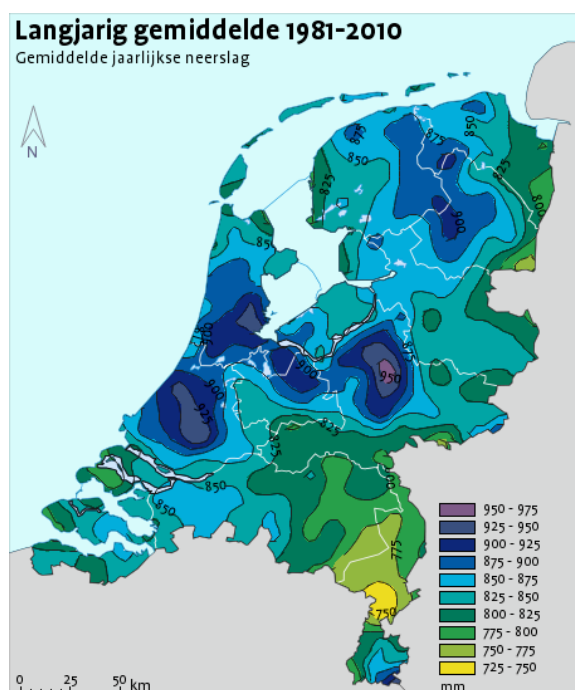
Over het jaar gezien is er in heel Nederland sprake van een neerslagoverschot. Om een beeld te krijgen van het Zeeuwse neerslagtekort is het interessant om te kijken naar de maandelijkse tekorten. Deze zijn weergegeven in tabel 2. Hieruit blijkt dat, als gevolg van een iets lagere jaarlijkse neerslag en meer straling, het gemiddeld neerslagtekort in Zeeland iets hoger ligt dan het landelijk gemiddelde (figuur 4).

Tabel 2: Gemiddelde neerslag en verdamping per maand in Zeeland tussen 1981 en 2010 en neerslagtekort vanaf begin april tot eind september (KNMI).

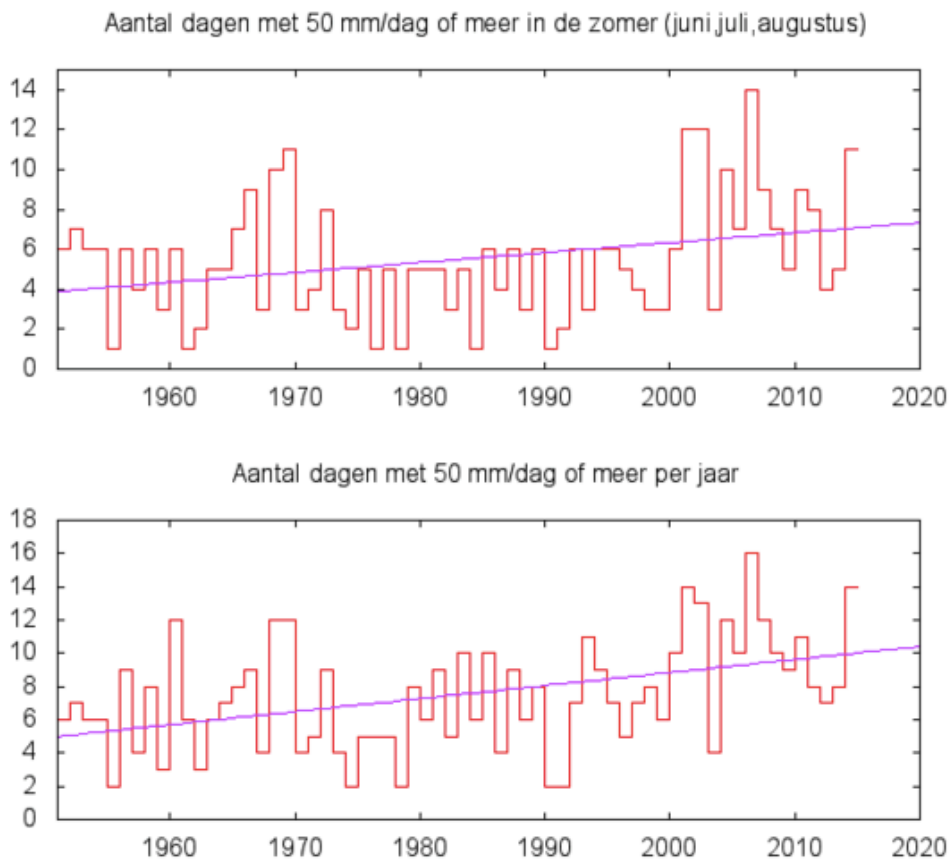
Maand	neerslag in mm	Verdamping in mm	Neerslagtekort in mm
januari	60 - 70	9 – 11	
februari	45 - 60	16 – 18	
maart	55 - 65	36 – 38	
april	35 - 45	62 – 64	23
mei	50 - 70	88 – 90	52
juni	60 - 80	96 – 100	80
juli	65 - 80	100 – 104	110
augustus	70 - 85	85 – 87	119
september	65 - 80	53 – 55	101
oktober	75 - 85	29 – 31	
november	75 - 90	12 – 14	
december	70 - 90	6 – 8	

Extreme neerslag

Ondanks dat er standaard sprake is van een ‘s zomers neerslagtekort kan het tot extreme buien komen. Figuur 5 toont het aantal dagen per zomer en per jaar dat er meer dan 50 mm regen viel. Meer dan 50 mm neerslag in een etmaal is veel, als men bedenkt dat er jaarlijks totaal gemiddeld in Nederland 851 mm valt. Het gaat hier dus om meer dan 17% van de jaarlijkse neerslag.



Figuur 4: Jaarlijks gemiddelde neerslag in mm (bron: klimaatatlas.nl).



Figuur 5. Aantal dagen waarop op minstens één van de ongeveer 325 neerslagstations 50 mm of meer neerslag is gemeten. Boven: in de zomermaanden juni, juli en augustus. Beneden: in het hele jaar.

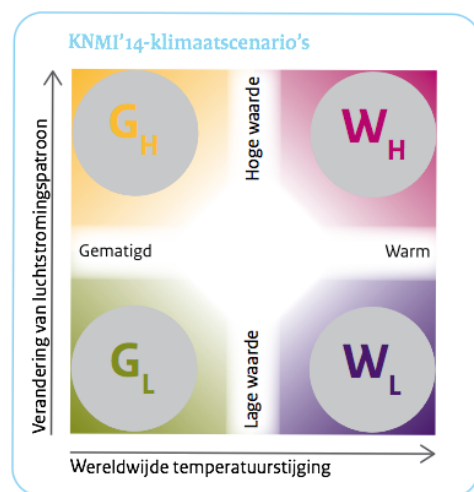
Vergelijkt men beide grafieken in figuur 5 dan valt op dat ongeveer driekwart van alle hevige buien in de (meteorologische) zomermaanden valt. Gegevens van extreme neerslag per provincie zijn niet beschikbaar.

Klimaatscenario's

Het KNMI heeft in 2014 klimaatscenario's voor Nederland uitgebracht (KNMI, 2014). Deze scenario's geven een beeld van het effect van globale klimaatverandering om het weer in Nederland. Er worden vier scenario's omschreven op basis van twee variabelen. Zie figuur 6. Deze twee variabelen zijn:

- wereldwijde temperatuurstijging, gematigd of warm (G of W); en
- een verandering in het luchtstromingspatroon, laag of hoog (L of H).

Alle tussenvormen van de vier scenario's zijn ook denkbaar, maar om een duidelijke afbakening te hebben, zijn scenario's ontwikkeld met de uitersten per variabele. Alle waarden zijn gebaseerd op de gemiddelden in de referentieperiode van 1981 tot 2010.



Figuur 6. Vier scenario's voor het klimaat.

Het klimaat in Nederland is altijd onderhevig aan natuurlijke schommelingen. Met deze schommelingen wordt ook in het model rekening gehouden.

Op basis van de scenario's zijn voor een aantal variabelen de effecten voor Nederland berekend. De effecten zijn op jaarbasis en/of per seizoen berekend. Zie tabel 3. Het effect van jaarlijkse schommelingen is buiten beschouwing gelaten.

Tabel 3: Enkele berekeningen van de gevolgen voor Nederland voor de vier KNMI klimaatscenario's.

	referentie- waarde	GL	GH	WL	WH
Temperatuur in °C:					
jaargemiddelde	10,1	11,1	11,5	12,1	12,4
wintergemiddelde	3,4	4,5	5	5,5	6,1
lentegemiddelde	9,5	10,4	10,6	11,3	11,6
zomergemiddelde	17	18	18,4	18,7	19,3
herfstgemiddelde	10,6	11,7	11,9	12,8	12,9
ijsdagen (max temp < 0 °C)	38	27	21	19	15
vorstdagen (min temp < 0 °C)	7,2	3,6	2,2	2,2	0,7
Neerslag in mm:					
Jaargemiddelde	851	885	872	989	894
wintergemiddelde	211	217	228	228	247
lentegemiddelde	173	181	177	192	189
zomergemiddelde	224	227	206	227	195
herfstgemiddelde	245	262	265	252	263
Verdamping (volgens Makkink) in mm:					
Jaartotaal	559	576	587	581	598
Zomer	266	277	285	277	295
Neerslagtekort tijdens groeiseizoen (1 april-1 oktober) in mm:					
gemiddeld hoogste neerslagtekort	144	151	168	145	187
hoogste neerslagtekort dat eens in de 10 jaar wordt overschreden	230	241	269	240	288

In alle scenario's stijgt de temperatuur in alle jaargetijden. In de twee H-scenario's is er meer wind uit het oosten in de zomer, waardoor de bewolking afneemt én de zonnestraling toeneemt. Meer zonnestraling zorgt voor een hogere temperatuur en dus meer verdamping. De potentiële verdamping (verdamping bij altijd voldoende vocht beschikbaar) stijgt met 2% bij elke graad temperatuurstijging.

Warmere lucht kan meer vocht opnemen. De meest extreme buien nemen in neerslag toe met 12% per uur per graad opwarming. Dat betekent als het 1,5°C warmer wordt, dat de meest hevige zomerbuien 18% heviger worden. Dit is bekend op basis van waarnemingen, dus geldig los van alle scenario's (KNMI, 2014).

Ook hagel en onweer nemen waarschijnlijk toe. In beide W-scenario's is er in 2050 minstens twee keer zoveel extreme hagel vergeleken met referentieperiode 1981-2010. Alterra e.a. (2009) vatten de weersveranderingen als gevolg van de klimaatverandering helder samen in figuur 7.

Klimaatvariabele		Trend tot 2050/2100
Gemiddelde temperatuur	Jaar	
	Winter	
	Lente	
	Zomer	
	Herfst	
Aantal ijsdagen		
Aantal vorstdagen		
Aantal warme dagen		
Aantal zomerse dagen		
Aantal tropische dagen		
Gemiddelde neerslag	Jaar	
	Winter	
	Zomer	
Aantal dagen met < 1 mm		
Aantal dagen met > 15 mm		
Neerslagtekort	Zomer	
Zeespiegelstijging		

Figuur 7: Weersveranderingen als gevolg van klimaatverandering ((= stijging verwacht; = zowel een stijging als een daling mogelijk) (bron: Alterra, 2009).

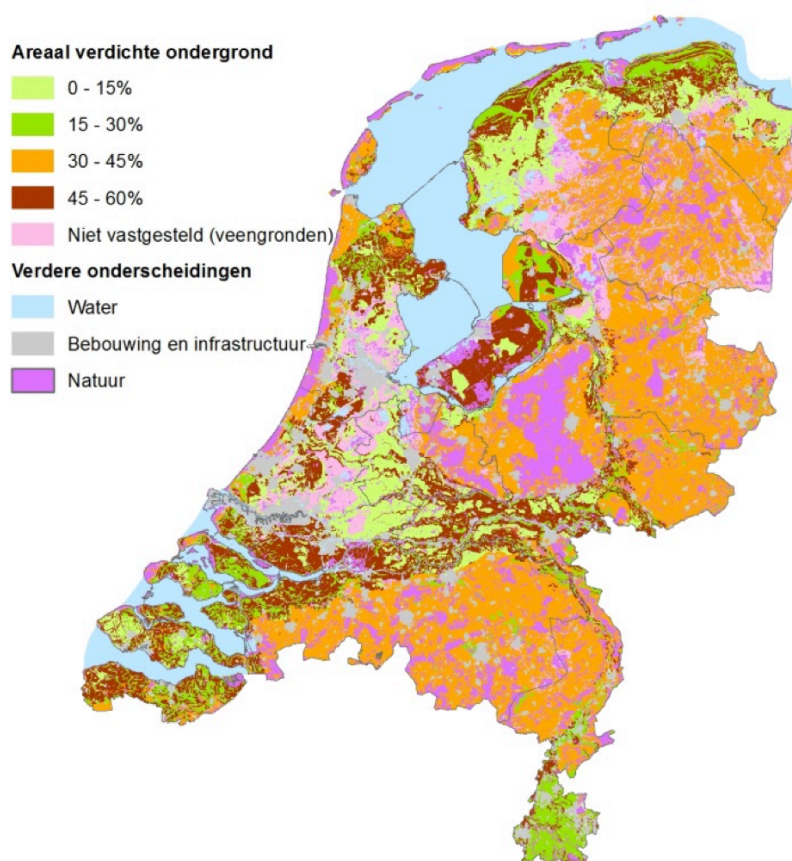
2.2 Invloed op de bodem

Niet klimaatgerelateerde factoren

De fysische gesteldheid van de bodem is van groot belang voor een succesvolle landbouw, naast de juiste temperatuur en neerslag. Deze fysische gesteldheid kent twee bedreigingen in het bijzonder die hier nader toegelicht worden: bodemverdichting en bodemdaling. Vervolgens wordt ingegaan op verzilting van de bodem, een bedreiging die ook in Zeeland van belang is.

Bodemverdichting

Bodemverdichting is de verdichting van de ploegzool en de laag daaronder, de ondergrond. De ploegzool kan door bodembewerking weer los gemaakt worden, dit geldt niet voor de ondergrond. Bodemverdichting gaat dus eigenlijk over ondergrondverdichting. Figuur 8 laat een kaart van de Nederlandse ondergrond zien en het percentage dat op dit moment verdicht is.

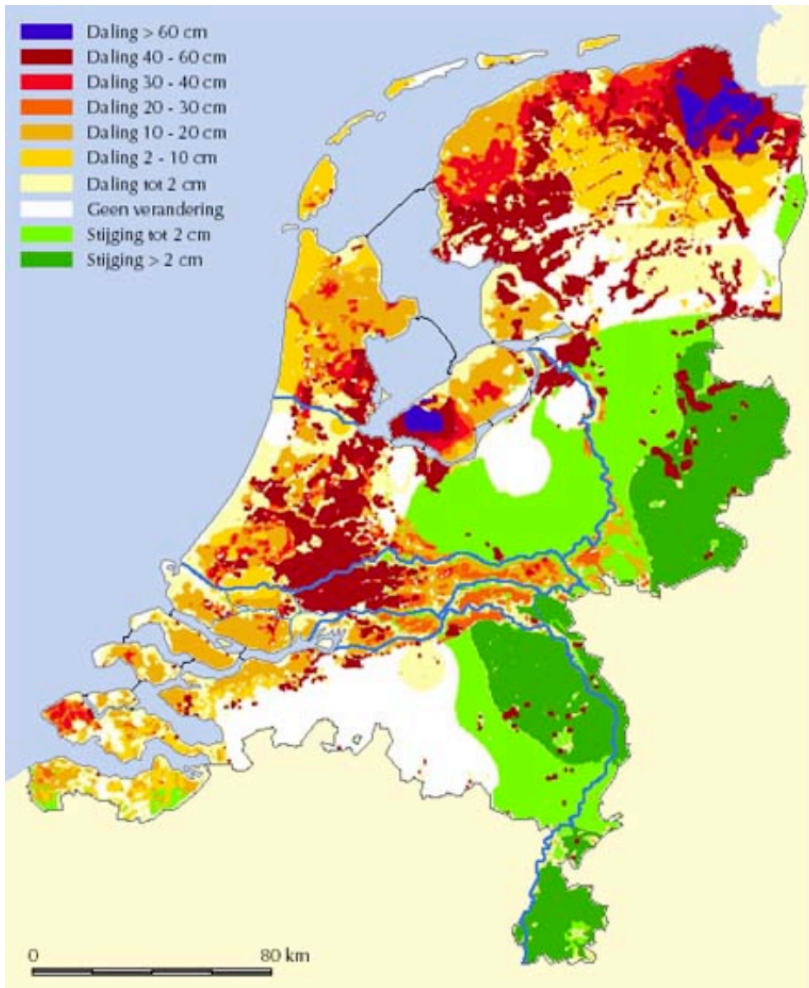


Figuur 8: Percentage verdichte ondergrond (Van den Akker e.a., 2014).

Bodemverdichting treedt op bij voldoende bodembelasting op de bodem en is afhankelijk van verschillende factoren, zoals de textuur, het organisch stofgehalte en het vochtgehalte van de bodem (TCB, 2011). Lichtere (zandige) bodems zijn minder gevoelig voor verdichting dan zwaardere leem- en kleibodems (Van Holm e.a., 2011).

Bodemdaling

in toekomst zal bodemdaling (in combinatie met zeespiegelstijging) ook voor de landbouw een bedreiging vormen. Figuur 9 geeft de voorspelde verandering in 2050 ten opzichte van nu weer.



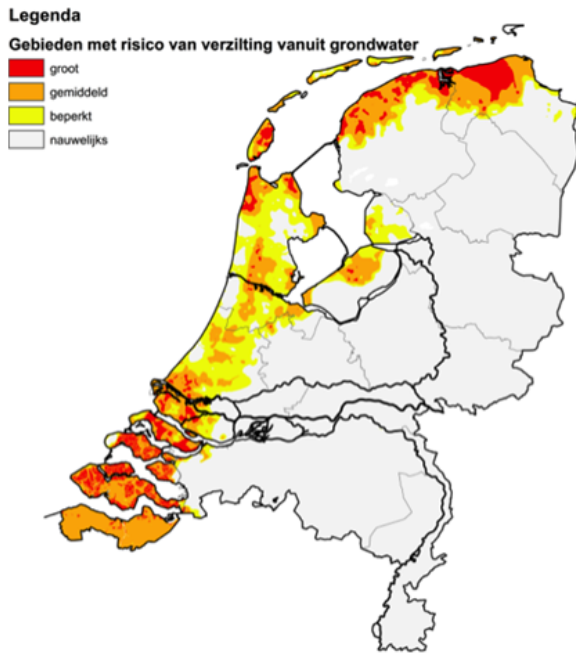
Figuur 9: Verwachte bodemdaling tot 2050².

Bijna alle gebieden in Zeeland krijgen te maken met bodemdaling. Vooral Walcheren en een gedeelte van Zuid-Beveland krijgt tot 2050 te maken met sterke bodemdaling, tot wel 40 cm. Zuidelijke delen van Zeeuws-Vlaanderen zullen naar verwachting enkele centimeters stijgen.

Verziltig

Zoute kwel leidt tot verziltig van het oppervlaktewater, ondiep grondwater en in sommige gevallen bodemwater in de wortelzone. Dit beperkt de beschikbaarheid van zoet water. De landbouw is gebaat bij de beschikbaarheid van zoet tot licht brak water. Uit figuur 10 blijkt dat in heel Zeeland sprake is van verziltig. Door de zeespiegelstijging en de bodemdaling neemt de verziltig toe.

² Bron: <http://www.natuurinformatie.nl/ndb.mcp/natuurdatabase.nl/i000877.html>



Figuur 10: Gebieden met mogelijk zoute kwel (De Lange e.a., 2014).

2.3 Invloed op groenbeheer in dorpen en steden

Het groeiseizoen wordt langer door de klimaatverandering. Volgens Ligtoet et al. (2013) is momenteel het groeiseizoen in Nederland 5 weken langer dan aan het begin van de 20^{ste} eeuw. Dit heeft tot gevolg dat ook het groenbeheer een langere periode zal bestrijken. Onkruid komt in het voorjaar eerder op en groeit langer door in het najaar. Ook voor het beheer van sportvelden zal dit o.a. enkele extra maaibeurten per jaar betekenen. De verwachting is wel dat het onkruidbeheer minder in 'pieken' zal zijn; de groei komt eerder, maar daardoor waarschijnlijk langzamer op gang dan in het verleden.

Daarnaast zal er sneller sprake zijn van wateroverlast in de steden, doordat bij hoosbuien het water mogelijk niet snel genoeg kan worden afgevoerd.

De temperatuurstijging heeft tot gevolg dat ziekten en plagen oprukken vanuit het zuiden. Het bekendste voorbeeld van het 'oprukken' van exoten door de klimaatverandering is de eikenprocessierups, een warmteminnende soort die oorspronkelijk uit Zuid- en Centraal-Europa komt. Vanaf 1991 is deze in Nederland waargenomen. In Zeeland voor het eerst in 1996³. De processierups kan gezondheidsproblemen veroorzaken vanwege de vele haren die irritatie veroorzaken. Bestrijding van de processierups kan mechanisch (wegzuigen van de rupsen), chemisch (bladbespuiting of injectie), of biologisch (bladbespuiting met een biologisch preparaat of met feromonen).

Het oprukken van exoten is niet alleen het gevolg van de klimaatverandering. Ook de globalisering maakt dat plagen zich verspreiden, bijvoorbeeld met vliegtuigtransporten.

³ bron: <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1110-Eikenprocessierups.html?i=2-41>

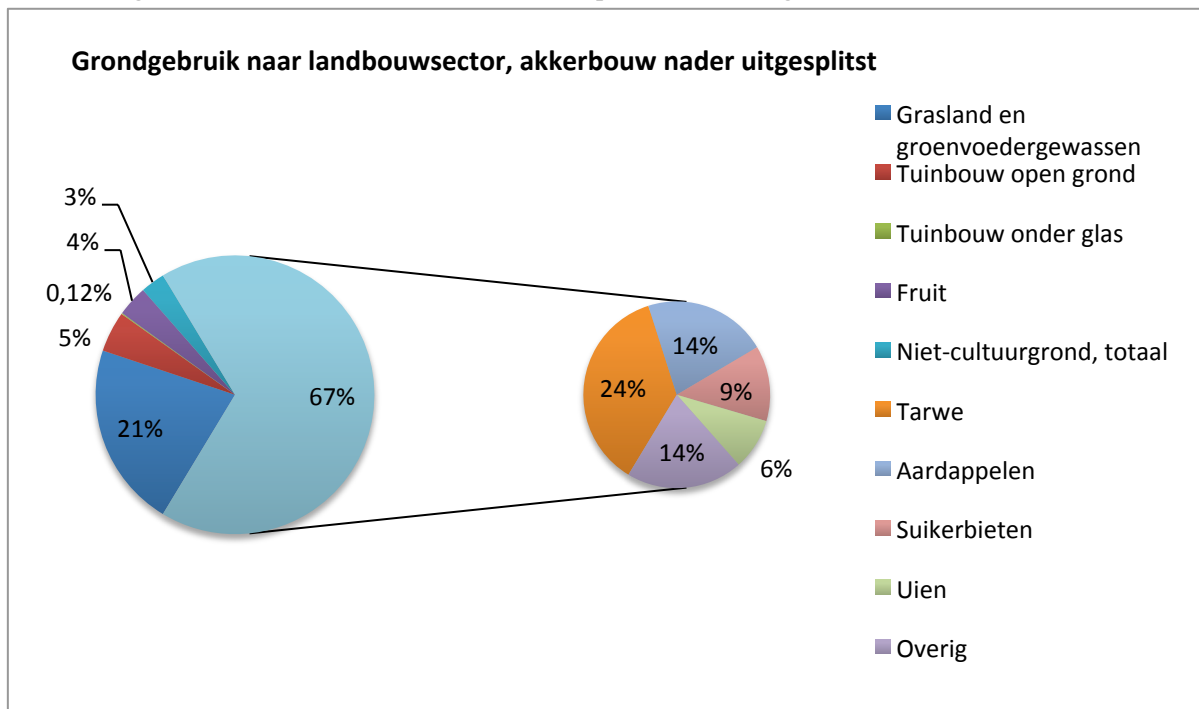
3

Gevolgen voor landbouw in Zeeland

3.1 Landbouw in Zeeland

De provincie Zeeland is 293.389 hectare groot. Daarvan is 114.676 hectare water en 178.713 hectare landoppervlakte. 125.000 hectare daarvan zijn in gebruik door de landbouw (CBS Statline, 2014).

De belangrijkste gewassen in Zeeland zijn tarwe, aardappelen, suikerbieten en uien (Zie figuur 11). Daarnaast speelt fruitteelt een grote rol. Grasland en groenvoedergewassen spelen ook een belangrijke rol. De teelt van vooral peren en appels is qua oppervlakte kleiner dan de akkerbouwgewassen, maar is zeker in economisch opzicht van belang.



Figuur 11: Verdeling van de landbouwgrond naar sector en teelt (bron: CBS Statline).

In 2014 waren er in Zeeland 3.142 landbouwbedrijven. Bijna tweederde hiervan (1.915 bedrijven) waren akkerbouwbedrijven. Daarnaast waren er 483 graasdierbedrijven, 266 blijvende-teeltbedrijven en 162 tuinbouwbedrijven. De overige 316 bedrijven zijn combinaties van de eerder genoemde

bedrijven of hokdierbedrijven (CBS Statline, 2015).

3.2 Gevolgen klimaatverandering voor de landbouwproductie

De gevolgen van de klimaatverandering voor de landbouw zijn niet altijd goed voorspelbaar. In deze paragraaf proberen we de gevolgen voor de landbouw zo goed mogelijk in te schatten door de klimaatverandering te zien als een gecombineerd effect van:

- a. zachtere, nattere winters
- b. droogteperiodes
- c. neerslagpieken + afspoeling
- d. verzilting

Om de gevolgen van deze aspecten voor de landbouw in Zeeland inzichtelijk te maken, kijken we in deze paragraaf naar de algemene gevolgen voor de landbouw. Vervolgens kijken we naar de effecten voor de belangrijkste gewassen, te weten wintertarwe, gras, aardappelen, suikerbieten, uien en hardfruit.

Weersomstandigheden beïnvloeden alle stadia van de waard en de ziekten/plagen/onkruidenlevenscycli. Klimaatverandering beïnvloedt gewasteelt verschillend van regio tot regio. Onderzoek dat gedaan is naar de gevolgen van klimaatverandering voor de landbouw is dan veelal ook alleen van toepassing voor die specifieke regio. In de literatuur worden de volgende gevolgen van klimaatverandering voor de landbouwproductie in gematigd klimaat beschreven:

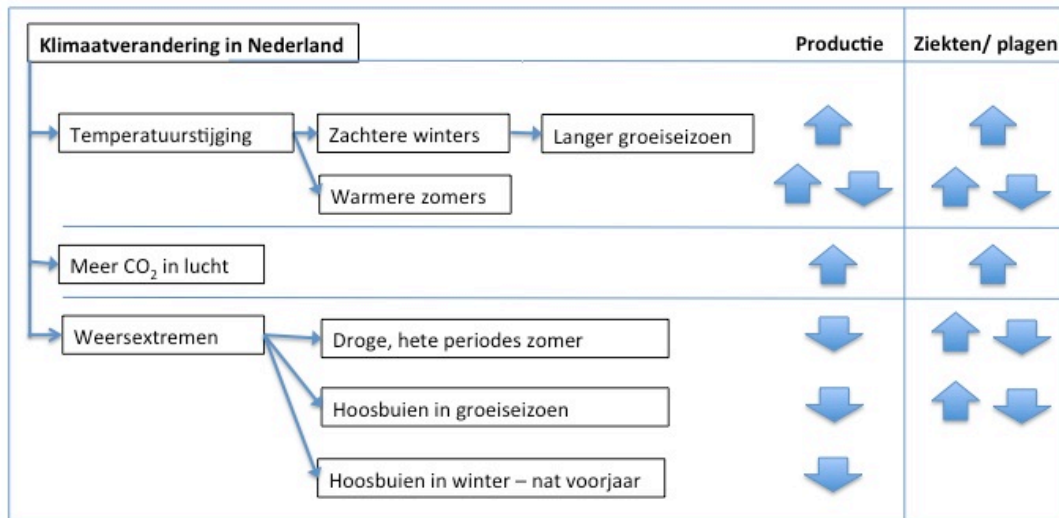
- Klimaatverandering heeft tot gevolg dat groeiseizoen in Nederland langer wordt. Daardoor kan productie toenemen. Veel planten- en insectensoorten ontwikkelen zich sneller na de rustperiode in de winter en doorlopen vroeger in het seizoen de verschillende fenologische stadia. Van Passel e.a. (2016) berekenen dat als het 1 graad warmer wordt, de productiviteit van de Nederlandse landbouwgrond toeneemt. Dit geldt ook voor andere Noord-Europese landen, maar in Zuid-Europa verliest de landbouw juist productiviteit.
- Doordat de CO₂-concentratie in de lucht toeneemt, kan de productie toenemen (Ligtvoet et al., 2013).
- Per gewas, per grondsoort en per jaar kunnen de gevolgen weer anders zijn, mede door grotere kans op extreme weersomstandigheden. Op kleigronden kan de zaai, oogst en grondbewerking bijvoorbeeld worden beperkt onder natte omstandigheden (Van de Sandt & Goosen, 2011).
- De meeste effecten worden waarschijnlijk niet veroorzaakt door veranderingen in het gemiddelde klimaat, maar door de toenemende klimaatverschillen en meer frequente en uitzonderlijke extremen (Bouma, 2009). De landbouw is altijd afhankelijk geweest van het weer en de variatie daarin. Men is gewend om te gaan met deze variatie. Door de klimaatverandering wordt dit belangrijker.

Schneider (2007) beschrijft de effecten van klimaatverandering op de landbouw. Het merendeel van de studies die in deze studie wordt benoemd, houdt echter geen rekening met veranderingen op het vlak van ziekten en plagen. Over de gevolgen van klimaatverandering op het voorkomen van ziekten en plagen in het algemeen wordt in de literatuur het volgende gesteld:

- Van Eerdt e.a. (2012) stellen dat de kwetsbaarheid van gewassen voor ziekten en plagen is toegenomen door de teelt in monocultures, de selectie van hoogproductieve rassen, klimaatverandering en het jarenlange gebruik van chemische gewasbescherming.
- PBL (2012) geeft aan dat er nog veel onzekerheden zijn, dat mogelijk een verdere toename in frequentie van ziekten en plagen op zal treden, vooral door hogere luchtvochtigheid en hogere temperaturen.

- Opwarming van de aarde heeft tot gevolg dat ziekten en plagen oprukken richting de polen (Bebber e.a. 2013). Er is veel onbekend over de mate waarin ziekten en plagen als gevolg van opwarming van de aarde hun 'leefgebied' uitbreiden. Bebbber e.a. (2013) laten zien dat gemiddeld ziekten en plagen sinds 1960 jaarlijks 2,7 km zijn opgeschoven naar de polen, met de aantekening dat er op dit vlak grote verschillen tussen taxonomische groepen zijn.
- Onkruiden, ziekten en insecten profiteren veelal van de warmte. Zachtere winters maakt het kansrijker dat bepaalde insecten de winter overleven. Bestrijding van ziekten en plagen zal daardoor meer aandacht vereisen. Zachte winters vergroten de luisdruk doordat de hoeveelheid generaties die zich kunnen ontwikkelen toeneemt. Ook de druk van aardappelcysteeltjes neemt toe (Van de Sandt & Goosen, 2011).
- Door het hogere CO₂-gehalte verteren afgevallen bladeren minder snel. Een grotere hoeveelheid biomassa, een langzamere afbraak van het afval, de verwachte hogere wintertemperatuur en een grotere neerslag kunnen leiden tot een hoger overlevingspercentage van ziektekiemen op overwinterende gewasresten (Bouma, 2009).
- De stijging in temperatuur maakt dat voor sommige gewassen de partiele resistentie sneller wordt doorbroken (Van de Sandt & Goosen, 2011). Blom e.a. (2008) noemen o.a. versnelde doorbraak van de resistentie tegen aardappelmoehheid.
- Schimmels kunnen zich veelal beter ontwikkelen als sprake is van hogere temperaturen en vochtigheid (PBL, 2012). Er zijn echter ook soorten die zich juist ontwikkelen bij lagere temperatuur en/of droge omstandigheden. Echte meeldauw (witziekte) treedt bijvoorbeeld op bij warm weer en droge omstandigheden. Om te kunnen kiemen is een temperatuur van minimaal 20 graden nodig. De klimaatverandering zal naar verwachting dus het risico op echte meeldauw verhogen. Valse meeldauw ontwikkelt zich daarentegen met name sterk tijdens een aanhoudende periode koel en nat weer (Grontmij, 2010a).
- PBL (2012) noemt naast bovengenoemde aspecten nog specifiek dat opslag van niet gerooide aardappelen (in het volggewas) toeneemt. Opslag vormt een bron voor aaltjes en aaltjes overleven een zachte winter veel gemakkelijker dan een winter met vorst. Doordat deze aardappelen niet worden beschermd tegen een infectie met aardappelziekte (*Phytophthora*) zullen ze op een gegeven moment ziek worden en zullen deze planten ervoor zorgen dat de totale sporedruk in een gebied toeneemt (Bouma, 2009). Door opslagbestrijding kan dit risico beheerst worden.

In Figuur 12 staan de te verwachten effecten van de verschillende aspecten van klimaatverandering op de landbouw in Nederland schematisch weergegeven.



Figuur 12. Gevolgen van klimaatverandering in Nederland voor de landbouwproductie en de ziekten- en plagendruk (↑ = stijging van productie of ziekten/plagendruk verwacht; ↑ ↓ = zowel een stijging als een daling van productie of ziekten/plagendruk mogelijk).

De figuur laat zien dat er allerlei ontwikkelingen meespelen die deels een positief en deels een negatief effect kunnen hebben op de landbouwproductie. Dit maakt het moeilijk het netto effect van de klimaatverandering goed te voorspellen. Daar komt bij dat er ook andere factoren zijn dan de klimaatverandering die van invloed zijn op de landbouw in het algemeen en op het voorkomen van ziekten en plagen in het bijzonder. Zo wordt er steeds selectiever gespoten tegen plagen en ziekten en zijn deze aan veranderingen onderhevig; Phytophthora wordt bijvoorbeeld steeds agressiever. De snelheid waarmee de klimaatverandering zich voltrekt is relatief laag in vergelijking met ontwikkelingen binnen de landbouw, zoals de selectie van rassen. Dit biedt de landbouw in potentie de mogelijkheid om de teelt aan te passen aan de veranderende omstandigheden. Dit maakt dat de gevolgen voor de verschillende teelten zoals we ze bespreken in onderstaande paragrafen mogelijk positiever uitpakken dan we nu kunnen voorzien. In dat licht biedt klimaatverandering ook kansen. Zeker als in de toekomst zou blijken dat de Nederlandse landbouw zich beter heeft aangepast aan de veranderende omstandigheden dan de landbouw in andere landen. Ligtoet et al. (2013) geven aan dat de Nederlandse landbouw ten opzichte van veel andere landen een gunstige uitgangspositie kent. Nederland heeft vruchtbare bodems, een grote waterbeschikbaarheid en goed waterbeheer. Bij verdergaande klimaatverandering kan de concurrentiepositie van de landbouw in Nederland steeds gunstiger worden ten opzichte van gebieden in Zuid- en Oost-Europa met toenemende waterschaarste.

3.3 Gevolgen voor de teelt van wintertarwe

Wintertarwe wordt ingezaaid vanaf het najaar tot wel in februari, als de omstandigheden op het perceel het toelaten. Te veel neerslag kan het perceel slecht berijdbaar maken. Wintertarwe heeft na het kiemen een koudeperiode nodig om tot bloei te kunnen komen (vernalisisatie). Deze periode is rasafhankelijk en varieert van enkele weken tot twee maanden. Inzaai na februari kan betekenen dat de gekiemde wintertarwe niet voldoende kou krijgt om later tot bloei te komen. Dan kan beter voor

zomertarwe gekozen worden, deze behoeft geen vernalisatieperiode⁴. Een vroeger voorjaar kan deze grens verder doen opschuiven; de inzaaiperiode voor wintertarwe wordt dan kleiner. Daarnaast is er verschil tussen vroege en late rassen wintertarwe. Het grootste verschil, naast de groeiperiode, is de te verwachten opbrengst. De keuze voor vroege of late rassen wordt niet alleen bepaald door de gewenste oogstdatum, maar ook door het moment van inzaaien. Als het land eerder geschikt is voor inzaai, kan voor een later ras gekozen worden met behoud van dezelfde oogstdatum.

(Zeer) nat weer kan uit- en afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater versterken. Een schoon-water maatregel als LDS (laag doseringensysteem) waarbij minder middel gebruikt wordt en eventueel een tweede bespuiting gedaan wordt, kan hier uitkomst bieden. Onder voorbehoud dat het perceel goed bereikbaar blijft voor een eventuele tweede bespuiting. Een nat voorjaar kan de bereikbaarheid van het perceel beperken, waardoor bespuitingen in het voorjaar ook later of niet meer uitgevoerd kunnen worden. Goede bodemomstandigheden kunnen de boven genoemde effecten van een nattere winter dempen. Als de bodemstructuur goed is, kan overtollig water beter afgevoerd worden en leidt dit minder snel tot problemen in verband met bereikbaarheid en plasmovorming⁵.

Uitwinteren (waarbij door de kou een deel van de planten niet opkomt) van wintertarwe komt mogelijk minder voor in toekomst. Winterse weersverschillen worden heviger, maar vorstperiodes worden zeldzamer.

Doordat de kans op een langdurig droge zomer toeneemt, kan de opbrengst van wintertarwe 10 tot 50% dalen, zo stelt BWM (2015). Daar staat tegenover dat de groei kan toenemen door het langere groeiseizoen en de hogere CO₂-concentratie in de lucht. Binnen de teelt worden kiem-, voet-, blad- en aarziekten onderscheiden. De volgende ziekten worden mede door het klimaat gestuurd:

- Bladvlekkenziekte (septoria): als het aanhoudend nat is in april en mei neemt het risico op deze ziekte toe.
- gele roest; bij langdurige droogte in het begin van het groeiseizoen kan de schimmel gele roest het gewas besmetten en veel schade veroorzaken. Het risico op gele roest kan worden beperkt door rassenkeuze en gele roest kan worden bestreden met chemische middelen.
- Gerstvergelingsvirus: als bladluizen in het najaar het gewas hebben besmet en een zachte winter volgt, dan kan er in het voorjaar grote schade ontstaan door gerstvergelingsziekte.
- aarfusium: als het aanhoudend vochtig is in de periode van mei t/m juli neemt het risico op deze ziekte toe (De Wit e.a., 2009).

3.4 Gevolgen voor grasland

Gras als groenvoedervervoorziening voor melkvee wordt meestal continu geteeld. Het gras groeit als de bodemtemperatuur hoog genoeg is. Bij zachtere winters wordt dus het groeiseizoen van gras in het voorjaar vervroegd en in het najaar verlaat. Zo zijn er in 2014 in sommige delen van Nederland tot zeven sneden gras geoogst. Een hogere oogst vraagt ook om meer bemesting. Als de bemestingstoestand van grasland matig tot slecht is, is het gewas vatbaarder voor schimmelziektes

⁴ bron: <http://www.boerenbusiness.nl/artikel/10670752/zaaiseizoen-wintertarwe-nadert-einde>

⁵ bron: <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/teelthandleiding-wintertarwe-gewasbescherming>

zoals gele roest of kroonroest. Vochtig weer werkt schimmelziektes ook in de hand. Er zijn grasrassen verkrijgbaar met hogere resistentie tegen schimmelziektes.

Zeer kort gras is gevoelig voor uitwinteren (doodvriezen). De kans hierop neemt af doordat de winters zachter worden.

Door de verlenging van het groeiseizoen neemt de potentiële grasproductie dus toe. Daar staat tegenover dat door een verhoogde kans op droogte en hitte in de zomer, productieverlies op kan treden. Daarnaast treedt vernatting in het vroege voorjaar op. Dit maakt grondbewerking moeilijker en het kan negatieve gevolgen hebben voor het grasbestand. Een nat najaar kan het oogsten van de laatste snede bemoeilijken.

3.5 Gevolgen voor de aardappelteelt

Aardappelen worden in het voorjaar gepoot en vanaf de zomer tot in het najaar gerooid. Er is een grote spreiding in rijptijd van aardappelrassen. Zeer vroege rassen worden geteeld voor de zogenaamde primeur-teelt en zijn al voor 15 juli te oogsten. De laatste aardappels worden gerooid tot in oktober. Overvloedige regen die tussen de ruggen op het perceel blijft staan kan aardappels onder water zetten. Als de vruchten 12 tot 24 uur geen zuurstof krijgen, gaan ze rotten.

Zachtere, nattere winters kunnen de oogst bemoeilijken door een slechter berijdbaar perceel, zie afbeelding 1. Te meer omdat rooimachines vaak zeer zwaar zijn, een rooier van 30 ton is geen uitzondering. Daar komt nog het vulgewicht van de bunker bij (ca. 10 ton). Modernere machines zijn uitgerust met rupsbanden om de druk op de bodem te verminderen en ook nattere percelen te kunnen rooien.



Afbeelding 1: Tractor vastgereden tijdens aardappeloogst in Dreischoor, oktober 2011 (Bron: www.vastgereden.nl).

De aardappeloogst in 2015 had te lijden onder de uitzonderlijke weersomstandigheden; door de droogte was de opbrengst lager en de aardappel kleiner. Aardappelen hebben koele nachten nodig

zodat de knol kan groeien⁶. Dit probleem bij extreme temperaturen heet ‘doorwas’ (BWM 2015). Met name boeren met pootaardappelen moet beducht zijn op ziekten die de kop op kunnen steken bij warme en natte zomers, zoals de bacterie *Erwinia* (BWM 2015). Aaltjes en luizen zullen onder invloed van hogere temperaturen meer cycli krijgen en zo ziekten kunnen overdragen en het gewas aantasten (De Wit e.a., 2009; Schaap e.a., 2009).

Phytophthora

Er zijn verschillende studies gedaan naar het effect van klimaatverandering op het risico op *Phytophthora infestans*. Hier komt het volgende beeld uit naar voren:

- Volgens Carter e.a. (in Coakley e.a., 1999) zou dit toenemen in Finland, door temperatuurstijging;
- Volgens Jahn e.a. (in Coakley e.a., 1999) neemt het risico in de voormalige DDR van sommige ziekten toe, bij andere ziekten zou er geen effect zijn, terwijl het risico op *Phytophthora* met 16% zou toenemen;
- BWM (2015) geeft juist aan dat het goed denkbaar is dat de problemen met *Phytophthora* juist zullen afnemen, doordat er minder vaak lange periodes met vochtige omstandigheden zullen voorkomen.
- Aanhoudend nat weer in de periode van juni tot september maakt spuiten tegen *Phytophthora* onmogelijk, waardoor een groot deel van de oogst verloren kan gaan (Van de Sandt en Goosen, 2011). Door het aanleggen van vaste rijpaden is in de praktijk dit probleem goed op te lossen.

3.6 Gevolgen voor de suikerbietenteelt

De mogelijkheid om, als gevolg van de klimaatverandering, vroeger te zaaien kan het suikergehalte van suikerbieten positief beïnvloeden, waardoor de financiële opbrengst toeneemt. Ook doordat de kans op wisselvallig en nat weer in september afneemt, kan het suikergehalte stijgen. Daar staat tegenover dat de kansen op bepaalde plagen, zoals aaltjes, toenemen (BWM 2015). Suikerbieten zijn gevoelig voor bladziekten, aaltjes, schimmels en vraat van insecten zoals ritnaalden en bietenkevertjes (*Atomaria linearis*). Door de klimaatverandering zal Rhizomanie, een virus, waarschijnlijk een minder groot probleem worden, doordat de kans op aanhoudend nat weer in het groeiseizoen kleiner wordt (Schaap e.a., 2009; De Wit e.a., 2009). Er bestaat tot op heden geen chemische behandeling tegen het virus.

3.7 Gevolgen voor de uienteelt

Mogelijk kunnen in de uienteelt meer problemen optreden door droogte en door schimmels en andere ziekten (BWM, 2015). De Wit e.a. (2009) noemen de volgende risico's:

- Zware buien in de zomer kunnen tot gevolg hebben dat bacteriën met gronddeeltjes opspatten en infecties in de bol veroorzaken.
- Warm en vochtig weer in de zomer verhoogt het risico dat schimmels het blad infecteren.

⁶ Bron: <http://www.demorgen.be/wetenschap/deze-7-gewassen-zullen-de-klimaatverandering-niet-overleven-b66b40af/>

3.8 Gevolgen voor de teelt van hardfruit

Het groeiproces van appels vereist een koude periode in het najaar. Klimaatverandering kan hier dus een negatief effect hebben als de winters te zacht zijn. Zo is de winter 2015-16 erg zacht. In december begonnen fruitbomen al uit te lopen. Een vorstperiode later in de winter kan dan voor grote schade zorgen. Met name de onderstammen van de bodem zijn erg gevoelig voor vorst als de sapstromen niet tot stilstand zijn gekomen en ze dus niet in winterrust verkeren.

3.9 Gevolgen van verzilting voor de Zeeuwse landbouw

Als gevolg van de zeespiegelstijging en de bodemdaling in Zeeland treedt verzilting op van de bodem. Uit eerste ervaringen blijkt dat de landbouw zeker niet hoeft te verdwijnen als gevolg van deze verzilting. Er zijn aanwijzingen dat bestaande gewassen en gewasvariëteiten veel beter kunnen omgaan met zilte omstandigheden dan tot nu toe werd verondersteld. Sommige aardappelrassen blijken bijvoorbeeld een factor 2 tot 3 zouttoleranter dan de norm waar in Nederland momenteel van wordt uitgegaan (Verslag van de zoet-zout tweedaagse Zeeland, 2014). Het overgrote deel van Zeeland heeft geen zoetwateraanvoer van elders. De boeren moeten het dus doen met het zoete water dat er wel is.

Mocht in de toekomst blijken dat het toch niet haalbaar is de huidige teelten te handhaven, dan kunnen boeren overstappen op zoutminnende gewassen. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen zilte groenten (zoutplanten) en normale landbouwgewassen die ook in zilte omstandigheden een goede productie kunnen leveren (zouttolerante planten). Er zijn mogelijkheden voor zilte siergewassen (zoals lamsoor; een plant die op de Nederlandse buitendijkse gronden algemeen voorkomt), biomassagewassen en landbouwgewassen.

De bekendste zouttolerante gewassen zijn biet, gierstmelde (quinoa), koolzaad, vlas en gerst en spelt. Bepaalde groene aspergesoorten blijken goed bestand tegen brak water. Knolselderij, bleekselderij en bladselderij zijn planten die groeien onder zilte omstandigheden gedrongener dan onder normale omstandigheden, maar hebben een sterkere smaak. Ze groeien het best op kleiachtige gronden.

Echt 'zilte' groenten die kunnen worden verbouwd zijn bijvoorbeeld zeekraal en zeeaster⁷. Zeekraal groeit het best op zandige kleigronden en moet bevoeid worden met zout water om te zorgen voor een goede smaak. Zeekraal heeft zoute omstandigheden nodig om te kunnen kiemen en overleven. Zeeaster groeit bij voorkeur ook op zandige kleigronden. Vanaf 1982 zijn teeltproeven gedaan om de potentie van zeeaster als vollegrondsgroente te onderzoeken. Zeeaster is een zouttolerante plant die ook onder zoete omstandigheden goed groeit. De typische smaak komt echter uitsluitend tot stand wanneer de planten onder zilte omstandigheden worden geteeld (Grontmij, 2010b).

Een andere mogelijkheid om de landbouw aan te passen aan verzilting is het gelijktijdig ontwikkelen van natuur en zilte landbouw door begrazing van zilte graslanden of kwelders door vee of schapen. Voor de verschillende zouttolerante gewassen, 'zilte' groenten en 'zilte' landbouw geldt natuurlijk wel dat voldoende markt ontwikkeld moet worden om de producten ook af te kunnen zetten.

⁷ In Zeeland wordt zeeaster lamsoor genoemd. De 'echte' lamsoor is niet voor consumptie geschikt.

4

Schoon water maatregelen en klimaatbestendigheid

Binnen het project Schoon Water Zeeland wordt gewerkt aan reductie van gebruik en emissie van bestrijdingsmiddelen door toepassing van allerlei maatregelen, zowel gericht op preventie van onkruiden, ziekten en plagen als op het bestrijden van ziekten en plagen. In dit hoofdstuk gaan we in op de vraag hoe dit wordt beïnvloed door de klimaatverandering. Welke gevolgen heeft klimaatverandering op de effectiviteit van de maatregelen om gebruik en emissie van bestrijdingsmiddelen, de zgn. schoon water maatregelen, te beperken? Naast de maatregelen die we in dit hoofdstuk bespreken, zijn er nog allerlei maatregelen die specifiek gericht zijn op klimaatadaptatie en/of mitigatie. Gezien de specifieke focus van het project Schoon Water, laten we deze overige maatregelen hier buiten beschouwing.

Om een antwoord te kunnen geven op deze vraag, schetsen we eerst een algemeen beeld over aanpassing aan klimaatverandering. Vervolgens zijn we per maatregel op basis van *expert judgement* nagegaan hoe de effectiviteit en/of de inzetbaarheid van deze maatregel zal veranderen door zachtere en nattere winters, door een grotere kans op hoosbuien en door een grotere kans op droogte en hitte in het groeiseizoen. Zo komen we tot een overzicht van maatregelen die klimaatbestendig zijn (de maatregel wordt zinvoller / effectiever / belangrijker door de klimaatverandering), die klimaatonafhankelijk zijn (klimaatverandering speelt geen rol) en die klimaatgevoelig zijn (de maatregel wordt minder effectief / minder belangrijk door klimaatverandering). Om dit te kunnen bepalen, doorlopen we voor iedere maatregel een beslisboom (zie figuur 13).

Het chemievrij beheren van groen en verhardingen zal door de klimaatverandering mogelijk extra aandacht vragen, omdat het groeiseizoen wordt verlengd. Inrichtingsmaatregelen die het beheer eenvoudiger maken en de onkruidgroei beperken zijn o.a.:

- gebruik van bodembedekkers. Deze zijn gunstig voor de waterafvoer en lijken daarmee dus klimaatbestendig.
- andere invulling van de groene ruimte, bijvoorbeeld parkeerplaatsen met grastegels. Dit is onderhoudsarm en regenwater kan relatief snel in de bodem zakken. Daarnaast bestaat er ook waterdoorlatende verharding. De praktijk leert echter dat de openingen van dit type verharding echter te klein zijn en na enige tijd dichtslibben.



Deze inrichtingsmaatregelen zijn goed te combineren met bijvoorbeeld het concept ‘Climate Proof Garden’, waarbij het aantal m² groene tuinen wordt vergroot, zodat het hemelwater beter wordt verwerkt (Zie den Hartigh, 2015). In particuliere tuinen zien we juist steeds meer voorkeur voor verharding. Voor de afvoer van (veel) regenwater is dit nadelig. Het blijkt moeilijk om zulke trends te beïnvloeden, maar hier is wel aandacht voor. Zie bijvoorbeeld ‘operatie Steenbreek’, met als doel burgers te enthousiasmeren. Verschillende gemeenten zijn hierbij aangesloten.

Toepassing van niet-chemische maatregelen zoals heet water, hete lucht, borstelen en vegen zijn klimaatbestendig. Een integrale aanpak waarbij tijdig in het seizoen gestart wordt met beheer en de technieken optimaal gecombineerd worden blijft voor effectief niet-chemisch beheer cruciaal.

Binnen Schoon Water wordt ook gewerkt aan het chemievrij beheer van sportvelden. Hierbij krijgt goed bodembeheer en bodemleven veel aandacht. Dit vormt de basis voor een goede grasmat. Dit is een klimaatbestendige aanpak: een gezonde bodem met een dichte graszode vermindert de gevoeligheid voor ziekten en plagen en daarnaast wordt het waterbufferend vermogen van de grond beter. Dit laatste is gunstig, gezien vanuit de klimaatverandering, aangezien de kans op hoosbuien toeneemt. Daarnaast is er aandacht voor opbouw van organische stof in de bodem. Ook dit draagt bij aan de klimaatproblematiek; opslag van C in de bodem.

De Schoon Water maatregelen voor beheer van groen, verhardingen en sportvelden zijn op hoofdlijnen dus klimaatbestendig.

4.3 Maatregelen in de landbouw

4.3.1 Klimaatonafhankelijke maatregelen

Ten aanzien van de volgende maatregelen verwachten we dat deze niet worden beïnvloed door de klimaatverandering:

- middelenkeuze op basis van middelenkaarten en de milieumeetlat. De milieubelastingspunten (MBPs) die op de kaarten staan vermeld, kunnen veranderen, doordat de afbraaksnelheid van de middelen afhankelijk is van de bodemtemperatuur. Wanneer het bodemleven eerder actief wordt in het voorjaar, zouden middelen mogelijk sneller worden afgebroken. Vooralsnog is de afbraak tussen bodems in ‘onze’ midden zone en de zuidelijke Europese zone nauwelijks verschillend dus aanpassing van de MBPs op de

kaarten is niet aan de orde. Daarbij heeft dit ook geen invloed op de wijze van toepassing en de effectiviteit van de kaarten.

- Spuitspuitenkeuze.
- Technische maatregelen als interne spoel- en reinigingstechnieken, GPS- sectieafsluitingen, middelinjectie, rondpompsystemen, automatische spuithoogte-instelling en laag volume systeem (LVS) voor rugspuit.
- Op- en afploegen van ruggen (in de asperge- en de aardappelteelt)
- Beslissingsondersteunende systemen t.a.v. optimaal spuitmoment. Deze systemen houden rekening met de weersituatie. In alle gevallen blijft dit een goed instrument.
- lage doseringssystemen (LDS): deze systemen vereisen de mogelijkheid om in lage doseringen meerdere keren te spuiten. Dit systeem is flexibel inzetbaar en zal ook in de toekomst goed inzetbaar zijn.
- Schoffelen, GPS schoffelen, onkruidbestrijding in de gewasrij, eggen en gebruik van de rijenspuit: al deze maatregelen worden veelal gecombineerd met schoffelen. Door extreem weer kan schoffelen mogelijk minder worden uitgevoerd. Daar staat tegenover dat in droge perioden (die ook vaker voor zullen komen) de bereikbaarheid juist goed zal zijn.

4.3.2

Klimaatbestendige maatregelen

Een groot deel van de schoon water maatregelen zijn naar verwachting klimaatbestendig; deze maatregelen worden belangrijker en/of effectiever door de klimaatverandering. Tabel 4 geeft een overzicht van deze maatregelen en waarom deze maatregelen klimaatbestendig zijn. Globaal zien we de volgende redenen:

- Een maatregel is klimaatbestendig doordat de maatregel zich niet beperkt tot 'bestrijdingsmiddelengebruik' maar breed bijdraagt aan de robuustheid van het landbouwsysteem, bijvoorbeeld door verbetering van de bodemkwaliteit. Een goede bodemkwaliteit wordt steeds belangrijker, bijvoorbeeld vanwege het waterbufferend vermogen (relevant bij hoosbuien). Een voorbeeld is het rijpadensysteem.
- Een maatregel is klimaatbestendig doordat de maatregel ook bij extremere weersituaties (harde wind, regen) nog goed kan worden toegepast. Een voorbeeld is luchtondersteuning.
- Een maatregel is klimaatbestendig doordat de maatregel effectiever is onder omstandigheden die meer voor gaan komen. Zo werkt UV-C licht beter onder natte omstandigheden.

Sommige maatregelen worden mogelijk in de toekomst effectiever, omdat de betreffende maatregelen inzetbaar zijn bij droogte / hitte in het groeiseizoen en deze situatie zich in de toekomst vaker voor zal doen. Dit zijn bijvoorbeeld maatregelen waarbij beregening verder wordt geoptimaliseerd en kalibemesting, omdat kali een belangrijke rol speelt bij de resistentie van planten tegen hitte.

In onderstaand overzicht staan verschillende aspecten van 'klimaatrobustheid' weergegeven, en welke Schoon Water maatregelen aan dit aspect voldoen.

Tabel 4. Overzicht van klimaatbestendigheid van Schoon Water maatregelen.

Maatregel draagt bij aan robuustheid, bodemkwaliteit, waterbufferend vermogen	
	Rijpadensysteem
	Grasbanen
	Dammen tussen aardappelruggen (erosiestop)
	Lagunegreppels
	LOP-stuwen

	Peilgestuurde drainage
	Maisteelt in stroken
	Grasland verjongen i.p.v. vernieuwen
	Afbraak organische stof verminderen door minder intensieve grondbewerking
	Structuurbederf en verdichting voorkomen
Maatregel verlaagt afspoelingsrisico (bij hoosbuien)	
	Akkerranden FAB
	Dammen tussen aardappelruggen
	Lagunegreppels
Maatregel ook goed toepasbaar / flexibeler inzetbaar bij extremere weersituaties	
	Luchtondersteuning
	Wingssprayer
	UV-C licht
Maatregel mogelijk effectiever door langere groeiseizoenen / snellere groei	
	Onderbladbespuiting
	Bladgroensensoren i.v.m. doodspuiten
	Groenbemester tegen aaltjes
	Hagen rond het gewas (langer in het blad is gunstig voor driftreductie)

Door CLM (2008) is een beeld geschetst van de knelpunten, kansen en maatregelen die akkerbouwers kunnen nemen om zo goed mogelijk in te spelen op veranderingen als gevolg van klimaatveranderingen. Maatregelen die daarin worden genoemd, komen ook binnen het project Schoon Water Zeeland aan bod, zoals aandacht voor de bodemstructuur, gebruik van het rijpadensysteem en aandacht voor wateroverlast. Dit laat zien dat deze maatregelen zowel vanuit reductie van het bestrijdingsmiddelengebruik als vanuit klimaataanpassing gunstig zijn. Het beeld is dat veel maatregelen klimaatbestendig zijn. Dit maakt dat klimaatverandering ook als kans kan worden gezien voor de Zeeuwse landbouw; door goed in te spelen op de klimaatverandering, kan de landbouw zich positief onderscheiden van andere landbouwgebieden.

Het klimaat verandert

Uw bedrijf ook?

Lees in deze folder wat u kunt verwachten
En wat u zelf kan doen!

Akkerbouw

Afbeelding 2: Folder van CLM (2008) over klimaat en akkerbouw.

4.4 Samenvatting

Op basis van bovenstaande overzichten constateren we:

- dat door de klimaatverandering bepaalde ziekten en plagen vaker voor zullen komen binnen de Nederlandse landbouw. Daarnaast zullen ‘nieuwe’ ziekten en plagen oprukken vanuit het zuiden. Dit brengt het risico met zich mee dat hierdoor ook een toename van het gebruik van bestrijdingsmiddelen plaats heeft.

Om te zorgen dat het bestrijdingsmiddelengebruik niet gaat toenemen, maar de afnemende trend verder door blijft gaan, willen we onderstrepen:

- dat door de klimaatverandering de behoefte aan resistente rassen toeneemt. Hierbij betreft het zowel ziekteresistentie als ook hiteresistentie.
- dat goed bodembeheer in de toekomst belangrijk blijft, omdat een goede bodem van belang is om het waterbufferend vermogen te vergroten en omdat een goede bodem de ziektegevoeligheid beperkt.
- dat het merendeel van de maatregelen die worden toegepast binnen Schoon Water klimaatbestendig is, dat wil zeggen dat ze effectief is en blijft. Dit maakt dat de klimaatverandering ook een kans voor de landbouw kan zijn om zich positief te onderscheiden van andere landbouwgebieden.
- dat door de klimaatverandering, inclusief meer kans op extreme weerssituaties, de tijdsplanning binnen de teelt steeds belangrijker wordt.

5

Conclusies

5.1

Gevolgen klimaatverandering voor de landbouw in Zeeland

Ten aanzien van de Zeeuwse landbouw in het algemeen kunnen we de volgende conclusies trekken:

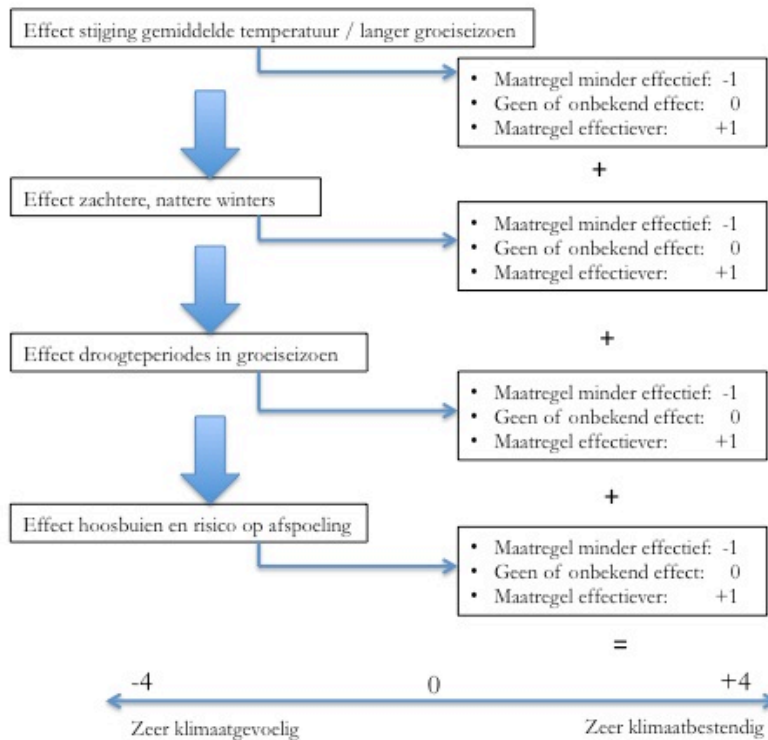
- De gevolgen van klimaatverandering voor de landbouw in Zeeland zijn een gecombineerd effect van zachtere, nattere winters, het vaker voorkomen van neerslagpieken en periodes van droogte en een toenemende kans op verzilting van de bodem.
- Door de klimaatverandering wordt het groeiseizoen in Nederland langer. Hierdoor kan de productie toenemen. Dit in tegenstelling tot de verwachting voor Zuid-Europa; hier zal de landbouwproductie waarschijnlijk afnemen als gevolg van klimaatverandering. Per gewas, grondsoort en per jaar kunnen de gevolgen echter weer anders zijn.
- De kwetsbaarheid voor ziekten en plagen zal veelal toenemen als gevolg van de klimaatverandering, maar de exacte gevolgen verschillende van plaag tot plaag. Ziekten en plagen rukken op naar de polen. Onkruiden, ziekten en insecten profiteren veelal van de warmte. Schimmels kunnen zich meestal beter ontwikkelen als sprake is van hogere temperaturen en vochtigheid.
- De klimaatverandering maakt dat extreme weersituaties vaker voorkomen (hoosbuien, droogte/hitte). Van oudsher is de landbouw al gewend om om te gaan met weersvariatie. Dit aanpassingsvermogen van de landbouw wordt in de toekomst belangrijker. Door de toename van weersextremen is het risico groter dat het land niet kan worden bewerkt op het meest optimale moment en/of dat oogsten mislukken.
- Het belang van hitte- en ziekteresistente gewassen neemt toe in de toekomst als gevolg van de klimaatverandering.

Specifiek kijkend naar de meest gangbare gewassen kunnen we het volgende concluderen:

- Wintertarwe heeft na het kiemen een koudeperiode nodig om tot bloei te kunnen komen. Een vroeger voorjaar maakt dat de inzaaiperiode voor wintertarwe kleiner wordt, omdat deze koudeperiode anders ontbreekt. Daarnaast kan de opbrengst dalen als gevolg van een langdurig droge zomer.
- Het groeiseizoen van gras, en daarmee de potentiële grasproductie, neemt toe door de klimaatverandering. De kans op uitwinteren (doodvriezen) neemt af, maar daar staat tegenover dat door droogte en hitte in de zomer productieverlies op kan treden.
- Door de klimaatverandering komen meer hoosbuien voor. Hierdoor kan aardappelland onder water komen te staan (water tussen de ruggen), met het risico op verrotting van de aardappels. Zachtere, nattere winters kunnen de oogst bemoeilijken. Bepaalde ziekten, zoals Erwinia en aaltjes en luizen zullen een groter risico vormen bij warme en natte zomers. Dit geldt ook voor Phytophthora, hoewel problemen ook kunnen verminderen als juist meer droge periodes optreden in de zomer.
- Verlenging van het teeltseizoen kan het suikergehalte van suikerbieten positief beïnvloeden.
- Ten aanzien van de uienteelt wordt vooral het probleem van droogte en problemen als gevolg van schimmels genoemd.
- Appelen vereisen een koude periode in het najaar. Als de winters te zacht worden, kan dit dus een negatief effect hebben op de appelteelt.

5.2 Schoon water maatregelen en het klimaat

- Met behulp van onderstaande beslisboom kan worden bepaald in hoeverre maatregelen klimaatbestendig (zinvoller / effectiever als gevolg van klimaatverandering) of juist klimaatgevoelig (minder zinvol / minder effectief als gevolg van klimaatverandering) zijn.



Figuur 14. Beslisboom om klimaatrobustheid van maatregelen te bepalen.

- Het beheer van groen en verhardingen door gemeenten vraagt mogelijk extra aandacht doordat het groeiseizoen langer wordt. Inrichtingsmaatregelen kunnen het beheer eenvoudiger maken en de onkruidgroei beperken.
- Om sportvelden chemievrij te kunnen beheren, krijgt goed bodembeheer en bodemleven veel aandacht. Hierdoor zal het waterbufferend vermogen van de grond verbeteren, hetgeen gunstig is bij een toenemende kans op hoosbuien.
- Veel instrumenten die de teler kan helpen te besluiten wanneer en hoe al dan niet te bespuiten, zijn in feite 'klimaatafhankelijk'; deze instrumenten blijven even zinvol en effectief. Dit betreft o.a. het gebruik van milieubelastingskaarten, spuitdoppenkeuze en beslissingsondersteunende systemen t.a.v. het optimaal spuitmoment.
- Veel maatregelen blijken klimaatbestendig, omdat ze bijvoorbeeld bijdragen aan een goede bodemkwaliteit en/of ook bij extremere weersituaties nog goed kunnen worden toegepast.

Samenvattend kunnen we stellen dat door de klimaatverandering de behoefte aan ziekte- en hiteresistente rassen zal toenemen. Goed bodembeheer blijft essentieel (o.a. om het waterbufferend vermogen te verhogen) en een goede tijdsplanning binnen de teelten wordt belangrijker. Doordat het gevolg van de klimaatverandering voor de Nederlandse landbouw relatief gunstig is (t.o.v. met name de Zuid-Europese landen) en doordat de landbouw kan anticiperen op

de veranderingen, biedt de klimaatverandering de Zeeuwse landbouw ook kansen voor de toekomst.

Bijlagen

Bijlage 1 Bronnen

- Akker, J.J.H. van den, A. Visser, D. Brus, W.J.M. de Groot, M. Pleijter, L. Schlebes, F. de Vries, M.J.D. Hackten Broeke (2014) Managementsamenvatting PRISMA onderzoek Bodemverdichting kwetsbare gebieden. Fase 2: Veldwaarnemingen en ervaringen in de praktijk. Alterra, CLM.
- Alterra, DHV B.V., KNMI, VU (mei 2009) Klimaateffectschetsboek Zeeland. Provincie Zeeland.
- Bebber, Daniel P., Mark A.T. Ramotowski, Sarah J. Gurr (2013) Crop pests and pathogens move polwards in a warming world. *Nature Climate Change*, vol. 3: 985-988
- Blom, Greet, Maurice Paulissen, Claire Vos & Herman Agricola (2008) Effecten van klimaatverandering op landbouw en natuur. Nationale knelpuntenkaart en adaptatiestrategieën. PRI.
- Bouma, Erno (2009) Klimaatverandering en Plantgezondheid. Gewasbescherming. Mededelingenblad van de Koninklijke Nederlandse Plantenziektkundige Vereniging. Jaargang 40, nummer 5, september 2009, p. 229-237.
- Bouma, Erno (2012) Weer & Gewasbescherming. Praktijkids. Roodbont.
- BWM 2015. Klimaatverandering. Wat zijn de gevolgen? Biowetenschappen en Maatschappij. Cahier 3, 2015, 34^{ste} jaargang.
- CLM (2008) Het klimaat verandert. Uw bedrijf ook? Brochure.
- Coackley, Stella Melugin, Harald Scherm, Sukumar Chakraborty (1999) Climate change and plant disease management. *Annu. Rev. Phytopathol.* 37: 399-426.
- Eerdt, M. van, et al. (2012) Evaluatie van de nota Duurzame gewasbescherming, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Grontmij (2010a) Klimaat en landbouw Noord-Nederland: 'effecten van extremen'. Verslag van onderzoeksfase 2: de invloed van extreme weersomstandigheden op gewassen en landbouwhuisdieren en verkenning van mogelijke adaptatiemaatregelen.
- Grontmij (2010b) Verkenning zilte landbouw. Mogelijkheden van zilte landbouw binnen die vier visies van het Afsluitdijkproject
- Hartigh, H. den (2015) Climate proof garden. Sunny Rain Solutions.
- Holm, L.H.J. van, R. Merckx, J. Van Orshoven, J. Diels, A. Elsen (2011) "Bodemverdichting op landbouwgrond" ten behoeve van het project BODEMBREED van 12 mei 2010. Interreg project BodemBreed 166 p.
- KNMI (2011) De Bosatlas van het klimaat. Langjarige gemiddelden 1981-2010.
- KNMI (2014) KNMI '14 - Klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie, De Bilt.
- Lange, Willem J. de, Geert F. Prinsen, Jacco C. Hoogewoud, Albert A. Veldhuizen, Jarno Verkaik, Gualbert H.P. Oude Essink, Paul E.V. van Walsum, Joost R. Delsman, Joachim C. Hunink, Harry Th.L. Massop, Timo

Kroon (2014) An operational, multi-scale, multi-model system for consensus-based, integrated water management and policy analysis: The Netherlands Hydrological Instrument. Environmental Modelling & Software, vol. 59: pp 98-108.

Ligtvoet, Willem, Leendert van Bree, Rob van Dorland (2013) Aanpassen met beleid. Bouwstenen voor een integrale visie op klimaatadaptatie. PBL-publicatienummer 1125, Den Haag.

Passel, Steven van, Emanuele Massetti, Robert Mendelsohn (2016) A Ricardian analysis of the impact of climate change on European agriculture. Environmental and Resource Economics. pp 1-36.

PBL (2012) Effecten van klimaatverandering in Nederland: 2012, Den Haag.

Van de Sandt, K. en H. Goosen (2011), Klimaatadaptatie in het landelijk gebied. Wageningen UR-Alterra, Wageningen.

Schaap, B., Blom-Zandstra, G., Geijzendorffer, I., Hermans, T., Smidt, R., Verhagen, A., 2009. Klimaat en landbouw Noord-Nederland. Rapportage van fase 2. Plant Research International & Alterra, Wageningen UR, Wageningen.

Schneider, SH (2007). "19.3.1 Introduction to Table 19.1". In ML Parry, (eds.); et al. Chapter 19: Assessing Key Vulnerabilities and the Risk from Climate Change. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability: contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press (CUP): Cambridge, UK: Print version: CUP. This version: IPCC website. ISBN 0-521-88010-6. Retrieved 2011-05-04.

TCB (2011) Advies bodemverdichting.

Verslag van de zoet-zout tweedaagse Zeeland, 2014

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

Websites

www.klimaatatlas.nl

www.agrifirm.com

<http://www.natuurinformatie.nl/ndb.mcp/natuurdatabase.nl/i000877.html>

www.vastgereden.nl

Bijlage 2 Deelnemers workshop 11 maart 2016

Jeroen Veraart	WUR water en klimaat
Leo Joosten	ORG-ID, klimaat & waterkwaliteit en kwantiteit
Erno Bouma	Bouma weer & advies, bestrijdingsmiddelen, weer & klimaat
René Bal	Delphy, fruitteelt & klimaat
Jan Hekman	Ecoconsult, stedelijk groenbeheer en klimaat
Sander Bernaerts	Naturim, klimaat & bodem
Bart Bardoel	ZLTO
Johan Elshof	ZLTO
Paul Marinissen	gemeente Terneuzen
Rien Klippel	Waterschap Scheldestromen
Michiel Bil	provincie Zeeland

CLM Onderzoek en Advies

Postadres

Postbus 62
4100 AB Culemborg

Bezoekadres

Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700
F 0345 470 799

www.clm.nl