

Klimaatverandering in drie casestudiegebieden

Integratie van adaptatiestrategieën voor landbouw en natuur

Greet Blom, Maurice Paulissen, Willemien Geertsema & Herman Agricola





Klimaatverandering in drie casestudiegebieden

Integratie van adaptatiestrategieën voor landbouw en natuur

Greet Blom¹, Maurice Paulissen², Willemien Geertsema² & Herman Agricola²

¹ Plant Research International

² Alterra

© 2009 Wageningen, Wageningen UR

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Wageningen UR.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld.

Foto's omslag: Rob Geerts, Plant Research International B.V.

Plant Research International

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 48 60 01
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Alterra

Adres : Droevendaalsesteeg 3, Wageningen
: Postbus 47, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 48 07 00
Fax : 0317 - 41 90 00
E-mail : info.alterra@wur.nl
Internet : www.alterra.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
Samenvatting	3
I. Inleiding	5
Een klimaatbestendig Nederland	5
Klimaatgerelateerde knelpunten en adaptatiestrategieën	5
Aanpak van deze studie	5
II. De casestudiegebieden	7
Kop van Noord-Holland	9
Fysisch-geografische karakterisering	9
Landbouw	12
Natuur	13
Bos	14
Groenblauwe dooradering	15
Deelgebieden Kop van Noord-Holland	15
Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel	16
Fysisch-geografische karakterisering	16
Landbouw	18
Natuur	20
Bos	21
Groenblauwe dooradering	21
Deelgebieden Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel	21
Oostelijk Noord-Brabant	22
Fysisch-geografische karakterisering	22
Landbouw	25
Intensieve veehouderijsystemen	26
Natuur	27
Bos	28
Groenblauwe dooradering	28
Deelgebieden Oostelijk Noord-Brabant	29
III. Storylines	31
Economische en demografische scenario's (WLO)	31
Klimaatscenario's (KNMI)	32
LANDS	33
Grondwater in de G- en W-scenario's	34
IV. Ruimtelijke knelpunten in de casestudiegebieden	35
Kop van Noord-Holland	35
Algemeen	35
Droogte	35
Wateroverlast	36
Verzilting	37

	pagina
Kortdurende weersextremen	39
Ziekten en plagen	40
Risico van verandering klimaatzones voor doelsoorten	41
Kustersosie	41
Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel	43
Algemeen	43
Droogte	43
Wateroverlast	44
Verziltig	44
Kortdurende weersextremen	45
Ziekten en plagen	45
Risico van verandering klimaatzones voor doelsoorten	46
Oostelijk Noord-Brabant	47
Algemeen	47
Droogte	47
Wateroverlast	48
Verziltig	48
Kortdurende weersextremen	49
Ziekten en plagen	50
Risico van verandering klimaatzones voor doelsoorten	51
V. Integrale adaptatiestrategieën	53
Kop van Noord-Holland	53
Sectorale aanpak	53
Geïntegreerde aanpak in Wieringermeer en Anna Paulowna Polder	55
Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel	56
Zandgronden	56
Veengronden	57
Oostelijk Noord-Brabant	59
Dommel	59
Aa en Maas	59
Innovatie	60
VI. Kansen en effectiviteit van adaptatiestrategieën voor opschaling	61
Kop van Noord-Holland	62
Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel	64
Oostelijk Noord-Brabant	65
VII. Reflectie op streekplannen en adviezen Deltacommissie 2008	67
Streekplannen van de provincies	67
De aanbevelingen van de Deltacommissie	67
VIII. Conclusies	69
Literatuur	71

Voorwoord

In 2008 is het project 'Klimaatverandering in drie casestudiegebieden: integratie van adaptatiestrategieën voor landbouw en natuur' uitgevoerd als onderdeel van het beleidsondersteunend onderzoeksprogramma 'Klimaatverandering: mitigatie en adaptatie in het landelijk gebied'.

Het doel van het project was om voor drie specifieke casestudiegebieden, verspreid over Nederland, de knelpunten en adaptatiestrategieën meer in een lokaal-regionale context te bestuderen. Hierdoor kon worden gekeken naar de waarschijnlijkheid waarmee knelpunten zullen optreden en hoeveel oppervlak ermee is gemoeid. De adaptatiestrategieën konden zo worden getoetst op hun effectiviteit en de mate waarin een geïntegreerde aanpak nodig of wenselijk is.

Door in te zoomen op (delen van) casestudiegebieden kon een goede selectie worden gemaakt van knelpunten die werkelijk een rol spelen in het gebied, omdat de lokale waterhuishouding, aanwezigheid van zout in de bodem en de hoogteligging een belangrijke rol spelen. Dit gaf de mogelijkheden om gebiedsspecifieke adaptatiestrategieën te formuleren, waarbij een onderscheid kon worden gemaakt tussen een geïntegreerde dan wel sectorale aanpak.

In dit onderzoek is de basis gelegd voor het formuleren van randvoorwaarden en een afwegingskader voor beleidsmaatregelen en voor implementatiemogelijkheden in een specifiek gebied. Het levert een bruikbaar instrumentarium op voor de uitwerking van adaptatiestrategieën voor uiteenlopende gebieden in Nederland.

Het onderzoek is vanuit LNV Directie Platteland begeleid door Annegien Helmens. Binnen Wageningen UR bestond het projectteam uit Greet Blom-Zandstra (projectleiding en inhoudelijk onderdeel landbouw), Maurice Paulissen en Willemien Geertsema (inhoudelijk onderdeel natuur) en Herman Agricola (GIS-analyse en vervaardiging van de kaarten).

De auteurs danken allen die hebben bijgedragen aan de totstandkoming van dit rapport, in het bijzonder Jan Verhagen, Hein Korevaar, Ben Schaap (Plant Research International), Jaco van der Gaast, Eric Verkaik, Tia Hermans en Rob Smidt (Alterra), die een waardevolle bijdrage hebben geleverd door het aanleveren van gegevens en in de discussies over dit thema.

Wageningen, mei 2009

Samenvatting

In drie onderling sterk verschillende casestudiegebieden (Kop van Noord-Holland, Zuidwest-Friesland/Noordwest-Overijssel, Oostelijk Noord-Brabant), is gekeken naar de kans dat knelpunten zullen optreden en hoeveel oppervlak ermee is gemoeid. Voor elk gebied zijn op basis van de werkelijke knelpunten adaptatiestrategieën geformuleerd. De beschikbare adaptatiestrategieën zijn getoetst op hun effectiviteit en de mate waarin een geïntegreerde aanpak nodig of wenselijk is. Voor tien adaptatiestrategieën is bekeken wat consequenties zijn voor implementatie in de drie gebieden, waar ze ook elders in Nederland effectief kunnen zijn en wat belangrijke voorwaarden zijn voor hun effectiviteit.

Klimaatverandering werkt sterk door op de waterbeschikbaarheid voor gewassen en vegetaties. Door in te zoomen op casestudiegebieden kan een goede selectie worden gemaakt van knelpunten die een rol spelen in het gebied omdat hierdoor goed zicht is op de lokale waterhuishouding, de aanwezigheid van zout in de bodem en de hoogteligging van het gebied. De problematiek bij klimaatverandering verschilt sterk per casestudiegebied:

- In de Kop van Noord-Holland worden de knelpunten vooral veroorzaakt door verzilting en wateroverlast.
- In Zuidwest-Friesland/Noordwest-Overijssel zijn wateroverlast en droogte de hoofdknelpunten.
- In Oostelijk Noord-Brabant is de droogte het grootste probleem.

Voor de drie gebieden zijn adaptatiestrategieën beschreven, die onderling sterk variëren. Niet alleen tussen casestudiegebieden, maar ook binnen delen van casestudiegebieden zijn verschillende geïntegreerde dan wel sectorale adaptatiestrategieën te onderscheiden. In sommige strategieën profiteert vooral de landbouw van de maatregelen, terwijl in andere meer ruimte komt voor natuur. Sommige strategieën kenmerken zich door een sterk geïntegreerd karakter, terwijl anderen juist sectoraal zijn ingestoken.

De mogelijkheden voor integratie van adaptatiestrategieën voor landbouw en natuur hangt enerzijds af van de mate van ruimtelijke scheiding van natuur en landbouw in de huidige situatie en anderzijds van de te verwachten risico's als gevolg van klimaatverandering. In Noord-Brabant zijn vooral sectorale adaptatiestrategieën kansrijk. In Zuidwest-Friesland/Noordwest-Overijssel zijn vooral geïntegreerde strategieën kansrijk. In de Kop van Noord-Holland zijn zowel geïntegreerde als sectorale strategieën kansrijk.

De beschreven strategieën blijken niet exclusief voor de casestudiegebieden, maar zijn ook goed bruikbaar voor andere gebieden in Nederland. Uit de drie casestudiegebieden zijn 10 adaptatiestrategieën geselecteerd, waarop verder is ingezoomd en waarvan de generieke toepassing en bruikbaarheid in andere gebieden in Nederland verder is uitgewerkt. De effectiviteit van elke strategie hangt sterk samen met: de perceelsgrootte en het schaalniveau waarop de aanpak is gericht, de mate waarin betrokkenheid van boeren en andere stakeholders bewerkstelligd kan worden en het economisch perspectief dat kan worden geboden en de mate waarin technische innovaties voorhanden zijn, die onontbeerlijk zijn bij sommige adaptatiestrategieën.

De visie van de Deltacommissie 2008 vormt in sommige gevallen een bedreiging voor het huidige landgebruik. In de onderzochte casestudiegebieden zien wij echter kansen voor zowel landbouw als natuur om in te spelen op de voorstellen van de commissie.

I. Inleiding

Een klimaatbestendig Nederland

Klimaatverandering heeft belangrijke consequenties voor de toekomst van landbouw en natuur. Wateroverlast, droogte, hittestress en verzilting zijn belangrijke problemen voor landbouw en natuur. Voor landbouw is ook de toenemende opkomst van ziekten en plagen een probleem, terwijl voor natuur veranderingen in de soortensamenstelling door het verschijnen van warmteminnende en het verdwijnen van koudeminnende soorten te verwachten zijn (Blom *et al.*, 2008). Dit stelt het beleid voor nieuwe uitdagingen, zeker gezien de zwaardere eisen die in de toekomst worden gesteld aan het ruimtegebruik, de inrichting van het landelijk gebied (Agenda Vitaal Platteland), milieukwaliteit (grondwaterrichtlijn, Kaderrichtlijn Water) en natuurbeheer (Natura 2000, Ecologische Hoofdstructuur - EHS). De huidige vorm van intensief landbouwkundig ruimtegebruik is niet zonder meer klimaatbestendig en interfereert met verzwaarde waterkwaliteitseisen of 'competing claims'.

Klimaatgerelateerde knelpunten en adaptatiestrategieën

In 2007 is een studie uitgevoerd naar klimaatgerelateerde knelpunten en mogelijke adaptatiestrategieën voor landbouw en natuur (Blom *et al.*, 2008). Hierbij is gekeken naar de potentiële gevoeligheid van landbouw en natuur voor vernatting, droogte, verzilting, ziekten en plagen, weersextremen (specifiek voor de landbouw), percentage koudeminnende doelsoorten en kusterosie (specifiek voor natuur). Voor natuur zijn bestaande knelpunten in ruimtelijke samenhang en het aandeel koudeminnende doelsoorten per natuurstype meegewogen. De landbouw is toegespitst op gras, granen, snijmaïs, suikerbieten, aardappel, boomgaarden, bloembollen, glastuinbouwgewassen en vollegrondsgroenten. Veehouderijsystemen zijn door Blom *et al.* (2008) niet meegenomen. In de studie is een overzicht gemaakt voor heel Nederland, waarin landbouw en natuur afzonderlijk zijn beschreven. Ook is gekeken naar effecten van adaptatiemaatregelen voor landbouw op natuur *vice versa*.

Voor een goede integratie van adaptatiestrategieën voor landbouw en natuur was deze studie echter te grofmazig. Om gericht een integratieslag te kunnen maken is het nodig meer in te zoomen op kleinere gebieden, zodat de knelpunten en adaptatiestrategieën meer in een lokaal-regionale context kunnen worden bestudeerd en daardoor meer in detail kunnen worden beschreven. Hierdoor kan de effectiviteit en duurzaamheid van de strategieën beter worden beoordeeld. Hierbij worden de gebieden niet geïsoleerd bekeken, maar in relatie tot hun omgeving en de landelijke ontwikkelingen.

Om adaptatiestrategieën in gebiedsprocessen te kunnen integreren is een systeembenadering en soms een integrale aanpak nodig. Dit betekent dat de betekenis van de strategieën op verschillende schaalniveaus (bedrijf - regio - (inter)nationaal) moeten worden bestudeerd.

De relevantie om strategieën te integreren is het grootst in gebieden waar én natuur en landbouw beide een vrij hoge ambitie hebben, én waar knelpunten prominent aanwezig zijn. In zo'n gebied kan gekeken worden hoe adaptatiestrategieën vanuit individuele sectoren de andere sectoren beïnvloeden en of er mogelijkheden zijn voor geïntegreerde adaptatiestrategieën.

Aanpak van deze studie

Er zijn drie casestudiegebieden gekozen, die nog niet in andere projecten binnen het Programma Klimaatverandering worden bestudeerd en als zodanig dus uniek zijn. Voorwaarde was dat de gebieden onderling sterk verschillen in karakter, maar moeten ook representatief zijn voor andere gebieden in Nederland. Daarom streven we naar een vertegenwoordiging van de belangrijkste (qua oppervlakte) fysisch geografische regio's. In de analyse wordt uitgegaan van het meest extreme klimaat scenario.

In deze studie wordt voor elk casestudiegebied een kwalitatieve inschatting gemaakt van de huidige ruimtelijke knelpunten waarbij wordt nagegaan de waarschijnlijkheid waarmee het zal optreden, hoeveel oppervlak ermee is gemoeid, om hoeveel ecosystemen het gaat, wat het internationale belang is, enz. Er wordt een doorkijk gemaakt naar 2040 (evenals in het project LANDS). Er worden adaptatiestrategieën op verschillende schaalniveaus (bedrijf/terrein - regio - (inter)nationaal) geformuleerd. Hierbij zal ook aandacht worden besteed aan de mogelijke effectiviteit van de maatregelen, niet in economische zin (geen kosten-/batenanalyse), maar of de kosten laag of hoog zijn en waar ze eventueel elders toepasbaar zijn. Hierna zal een stap worden gemaakt waarin strategieën voor landbouw, natuur en bosbouw worden geïntegreerd. Beheersing van de waterhuishouding is hierin een kernelement. De resultaten zullen met behulp van kaarten ruimtelijk worden weergegeven.

De volgende stappen worden doorlopen:

1. De knelpuntenanalyse uit 2007 (Blom *et al.*, 2008) wordt gebruikt als uitgangspunt. Voor zowel landbouw als natuur is in die studie gewerkt met kennistabellen op basis van deskundigenoordeel. Deze kennistabellen waren generiek op het niveau van fysisch-geografische regio's.
2. In de huidige studie wordt voor de landbouw gebruik gemaakt van de zelfde gewastypen als in de vorige studie (maar nu aangevuld met veehouderijsystemen). Voor de natuur is in de huidige studie de natuurdoelensystematiek toegepast, omdat deze goed aansluit bij de huidige beleidspraktijk. Anders dan in de vorige studie, zijn nu ook hoogteverschillen in het landschap en de hydrologie meegenomen, waardoor in de huidige studie een vertaalslag kon worden gemaakt van een potentiële knelpuntscoring (generiek per fysisch-geografische regio) naar een actueel risico.
3. Karakterisering van gebieden voor wat betreft dominant grondgebruik. We zullen drie categorieën onderscheiden: I) landbouw dominant, II) natuur dominant, III) combinatie van natuur en landbouw. De dominantie van landbouw is gebaseerd op figuur C1 uit Alterra-rapport 1622 'Waar gebeurt het' over hotspots (categorieën 'hotspot' en 'agrarisch'). Dominantie van natuur wordt gebaseerd op ligging van de EHS.
4. Gebiedskeuze en verkenning van de knelpunten voor natuur, bosbouw en landbouw, adaptatiestrategieën en effectiviteit en haalbaarheid van de strategieën. Voor het maken van een inschatting van de veranderingen bij de doorkijk naar 2040 is gebruik gemaakt van deskundigenoordeel.
De volgende factoren worden meegenomen:
 - a. Toedeling van het landgebruik.
 - b. Specifieke knelpunten, voor welke sector en waarom.
 - c. Gewenste adaptatiestrategieën voor elk gebied (op allerlei verschillende niveaus).
 - d. Integratiemogelijkheden.

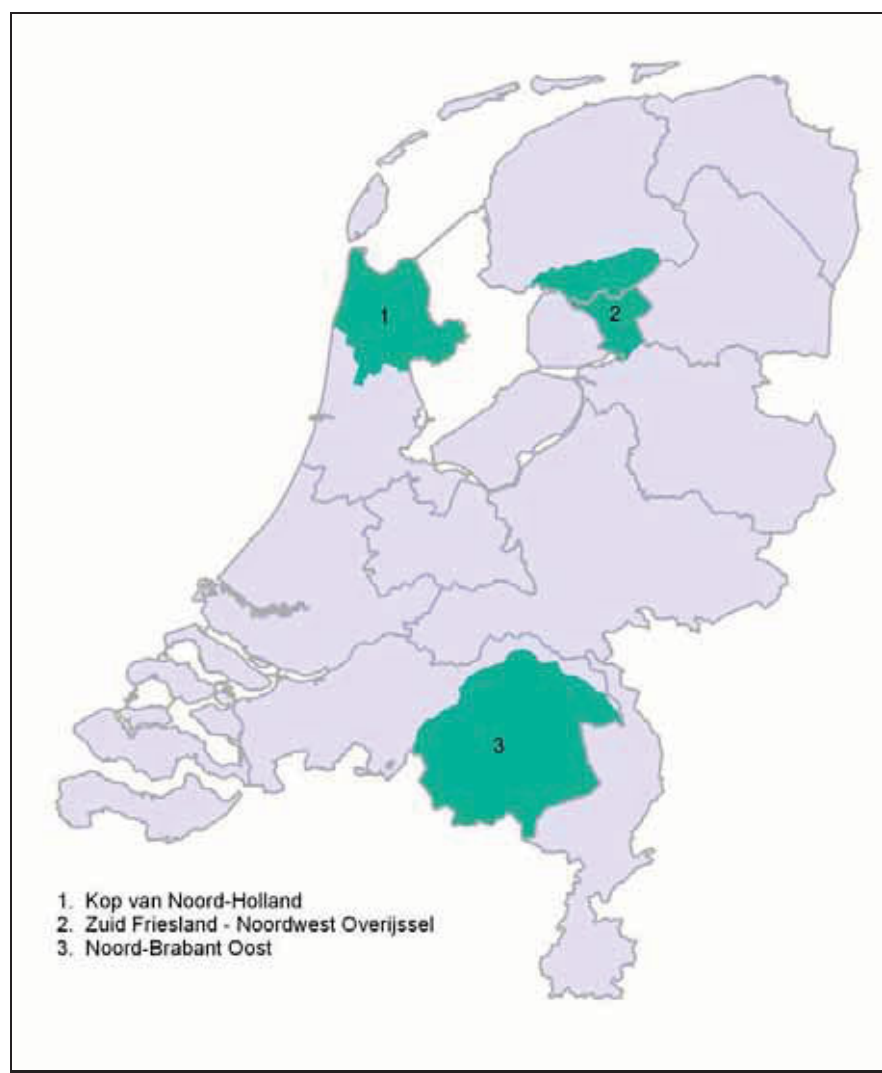
Voor de weergave van de risicokaarten in Hoofdstuk IV zijn de potentiële gevoeligheidskaarten uit Blom *et al.* (2008) als achtergrond gebruikt. De vertaling naar actueel risico is in deze kaarten aangegeven door omcirkeling of tintverschillen.

De oppervlakte bos die in dit rapport wordt genoemd, heeft betrekking op zogenaamd MFV-bos: bos dat staat aangegeven op de bossenkaart gemaakt in het kader van het Meetnet FunctieVervulling bos. Voorwaarden om als bos te worden geregistreerd waren daarbij: een kroonprojectie groter dan 20% en een oppervlakte groter dan 0,5 ha en een breedte groter dan 30 m (Dirkse *et al.*, 2001). Dit MFV-bos is in de periode 2001-2005 geïnventariseerd met behulp van steekproefpunten. Van ieder steekproefpunt werd onder andere de hoofdboomsoort vastgesteld. Dit is de aspectbepalende boomsoort van het terrein (Dirkse *et al.*, 2007). Bij het MFV werden 42 hoofdboomsoorten onderscheiden.

II. De casestudiegebieden

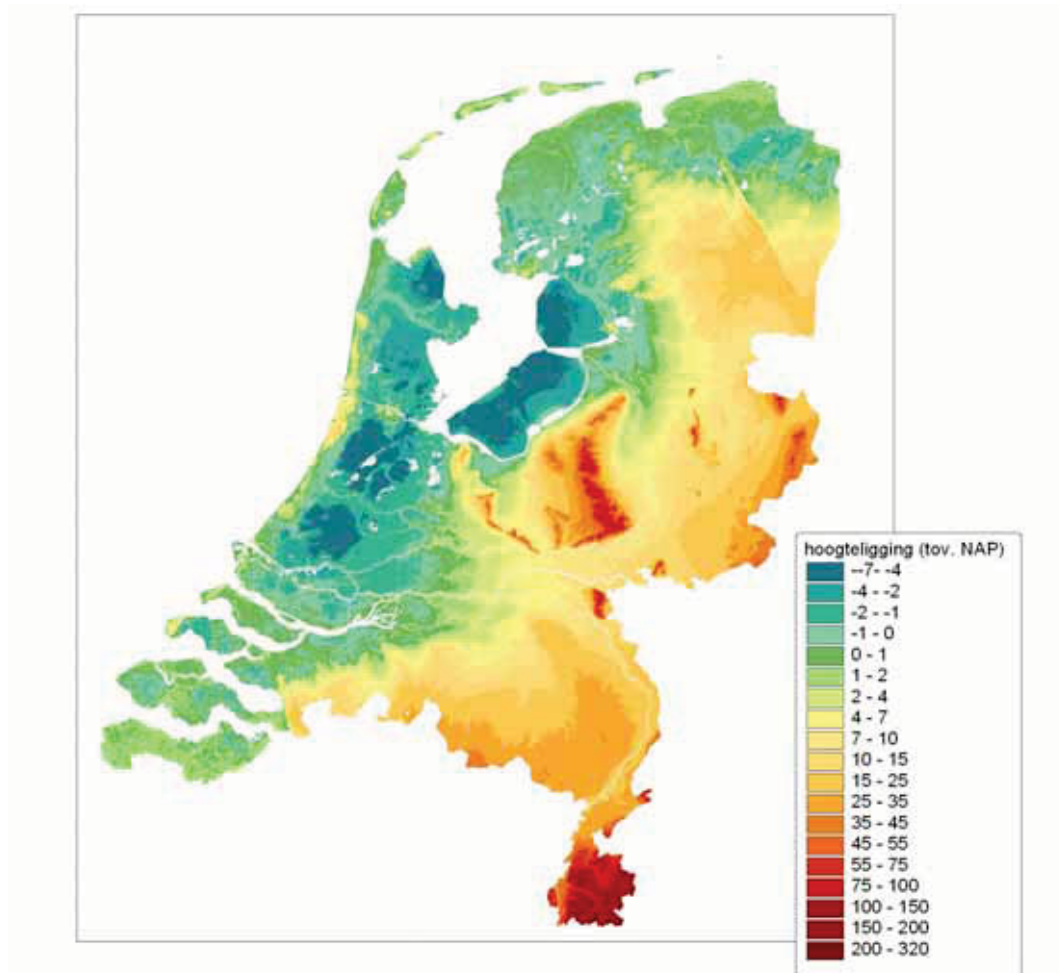
Bij de keuze van de casestudiegebieden hebben we rekening gehouden met een aantal criteria:

- In de casestudiegebieden moeten zowel voor natuur als voor landbouw problemen te verwachten zijn als gevolg van klimaatverandering.
- De casestudiegebieden moeten qua oppervlakte betrekking hebben op de belangrijkste fysisch geografische regio's.
- Om tot geïntegreerde adaptatiestrategieën te kunnen komen is het van belang dat in de casestudiegebieden een combinatie van sterke landbouw (zie Agricola *et al.*, 2008) en veel natuur aanwezig is. In gebieden waar óf landbouw óf natuur dominant is, is integratie mogelijk minder relevant.
- De gekozen gebieden mogen niet uitsluitend in laag of in hoog Nederland liggen, zodat er duidelijke verschillen zijn in waterhuishouding tussen (of binnen) de gebieden.



Figuur 1. Casestudiegebieden.

Figuur 1 toont de ligging van de gekozen casestudiegebieden. In Nederland vinden we de combinatie van sterke landbouw en sterke natuur (criterium 3) vooral in het laagveengebied (graslanden en natte natuur) en op de hoge zandgronden (akkerbouw en grasland met bos en heide, vaak in een kleinschalig landschap). Gebied 2 en 3 weerspiegelen deze combinatie. Gebied 1 en 2 liggen op of onder de zeespiegel; gebied 3 ligt ruim boven zeeniveau (criterium 4). In Figuur 2 wordt de hoogtekaart van Nederland weergegeven. De casestudiegebieden 1 en 2 liggen op of onder zeeniveau. Gebied 3 ligt boven zeeniveau.



Figuur 2. Hoogtekaart van Nederland. Legenda in meter boven N.A.P.

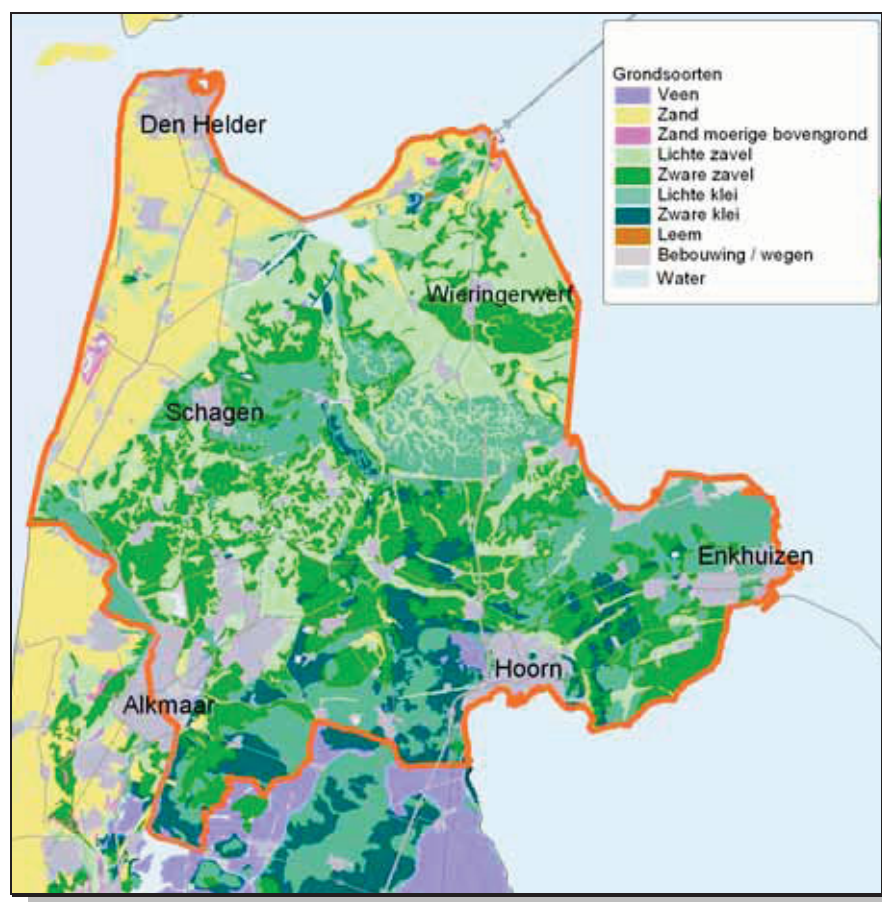
Hieronder volgt een nadere karakterisering van de gebieden. De beschrijving van de natuur in de casestudiegebieden is gebaseerd op de natuurdoelen die bereikt moeten zijn in 2018. Een groot deel van deze natuur is al gerealiseerd.

Kop van Noord-Holland

Fysisch-geografische karakterisering

De totale oppervlakte van dit casestudiegebied bedraagt 1.093 km². Figuur 1 geeft de begrenzing ervan weer. Het grootste deel van het gebied valt onder de fysisch-geografische regio Zeekleigebied (Bal, 2001). Het Zeekleigebied bestaat hoofdzakelijk uit zavel- en lichte kleigronden (Figuur 3).

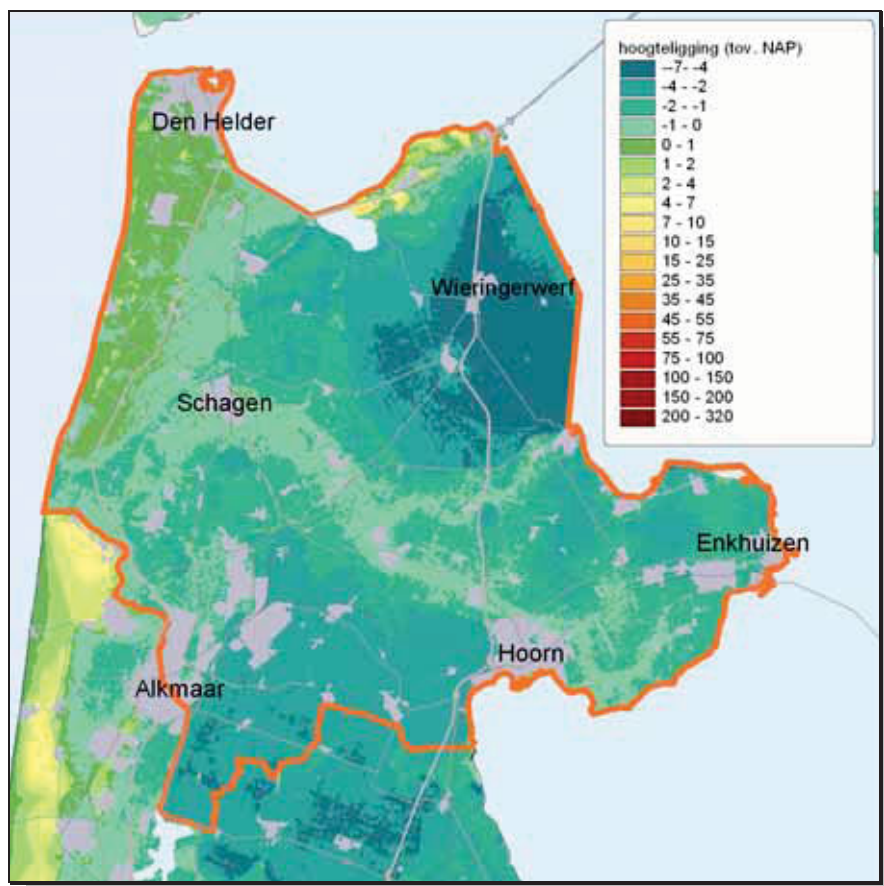
Van de overige fysisch-geografische regio's zijn de Duinen en de Hoge zandgronden vertegenwoordigd. De duinenstrook varieert in breedte van enkele honderden meters (tussen Callantsoog en Den Helder) tot ca. 3 km zuidelijk van Callantsoog. De grondsoortenkaart laat zien dat ook de brede binnenduintrand nog uit zandgronden bestaat (Figuur 3). De duinenrij is onderbroken bij de Hondsbossche en Pettemer Zeewering. Hier ligt onmiddellijk achter de zeedijk het Zeekleigebied. De fysisch-geografische regio Hoge zandgronden is beperkt tot het voormalige eiland Wieringen. Het Noord-Hollandse Laagveengebied begint onmiddellijk ten zuiden van het casestudiegebied.



Figuur 3. Grondsoortenpatroon in casestudiegebied Kop van Noord-Holland.

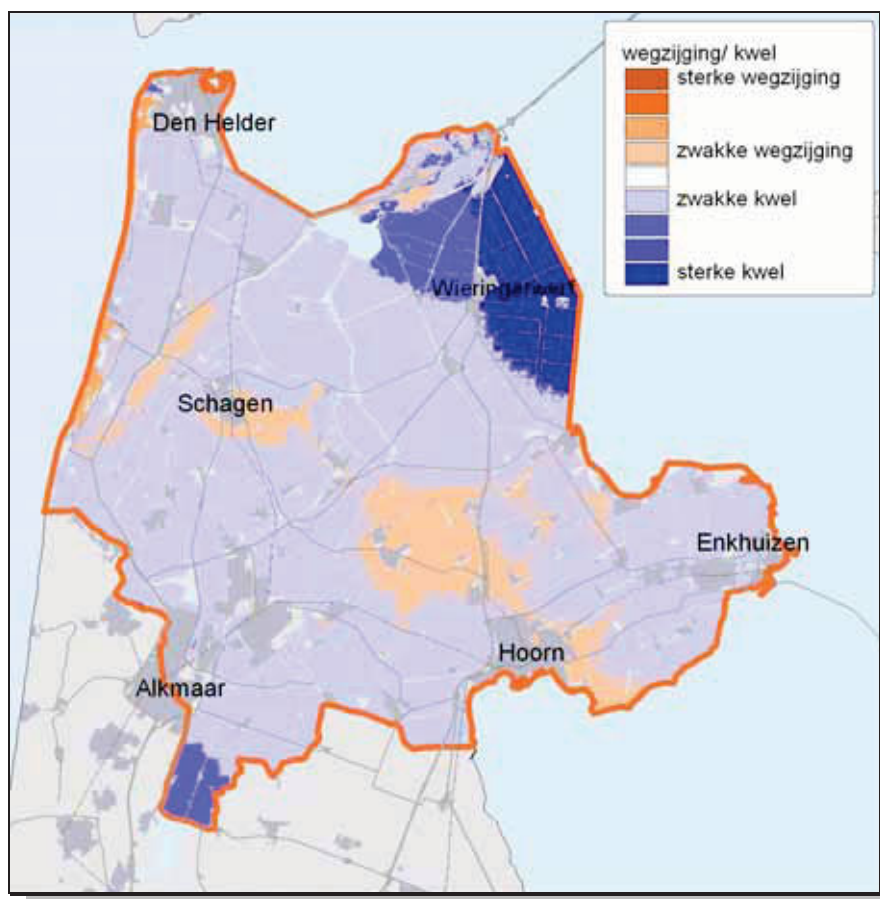
Het grootste deel van het casestudiegebied bestaat uit polders en droogmakerijen die 0 tot 5 m beneden N.A.P. liggen (zie Figuur 4). Alleen de duinen en de keilembult van Wieringen liggen duidelijk boven zeeniveau. In de 12^e en 13^e eeuw vonden grote inbraken door de zee plaats. Door de daarmee gepaard gaande erosie ontstonden in het zuidelijk deel van het casestudiegebied ondiepe meren. Deze werden na 1550 drooggelegd. Dit resulteerde onder meer in de Schermer en de in 1631 drooggelegde Heer Hugowaard (Berendsen, 1997). Op regionale schaal treedt inzijging van water op vanuit de duinen, de Noordzee en het IJsselmeer. In de ondergrond komt zowel zoet, brak als zout grondwater voor. Met uitzondering van de zoete duingrondwaterbel is het grondwater in het casestudiegebied overwegend zeer hard (d.w.z. rijk aan calcium- en magnesiumzouten). Dit water beweegt zich naar de laaggelegen polders en droogmakerijen, waar de kwel het sterkst is (Figuur 5).

Op regionale schaal stroomt grondwater in de richting van de Wieringermeerpolder, het laagstgelegen deel van het casestudiegebied (Lekahena & Langbein, 1980). Zonder bemaling zou het grootste deel van de Kop van Noord-Holland onder water lopen.



Figuur 4. Hoogteligging (m boven N.A.P.) van het casestudiegebied Kop van Noord-Holland.

Op subregionale schaal is de waterhuishoudkundige situatie in het gebied complex door de vele polders en droogmakerijen met hun eigen peilregime. Zo komt het voor dat in poldergebieden die net iets hoger dan hun omgeving liggen, zoals ten noordwesten van Hoorn, inzijging in plaats van kwel optreedt (Figuur 5). De duinen zijn het enige deelgebied met een natuurlijke afwatering. De polders en droogmakerijen wateren veelal af op het IJsselmeer, direct of indirect via boezemwateren (Lekahena & Langbein, 1980). Door bemaling vindt klink plaats, maar deze is geringer dan in het Laagveengebied. Daarnaast wordt er door bemaling van bovenaf permanent 'getrokken' aan het veelal brakke of zoute water dat zich in de ondergrond bevindt (een overblijfsel uit de tijd dat de Hollandse kustvlakte een Waddengebied was; Berendsen, 1997).



Figuur 5. Kwel-wegzijgingskaart van het casestudiegebied Kop van Noord-Holland.

De zoutbelasting vanuit het ondiepe grondwater is vooral hoog (> 2000 kg/ha/jaar) in de Vereenigde Harger- en Pettemerpolder (d.w.z. in het lage land achter zeewering). Ook de Schermer, Polder het Grootslag (West-Friesland), de Wieringermeer en de omgeving van Wieringerwaard kennen een hoge zoutbelasting. In een zone rond de lijn Schagen-Winkel-Hoorn, een iets minder laaggelegen gebied, is de zoutbelasting laag (< 10 kg/ha/jaar). Ook in de duinen is brakke of zoute kwel zo goed als afwezig, door de aanwezigheid van een diepe zoetwaterbel in het duinlichaam. Hier is de zoutbelasting plaatselijk echter verhoogd door zoutspray vanuit zee. In droge perioden wordt water uit het IJsselmeer aangevoerd naar de polders en droogmakerijen. Hiermee wordt tevens verzilting bestreden. In verband met een aantal intensieve teeltgebieden binnen de Kop van Noord-Holland staat het gebied redelijk hoog op de prioriteitenlijst voor de verdeling van IJsselmeerwater. Onduidelijk is of deze aanvoer bij voortzetting van de huidige dimensionering in de toekomst voldoende zal zijn om aan de behoefte te voorzien tijdens extreem droge jaren. Wanneer vastgehouden wordt aan het faciliteren van de zoetwatervoorziening, zijn de plannen van de commissie Veerman voor capaciteitsvergroting van het IJsselmeer van bijzonder belang. Met het oog op de voorspelde zeespiegelstijging en toenemende golfintensiteit zijn de kustvakken Hondsbossche en Pettemer Zeewering en Den Helder - Callantsoog aangewezen als prioritaire zwakke schakels in de Nederlandse kust (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2003). Beoogd wordt om op deze plekken niet alleen de zeewering te versterken, maar ook impulsen te geven aan natuur, landschap, economische functies en/of de recreatie in de omgeving (zie http://www.verkeerenwaterstaat.nl/onderwerpen/water/kust_en_zee/projecten/#alineal en Hoofdstuk VI).

Landbouw

Figuur 6 geeft een overzicht van het grondgebruik, inclusief bos, natuur en bebouwing. Duidelijk is te zien dat het landgebruik sterk geclusterd is in specifieke gebieden (bollen voornamelijk op de zandgronden, rotaties op de klei, enz.). In totaal wordt 72.324 ha (66% van het gebied) voor landbouw gebruikt. De voornaamste gewasgroepen maken 85% van het landbouwoppervlak uit in deze regio en staan in Tabel 1 weergegeven.

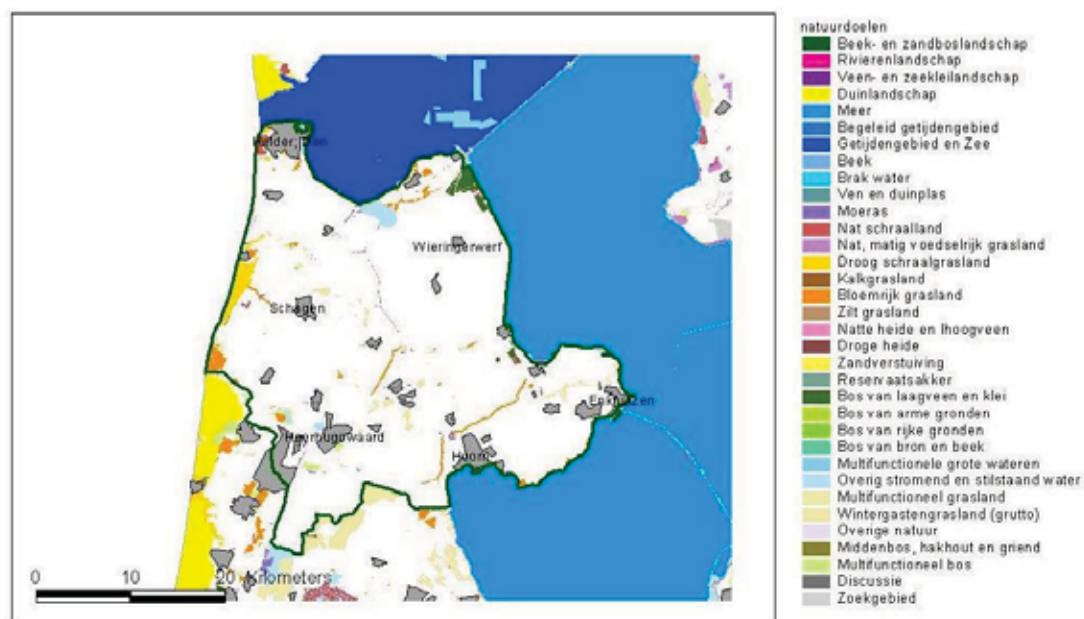
Tabel 1. Grondgebruik uitgedrukt in economische waarde (nge 1/ha) en areaalgrootte (ha) in casestudiegebied Kop van Noord-Holland.

Gewasnaam	Nge/ha	Rangnr. (ha)	Oppervlak (ha)	Rangnr. (nge)	Nge total
Blijvend grasland	0,90	1	18.551	3	16.696
Tijdelijk grasland	0,90	2	10.843	7	9.759
Tulp	12,93	3	5.804	1	75.039
Pootaardappelrassen: klei	3,08	4	4.771	4	14.689
Wintertarwe	0,84	5	3.656	18	3.081
Suikerbieten	1,76	6	3.150	12	5.558
Snijmaïs	0,80	7	2.289	23	1.831
Graszaad (Engelse raai)	0,84	8	1.704	28	1.424
Bloemkool	5,08	9	1.570	10	7.972
Consumptieaardappelen (klei)	1,88	10	1.484	19	2.788
Witte kool	6,10	11	1.369	9	8.349
Zomertarwe	0,74	12	1.198	37	881
Luzerne	0,51	13	1.119	45	571
Lelie	23,14	14	1.103	2	25.516
Bewaarkool	6,10	15	1.017	11	6.203
Narcis	13,00	16	906	6	11.781
Overige bol- en knolgewassen	15,43	17	876	5	13.513

Het grootste oppervlak wordt ingenomen door grasland. Het zijn sterk gespecialiseerde melkveehouderijen (445 bedrijven) en overige graasdieren (237 bedrijven). Verder worden er hakvruchten geteeld, bloemen (glasbloemen: 475 bedrijven; overige bloemen: 248 bedrijven). De grootste omzet (uitgedrukt in nge) wordt behaald in de bloembollenteelt, waarvan tulp en lelie de belangrijkste gewassen zijn. Uit de getallen kan worden berekend dat in dit gebied de gemiddelde inkomsten € 2,84 per hectare bedragen.

¹ Nge = Nederlandse grootte eenheid. 1 NGE = € 1.420 (Bron: CBS, 2007).

Natuurdoelen in Noord-Holland



Figuur 7. Casestudiegebied Kop van Noord-Holland met de ligging van de EHS (2018) en de bijbehorende natuurdoelen.

Tabel 2. Overzicht van de oppervlakte van verschillende natuurdoelen in het casestudiegebied Kop van Noord-Holland.

Natuurdoel	Hectares
Bloemrijk grasland	1.812
Multifunctioneel grasland	1.160
Overig stromend en stilstaand water	1.149
Droog schraalgrasland	1.111
Bos van laagveen en klei	792
Overige natuur	429
Moeras	379
Multifunctioneel bos	368
Nat schraalland	290
Meer	96
Zilt grasland	21
Getijdengebied en Zee	13

Bos

Van de 109.324 ha casestudiegebied is ongeveer 1.646 ha bebost, wat neerkomt op een bebost oppervlakte van slechts 1,5%. Ten zuiden van Den Oever, in de Wieringermeer, bevindt zich een wat groter bosgebied. Verder zijn slechts kleine snippers bos aanwezig. In dit gebied liggen dan ook slechts 17 steekproefpunten van het Meetnet FunctieVervulling Bos (MFV). Het gemiddelde jaar van aanleg van de bomen in de steekproefpunten is 1951 en de hoofdboomsoort die in de meeste cirkels (zes cirkels) aanwezig is, is esdoorn (*Acer pseudoplatanus* of *Acer campestre*).

Groenblauwe dooradering

De groenblauwe dooradering in dit gebied bestaat vooral uit sloten. In de droogmakerijen zoals Wieringermeer is het netwerk wat grover en bestaat het naast sloten ook uit enkele afvoervaarten ('tochten'). Andere polders bestaan uit een wat dichtere netwerk van sloten.

Deelgebieden Kop van Noord-Holland

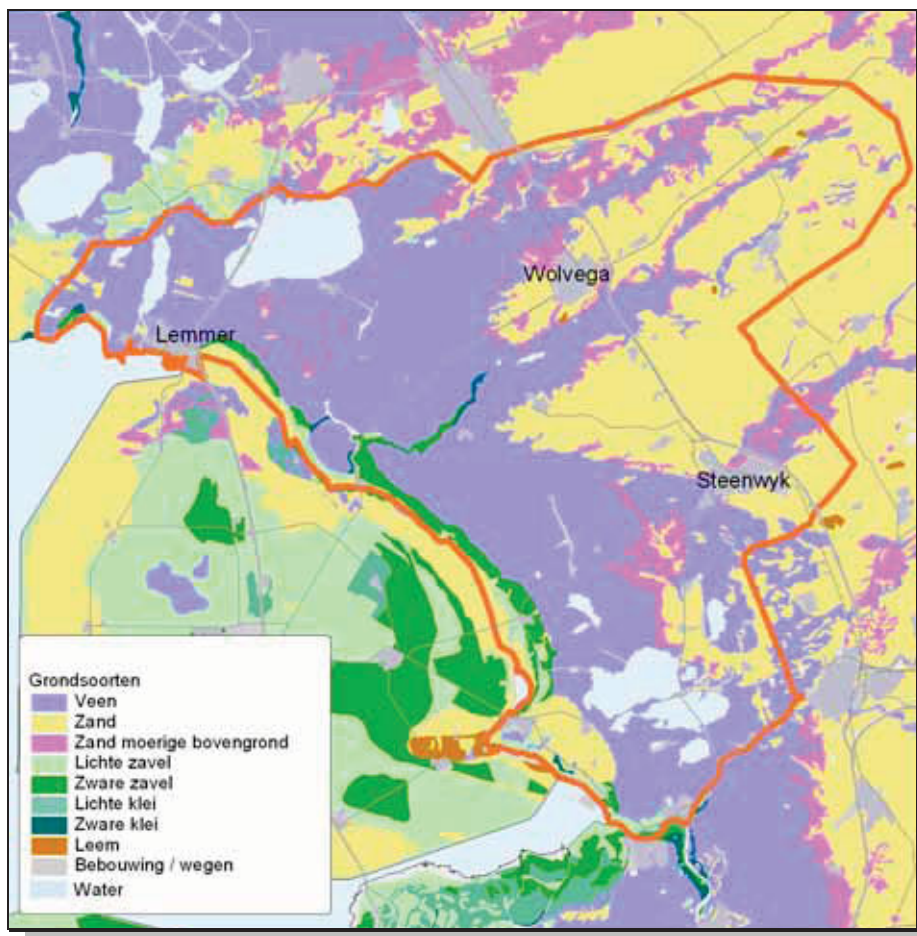
Binnen het casestudiegebied Kop van Noord-Holland hebben we deelgebieden onderscheiden. Deze deelgebieden worden gedomineerd door de landbouw en elk deelgebied valt samen met een heel karakteristiek landbouwgebruik:

- In de zeer laaggelegen Wieringermeer (deelgebied 1 in Figuur 21; deelgebieden 5-8 in Figuur 23) en Schermer (deelgebied 4 in Figuur 21; deelgebied 10 in Figuur 23) domineert grootschalige akkerbouw op zavel- en kleigronden.
- Dit geldt ook voor de Anna Paulowna Polder en Wieringerwaard (deelgebieden 3 en 4 in Figuur 23), maar deze liggen iets minder laag.
- In het ook minder laaggelegen West-Friesland (deelgebied 2 in Figuur 21 en deelgebied 9 in Figuur 23) komen diverse vormen van grondgebruik voor, waaronder boomgaarden.
- In de laaggelegen Polder de Westerkogge en het gebied ten noordwesten ervan (deelgebied 3 in Figuur 21) overheersen graslanden.
- Achter de Hondsbossche en Pettemer Zeewering ligt de Vereenigde Harger en Pettemerpolder (deelgebied 1 in Figuur 23). Behalve graslanden in landbouwkundig gebruik heeft een deel van dit gebied de functie natuur.
- Tenslotte ligt de Zijpe- en Hazepolder (deelgebied 2 in Figuur 23) op zand. Dit is een belangrijk bollenteeltgebied.

Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel

Fysisch-geografische karakterisering

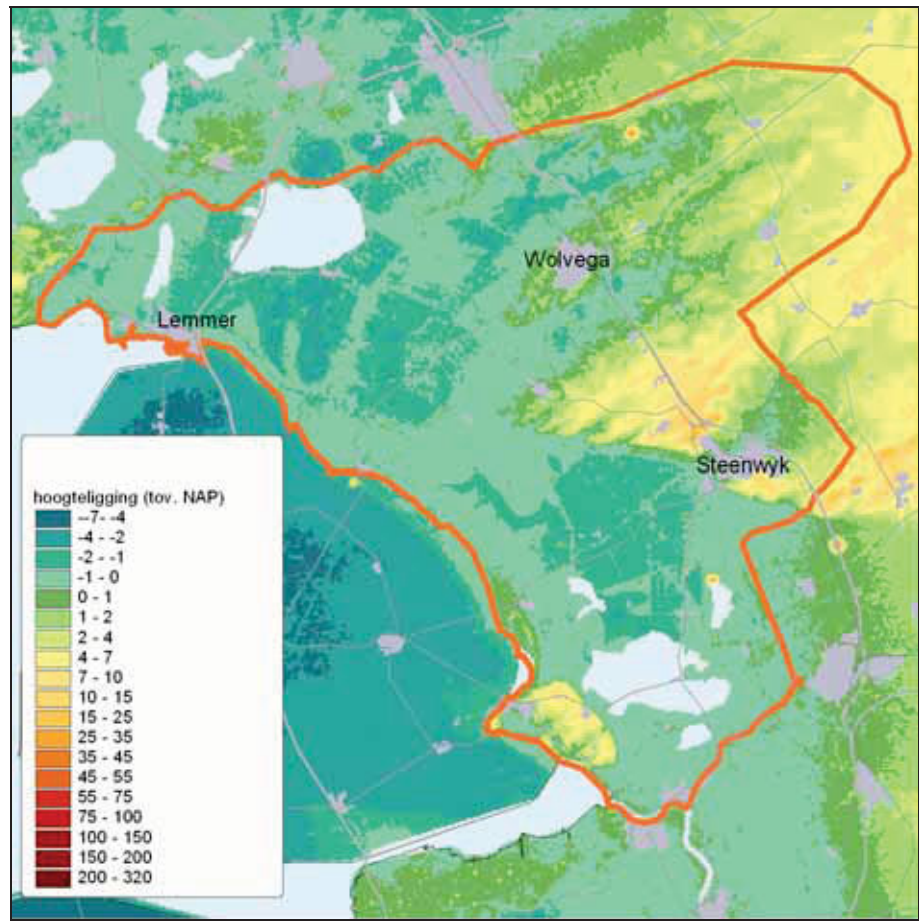
De totale oppervlakte van dit casestudiegebied bedraagt 754 km². Het gebied ligt op de grens van de fysisch-geografische regio's Hogere zandgronden en Laagveengebied (Bal, 2001). Op de overgang van de zand- naar de veengronden vinden we plaatselijk zand met moerige bovengrond. Op de flanken van de Lindevallei zijn lokaal leemafzettingen aanwezig. Langs de door de voormalige Zuiderzee beïnvloede westrand van het casestudiegebied loopt een smalle strook zavelgronden (Figuur 8). Het gebied wordt in het westen gedomineerd door laagveen. In het oostelijk deel is zand de belangrijkste grondsoort.



Figuur 8. Grondsoortenpatroon in casestudiegebied Friesland/Overijssel.

De hoogteligging varieert van ca. 10 m boven N.A.P. op de stuwwallen ten noorden van Steenwijk tot ca. 2 m beneden N.A.P. in de buurt van het Tjeukemeer (zie Figuur 9). Het grootste deel van het gebied ligt net boven (vooral het oostelijke deel) of net beneden zeeniveau. De landbouwpercelen op de hogere zandgronden lozen via sloten vrij op de boezem, terwijl in het laagveengebied diepere, bemalen polders liggen.

Het gedeelte van het casestudiegebied dat tot het Laagveengebied gerekend wordt, bestaat uit een polder-en-moeras-landschap. De moerasgebieden Weerribben, Wieden en Rottige Meente (hoofdfunctie natuur) maken deel uit van de boezem (Van Wirdum, 1991).

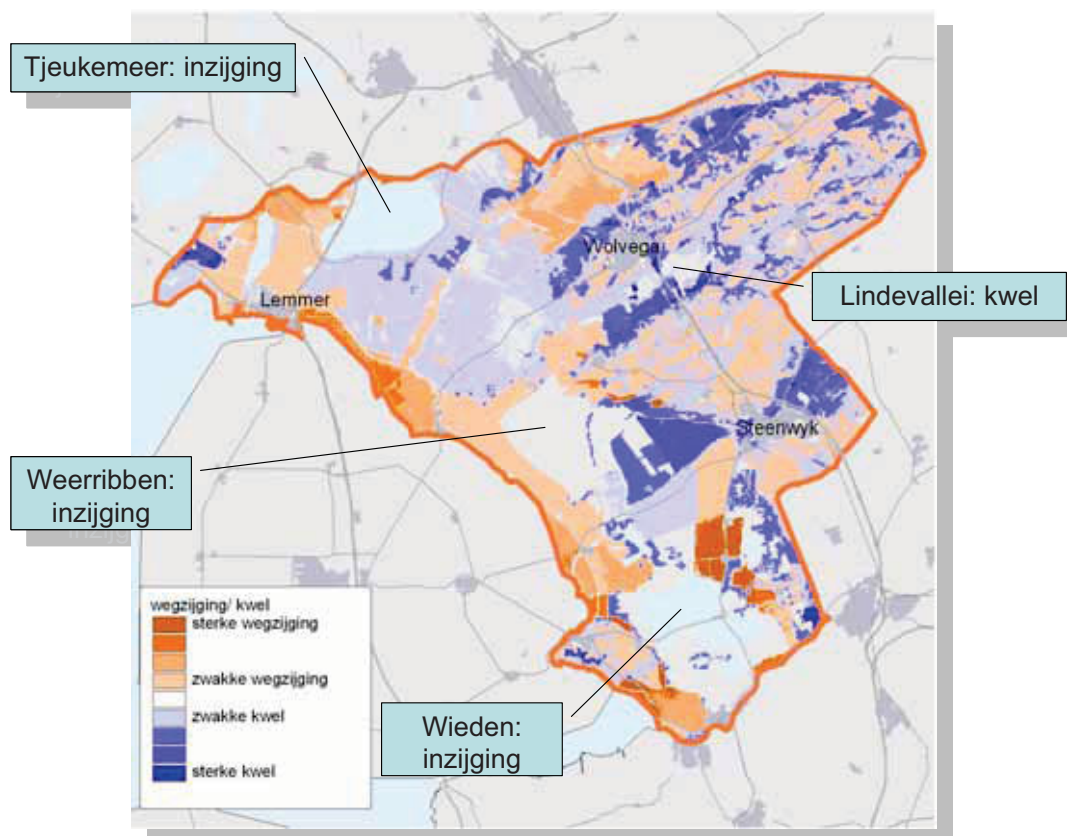


Figuur 9. Hoogteligging (m boven N.A.P.) van het gebied op de grens van Overijssel-Friesland.

Het maaiveld van deze laagveenmoerassen ligt ongeveer 0,5 m beneden N.A.P., terwijl hun waterpeil rond 0,7-0,8 m beneden N.A.P. ligt. Rond en tussen deze boezemgebieden met voornamelijk natuurfunctie liggen polders met voornamelijk een landbouwfunctie. De maaiveldhoogte van deze polders ligt nu eens lager, dan weer wat hoger dan die van de moerasgebieden.

Op regionale schaal stroomt grondwater vanuit de Hogere zandgronden (Drents keileemplateau) naar het regionaal diepste punt, de Noordoostpolder. In hoeverre de moerasnatuurgebieden oorspronkelijk gekenmerkt werden door kwel uit het Drents Plateau is niet helemaal duidelijk (zie Figuur 10), maar Van Wirdum (1991) geeft voor het deelgebied de Weerribben aan dat daar zelfs vóór de aanleg van de Noordoostpolder nauwelijks of geen kwel optrad. Tegenwoordig worden de Weerribben in ieder geval gekenmerkt door infiltratie van oppervlaktewater. In droge perioden is daarom wateraanvoer naar de moerasnatuurgebieden nodig. De kwaliteit van het aangevoerde oppervlaktewater bereikte een dieptepunt in de jaren 1970. Mede onder invloed van extreem droge zomers werd toen veel water ingelaten dat uiteindelijk afkomstig was uit de Rijn. Dit heeft, net als elders in laag Nederland, tot interne eutrofiëring van natte natuurgebieden geleid (Roelofs, 1991; Van Wirdum, 1991). Onderkenning van deze problematiek en de hoge natuurwaarden in het casestudiegebied heeft geleid tot aanpassingen in het waterbeheer, waardoor de kwaliteit van het inlaatwater in de moerasgebieden is verbeterd.

Ook de landbouw wordt in droge perioden voorzien van inlaatwater, overwegend uit het IJsselmeer. Hierbij worden het Friese en het Overijsselse deel van het casestudiegebied door afzonderlijke inlaatpunten bediend. Er is vrijwel geen uitwisseling van water tussen de waterschappen Fryslân enerzijds en Reest en Wieden anderzijds (T. Ietswaard, Provincie Fryslân, pers. meded.). Bij Lemmer wordt ca. 40 m³/s ingelaten. Slechts een beperkt deel van dit water wordt door het Friese deel van het casestudiegebied gebruikt. Een groot deel is bestemd voor overig Friesland, terwijl ook 20 m³/s water aan Groningen wordt doorgegeven (J. van Bakel, pers. meded.).



Figuur 10. Kwel-wegzijkingskaart van het casestudiegebied Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel. Voor de grijze gebieden is inschatting (zie tekstballon) gebaseerd op topografische informatie (hoogte maaiveld of waterpeil ten opzichte van omgeving) en Van Wirdum (1991) voor de Weerribben.

Ook bij Meppel bevindt zich een inlaatpunt voor water dat uit het IJsselmeer afkomstig is. Hier gaat het om een aanvoer van ongeveer 10 m³/s. Dit water is vooral bedoeld voor Drenthe en verlaat het casestudiegebied via de Drentse Hoofdvaart. Bij frequentere en langere droogteperiodes als gevolg van klimaatverandering is het huidige inlaatdebiet mogelijk ontoereikend voor de vraag in het Drentse achterland. Capaciteitsvergroting van gemalen en van het IJsselmeer (commissie Veerman) kan uitkomst bieden. In een droog jaar wordt de watervraag van de functies landbouw en natuur in het casestudiegebied vrijwel geheel gedekt door aanvoer vanuit het IJsselmeer. In natte jaren is er bovendien een beperkte bijdrage vanuit natuurlijke waterlopen vanaf het Drents Plateau, zoals de Steenwijker Aa (J. van Bakel, pers. meded.).

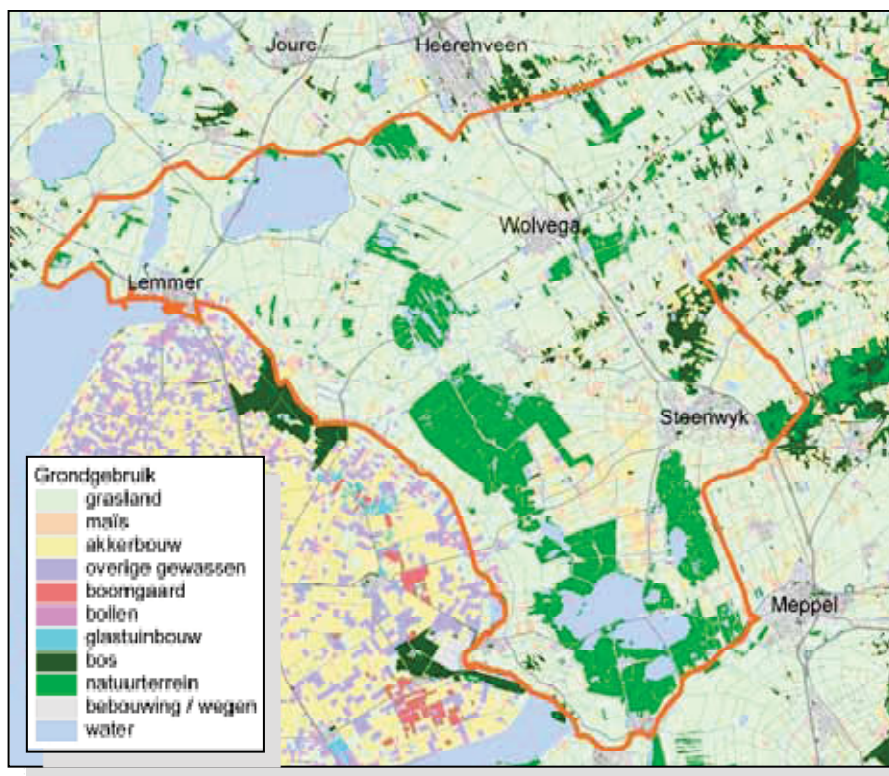
Een waterhuishoudkundig knelpunt in vooral het Friese deel van het casestudiegebied is de sterke wegzijging naar de Noordoostpolder. Deze leidt tot een sterke klink van de veenondergrond, tot problemen met funderingen en een grote vraag naar inlaatwater om het grondwaterpeil voldoende hoog te houden (J. van Bakel, Alterra en T. Ietswaard, Provincie Fryslân, pers. meded.).

Landbouw

Het casestudiegebied ligt grotendeels in het laagveendistrict. In het gebied vinden we als belangrijke natuurkern de Wieden-Weerribben-Rottige Meente en andere moerasnatuur. Melkveehouderij is de dominante landbouwvorm. Vooral droogtestress vormt een probleem in dit gebied.

Figuur 11 geeft een overzicht van het grondgebruik, inclusief bos, natuur en bebouwing. Het grondgebruik is in het hele gebied vrij gelijkmatig, voornamelijk grasland. Op de zandgronden komt ook akkerbouw voor. Het totale areaal landbouwgrond omvat 44.996 ha bouwland (60% van het oppervlak). In Tabel 3 staat een overzicht van de belangrijkste gewasgroepen, die 95% uitmaken van alle landbouw in dit casestudiegebied. Het zijn vooral bedrijven met

sterk gespecialiseerde melkveehouderij (589 bedrijven) en overig graasdierbedrijven (214 bedrijven). Deze bedrijven hebben ook de hoogste omzet (rangnummer 1 in nge). Daarnaast leveren snijmaïs, lelie en kapitaalintensieve heesters een redelijke bijdrage aan de inkomsten. Uit de getallen kan worden berekend dat in dit gebied de gemiddelde inkomsten € 0,93 per hectare bedragen.



Figuur 11. Grondgebruik in casestudiegebied Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel.

Tabel 3. Grondgebruik in casestudiegebied Friesland/Overijssel, uitgedrukt in economische waarde (nge/ha) en oppervlak (ha).

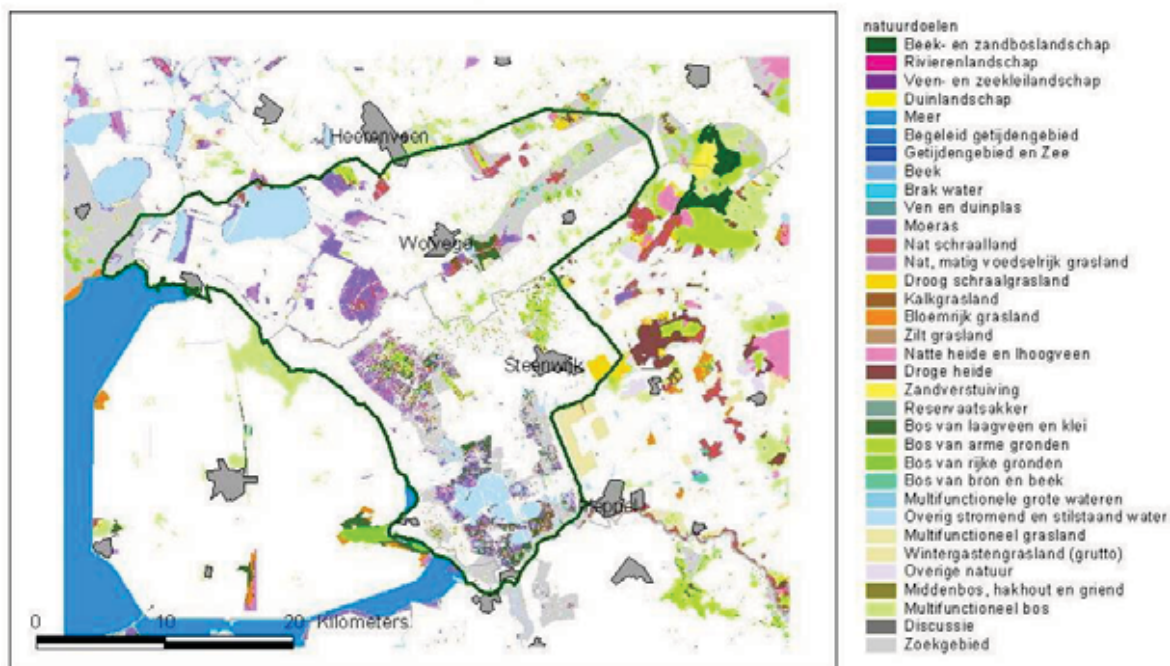
Gewasnaam	Nge/ha	Rangnr. (ha)	Oppervlak (ha)	Rangnr. (nge)	Nge total
Blijvend grasland	0,90	1	28.552	1	25.697
Tijdelijk grasland	0,90	2	6.621	2	5.959
Snijmaïs	0,80	3	5.965	3	4.772
Natuurlijk grasland	0,27	4	806	13	219
Zetmeelaardappelen	1,18	5	499	7	588
Lelie	23,14	12	143	4	3.309
Sierheesters en klimplanten	63,71	25	20	5	1.280

Natuur

Gebieden met een natuurdoel beslaan 25% van de oppervlakte van het casestudiegebied (Figuur 12). Moeras en water vormen de belangrijkste doelen qua oppervlakte. Ze vormen enkele grote clusters van natte natuur, welke voor veel planten en diersoorten belangrijk voor overleving zijn. Trilvenen en veenmosrietlanden vormen de parels op het gebied van biodiversiteit. In deze natte gebieden vinden we ook de bossen van laagveen en klei. De grote water- en moerasgebieden in dit casestudiegebied, uitgezonderd het Tjeukemeer, zijn alle begrensd als Vogel- of Habitat-richtlijngebied: Weerribben, Wieden en Rottige Meente.

In het noordoosten van het gebied, dat aansluit op het Drents Plateau, zijn natuurdoelen als bos van arme gronden en natte en droge schraallanden van belang. In Tabel 4 wordt een overzicht gegeven van de oppervlakten die de verschillende natuurdoelen innemen.

Natuurdoelen in Friesland-Overijssel



Figuur 12. Casestudiegebied 'Friesland-Overijssel' met de ligging van de EHS (2018) en de bijbehorende natuurdoelen.

Tabel 4. Overzicht van het oppervlakte van verschillende natuurdoelen in het casestudiegebied in Friesland/Overijssel.

Natuurdoel	Friesland - Overijssel
Overig stromend en stilstaand water	5.201
Moeras	4.234
Bos van laagveen en klei	1.852
Bos van arme gronden	1.384
Nat schraalland	1.259
Multifunctioneel bos	1.038
Nat matig voedselrijk grasland	713
Natte heide en hoogveen	709
Droog schraalgrasland	421
Bloemrijk grasland	372
Bos van rijke gronden	372
Overige natuur	365
Multifunctioneel grasland	182
Droge heide	147
Middenbos, hakhout en griend	133
Bos van bron en beek	52
Meer	41
Reservaatakker	32
Ven- en duinplas	8
Beek	4

Bos

Van de 75.456 ha casestudiegebied is 5.398 ha bebost, wat neerkomt op een bebost oppervlak van ruim 7%. Het bos komt verspreid over het gebied voor, alleen in het noordwesten ligt vrijwel geen bos. Er zijn 50 MFV-steekproef-cirkels aanwezig. Het gemiddelde jaar van aanleg van het bos in de cirkels is 1956. Zwarte els (*Alnus glutinosa*) en inlandse eik (*Quercus robur* of *Q. petraea*) zijn de meest voorkomende hoofdboomsoorten. De cirkels met zwarte els hebben als ondergrond veelal veen, terwijl de cirkels met eiken meer in het noordoosten van het gebied op de zandgronden liggen.

Groenblauwe dooradering

Ten noordwesten van Steenwijk en langs de bovenlopen van Linde en Tjonger liggen veel houtwallen. Het grootste deel van het agrarisch gebied bestaat uit grasland met een dicht netwerk aan sloten.

Deelgebieden Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel

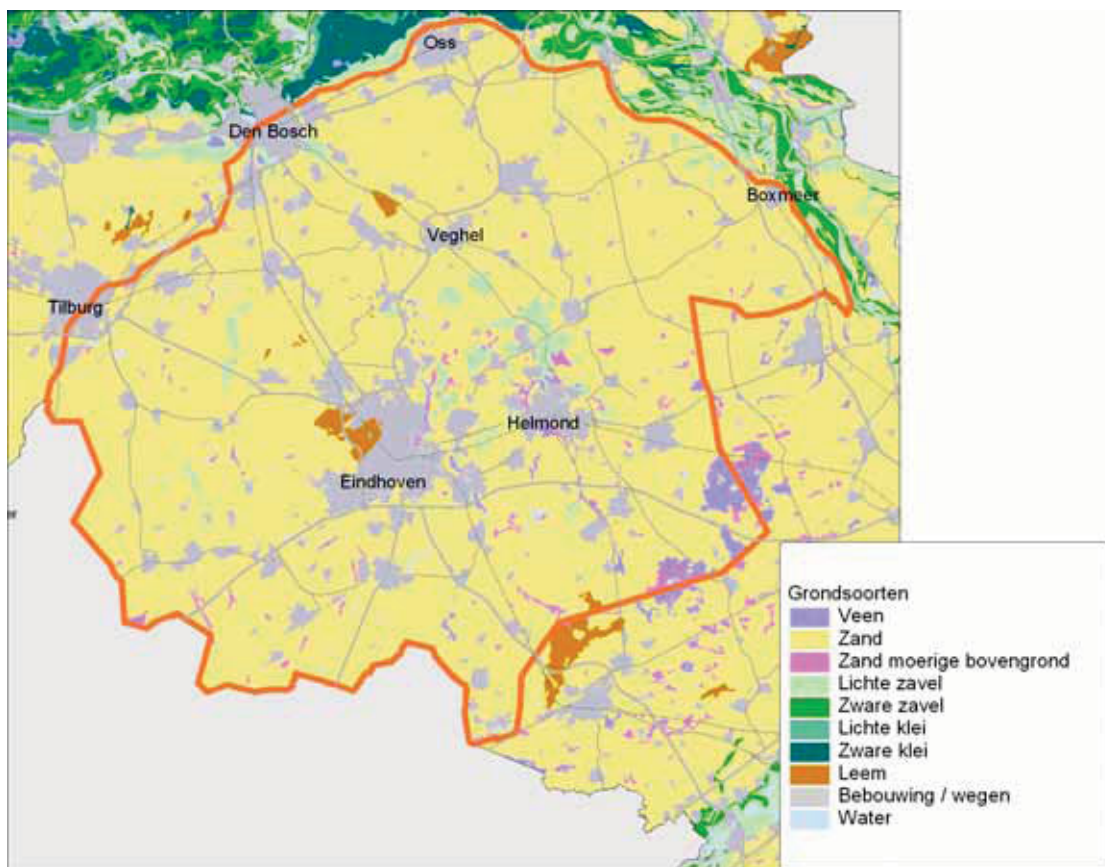
Binnen het casestudiegebied Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel hebben we deelgebieden onderscheiden. In dit casestudiegebied is een grotere verwevenheid tussen landbouw en natuur. Hier is echter bij de knelpuntenanalyse wel een duidelijk onderscheid te maken tussen de veengronden en zandgronden (zie Figuren 27, 28 en 30). Verder springen een aantal grote eenheden natuur in het oog: op veen liggen de Wieden, Weerribben (deelgebied 3 in Figuur 31), Rottige Meente en de Lindevallei. Op zand liggen als grotere eenheden natuur de Havelterberg en Eeserveld/Woldberg (deelgebied 4 in Figuur 31). Ook aan de randen van de Linde- en Tjongervalleien liggen natuurgebieden op zand (deelgebied 2, Figuur 31).

Oostelijk Noord-Brabant

Fysisch-geografische karakterisering

Het casestudiegebied Oostelijk Noord-Brabant (oppervlakte gebied: 2.598 km²) ligt geheel in de fysisch-geografische regio Hogere zandgronden. Aan de noordoost- en noordzijde (tussen Vierlingsbeek en Den Bosch) grenst het gebied aan het Rivierkleilandschap. Voor het overige grenst het gebied, ook over de provincie- en landsgrens heen, aan Hogere zandgronden.

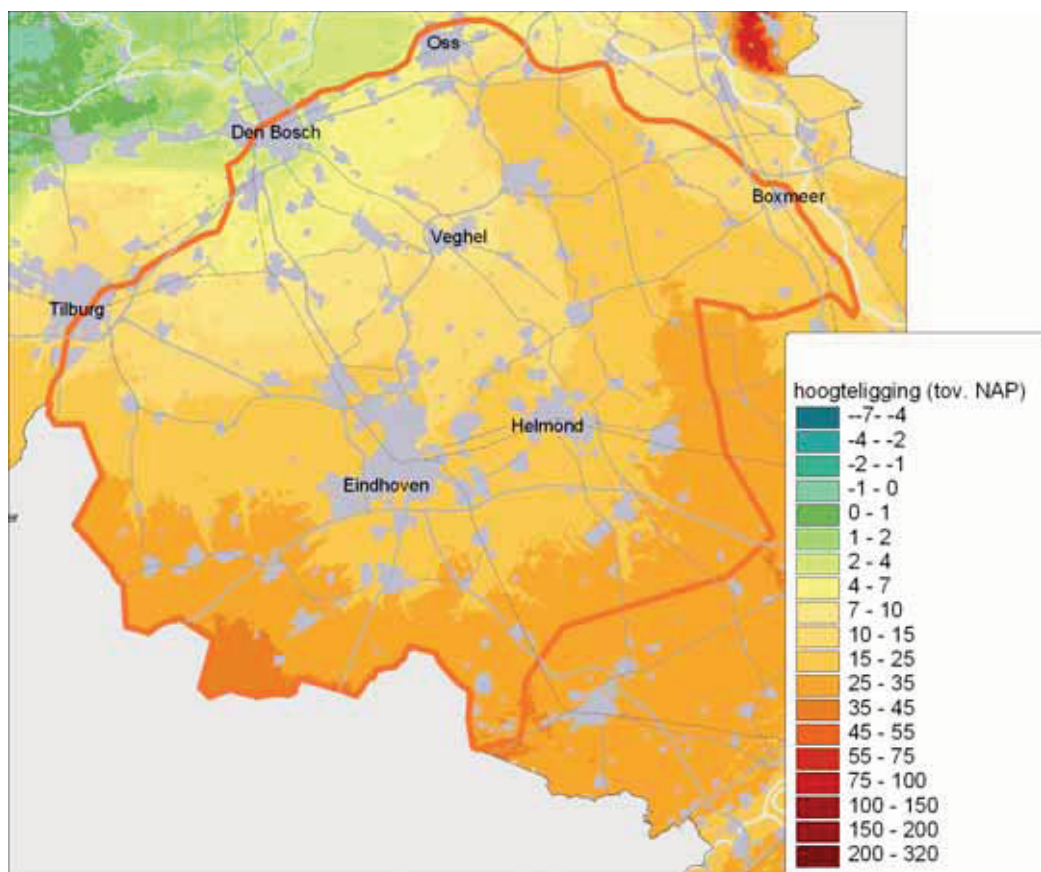
Verreweg de meest dominante grondsoort is zand met enkele veengebieden in het zuidoosten (zie Figuur 13).



Figuur 13. Grondsoortenpatroon in casestudiegebied Oostelijk Noord-Brabant.

In de Peel en plaatselijk in beekdalen komen veenbodems voor, in combinatie met zand met een moerige bovengrond. Lichte zavel vinden we over grotere oppervlakten in het brede dal van de Aa ten noorden van Helmond en plaatselijk langs de Beerze. Verder komt lichte zavel voor in een strook ten noordwesten van Boxmeer, waarschijnlijk in een oude loop van de Maas. Ten noordwesten van Eindhoven en lokaal elders in het gebied komt leem voor. De hoogstgelegen gronden liggen in het zuidwesten van het gebied, ten westen van de Centrale Slenk (Figuur 14). De hier gelegen uitlopers van het Kempisch Plateau in België reiken tot ca. 40 m boven N.A.P. Een ander relatief hooggelegen gebied is de Peelhorst, waarvan de as ongeveer samenvalt met de Middenpeelweg (N277 tussen de dorpen De Rips en Zeeland).

In de Centrale Slenk, een gebied dat al miljoenen jaren daalt, liggen de vlakke beekdalen van de Aa, Dommel, Beerze en Reusel. Deze beeksystemen komen samen in Den Bosch, waar ze door een oude dekzandrug breken en ten noordwesten van de stad via de Dieze afwateren op de Maas (Berendsen, 1997). De belangrijkste steden in het gebied, Tilburg, Den Bosch, Eindhoven en Helmond, liggen in de Centrale Slenk. Deze stedenrij is verbonden door snelwegen, spoorlijnen, Wilhelminakanaal en Zuid-Willemsvaart.

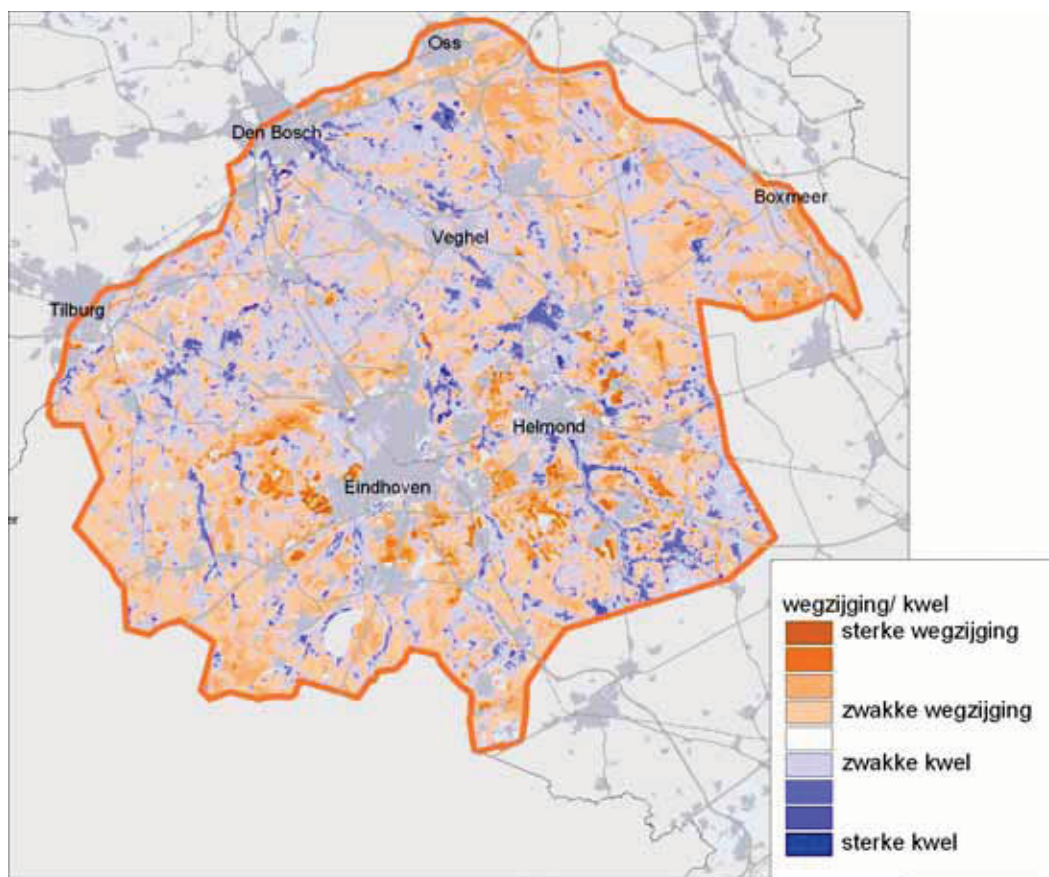


Figuur 14. Hoogteligging (m boven N.A.P.) van het casestudiegebied Oostelijk Noord-Brabant.

Het westelijk deel van het casestudiegebied ligt in het beheersgebied van Waterschap de Dommel, het oostelijke deel valt onder Waterschap Aa en Maas. Tabel 5 laat zien dat beide beheersgebieden op een aantal punten duidelijk van elkaar verschillen. Een belangrijk waterhuishoudkundig verschil tussen beide deelgebieden is dat in het stroomgebied van de Dommel waterinlaat vanuit de Maas niet of nauwelijks mogelijk is, terwijl dit in het stroomgebied van de Aa bestaande praktijk is. Vanuit Midden-Limburg (Zuid-Willemsvaart, Noordervaart, Defensiekanaal in de Peel) wordt hier in droge tijden Maaswater aangevoerd ten behoeve van de landbouw.

Wat betreft grondwatersystemen moet onderscheid worden gemaakt tussen een diep supraregionaal systeem, ondiepere regionale systemen en tenslotte kleinschalige lokale grondwatersystemen (J. van Bakel, pers. meded.). Op het supraregionale niveau vindt een grootschalige en zeer langzame grondwaterstroom plaats vanuit inzijsgebieden in België. Dit grondwater treedt vooral langs de Brabantse Naad in de Langstraat ten westen van Waalwijk uit. Dit systeem is voor de landbouw en natuur in het casestudiegebied niet relevant, maar wordt wel beïnvloed door diepe grondwaterwinningen in het gebied alsmede door bruinkoolwinningen in Duitsland.

De voor de landbouw en natuur belangrijke regionale grondwatersystemen liggen minder diep. Op de Peelhorst ten oosten van Uden bevindt zich een groot inzijsgebied (Figuur 15). Doordat de Peelrandbreuk ter plaatse vrij sterk ondoorlatend is, komen hier zgn. wijstgronden voor. De hoger gelegen gronden op de Peelhorst zijn nat, de lager gelegen aangrenzende gronden in de Centrale Slenk juist droog, doordat grondwater hier niet kan uittreden. Elders langs de Peelrandbreuk speelt dit fenomeen in mindere mate. Hierdoor is er nauwelijks tot geen hydrologische uitwisseling tussen de Peelhorst en de beeksystemen van Aa en Dommel in de Centrale Slenk. Langs de westelijke grens van de Centrale Slenk is wel sprake van regionale kwel richting beeksystemen in de slenk (J. van Bakel, pers. meded.). Belangrijke kwelgebieden vinden we in de beekdalen, maar ook in een groot gebied tussen Tilburg, Den Bosch en Eindhoven (Oisterwijkse Vennen, Campina). Toch vinden we ook in dit gebied lokale inzijsing vanuit hogere delen in het terrein (Figuur 15).



Figuur 15. Kwel-wegzijgingskaart van het casestudiegebied Oostelijk Noord-Brabant.

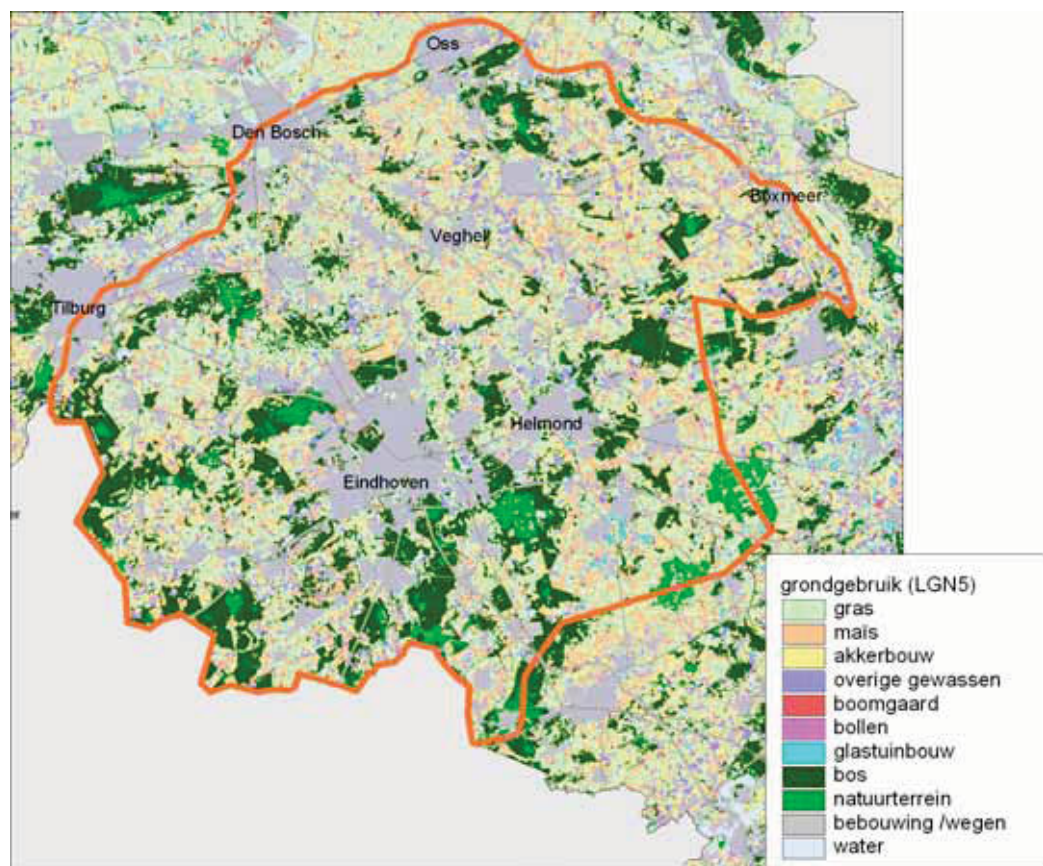
Het meest kleinschalig en ondiep zijn de lokale grondwatersystemen. Ook deze kunnen van belang zijn voor natuur en landbouw. Regenwater dat op een lokale hoogte inziigt, kwelt aan de onderkant van steilranden of in lagere delen van het terrein weer op. De samenstelling van dit kwelwater benadert in natuurgebieden regenwaterkwaliteit, terwijl het in landbouwgebieden sterk beïnvloed is door bemesting.

Tabel 5. Tweedeling van het casestudiegebied Oostelijk Noord-Brabant in deelstroomgebieden en karakteristieken van landbouw en natuur.

	Noordoost	Zuidwest
Waterschap	Aa en Maas	Dommel
Landbouw en natuur	Landbouw dominerend	L&N meer verweven
Landbouw	Grootschaliger, intensiever, meer intensieve veehouderij	Multifunctioneler, gemengde kleinere bedrijven
Natuur	Arme bossen, Peelvenen	Arme bossen, beekdalen, natte en droge heide
Landschap	Grootschaliger	Kleinschaliger
Beekdalen	Meer gekanaliseerd, afgestemd op landbouw	Meer natuurlijk verloop

Landbouw

Het totale landbouwareaal bedraagt in dit gebied 1.333.056 ha (51% van het oppervlak van het casestudiegebied). Het grondgebruik, inclusief bos, natuur en bebouwing zijn weergegeven in Figuur 16. De verschillende vormen van grondgebruik door landbouw zijn redelijk gelijkmatig over het gebied verdeeld. Onder Helmond bevindt zich een glastuinbouwgebied. In Tabel 6 staat een overzicht van de belangrijkste hoofdgewassen, die 83% van het totale landbouwareaal in dit gebied uitmaken.



Figuur 16. Grondgebruik in casestudiegebied Oostelijk Noord-Brabant.

Tabel 6. Grondgebruik in casestudiegebied Oostelijk Noord-Brabant, uitgedrukt in economische waarde (nge/ha) en oppervlak (ha).

Gewasnaam	Nge/ha	Rangnr. (ha)	Oppervlak (ha)	Rangnr. (nge)	Nge totaal
Snijmaïs	0,80	1	33.921	2	27.137
Tijdelijk grasland	0,90	2	33.876	1	30.489
Blijvend grasland	0,90	3	21.324	4	19.192
Korrelmaïs	0,75	4	6.785	14	5.089
Consump.aardap.: zand/veen	1,44	5	6.419	7	9.262
Suikerbieten	1,76	6	4.329	8	7.637
Corn cob mix	0,80	7	3.017	21	2.413
Sierconiferen	27,36	12	923	3	25.254
Sierheesters en klimplanten	63,71	38	183	5	11.628

In dit gebied nemen snijmaïs en grasland ongeveer een even groot gebied in beslag. Deze gewassen beslaan het grootste oppervlak. De melkveehouderijbedrijven (grasland) hebben de hoogste omzet. Deze zijn ofwel sterk gespecialiseerd (445 bedrijven) of hebben overige graasdieren (237 bedrijven). De overige gewastypen omvatten gespecialiseerde hakvruchtenbedrijven (154 bedrijven), overige hakvruchten (108 bedrijven), glasbloemen (475 bedrijven) en overige bloemen (248 bedrijven). Sierconiferen leveren eveneens redelijk grote inkomsten (rangnummer 3). Uit de getallen kan worden berekend dat in dit gebied de gemiddelde inkomsten € 1,04 per hectare bedragen.

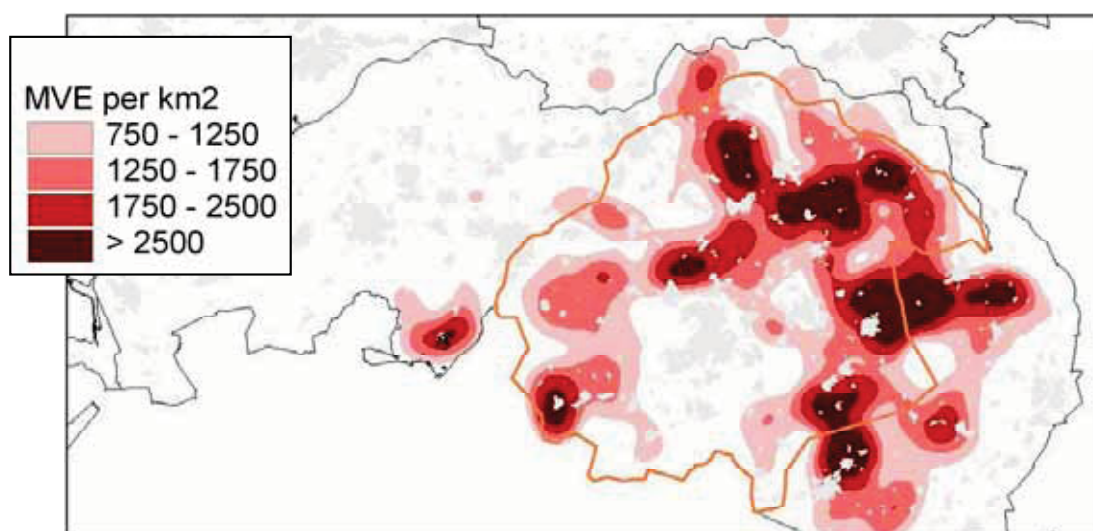
Intensieve veehouderijsystemen

De intensieve veehouderij neemt in dit casestudiegebied een belangrijke plaats in en strekt zich over het hele gebied uit. De grootste bedrijven bevinden zich echter in het oostelijk deel van het gebied. De aantallen van de verschillende categorieën hokdieren zijn weergegeven in Tabel 7. In 2007 bedroegen de inkomsten in deze sector hokdieren 241.991 nge.

Tabel 7. Aantallen van verschillende categorieën hokdieren in casestudiegebied Oostelijk Noord-Brabant (getallen van 2007).

Categorie	Aantal dieren
Kippen	18.911.224
Varkens	4.054.315
Overig pluimvee (kalkoenen en eenden)	332.070
Edelpelsdieren	379.697
Konijnen	137.263

De locatie van de intensieve veehouderijbedrijven in geheel Noord-Brabant is in Figuur 17 weergegeven.



Figuur 17. Locaties van de intensieve veehouderij in Noord-Brabant.

Natuur

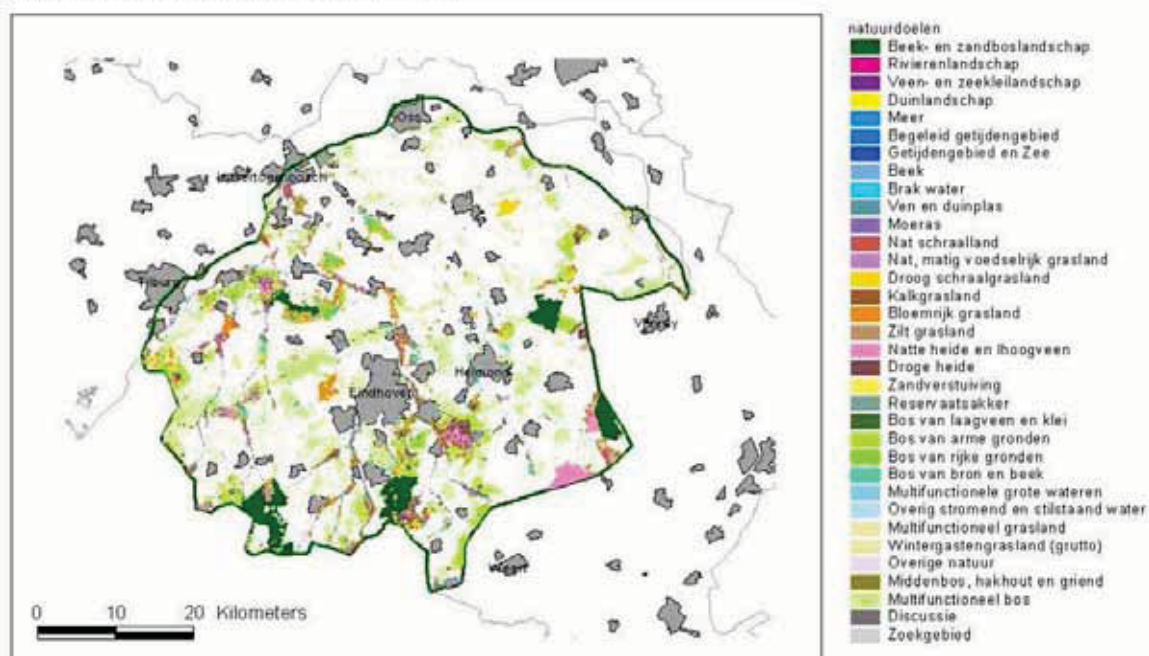
In totaal heeft zo'n 26% van de oppervlakte van het casestudiegebied Oostelijk Noord-Brabant een natuurdoel. De natuurdoelen in het casestudiegebied zijn zeer divers (Figuur 18 en Tabel 8).

Multifunctionele bossen en bossen van arme gronden vormen veruit het grootste oppervlakte. Deze liggen in grote en kleine boscomplexen. Beek- en zandboslandschap vormt ook een belangrijk aandeel.

Enkele grotere heide en hoogveengebieden vormen een belangrijke natuurwaarde in dit gebied.

In het zuidelijke deel van casestudiegebied ligt een aantal gebieden dat is aangewezen als Vogel- of Habitat-richtlijngebied, bijvoorbeeld Kempenland, Kampina en Oisterwijk, Deurnse Peel en Groote Peel. Vrijwel alle grotere heide gebieden vallen binnen de grenzen van de VHR-gebieden. Daarnaast bestaan de VHR-gebieden uit bossen en beek- en zandboslandschap. Bloemrijk grasland en nat schraalland vinden we in smalle zones in beekdalen. Deze liggen vooral in het centrale en westelijke deel van het casestudiegebied en lopen veelal in zuidnoordelijke richting. Voorbeelden zijn de dalen van de Dommel en de Kleine Dommel, de Beerze en de Reusel. Tabel 8 geeft een overzicht van de oppervlakten die de verschillende natuurdoelen innemen.

Natuurdoelen in Noord-Brabant



Figuur 18. Casestudiegebied Oostelijk Noord-Brabant met de ligging van de EHS (2018) en de bijbehorende natuurdoelen.

Tabel 8. *Overzicht van de oppervlakte van verschillende natuurdoelen in het casestudiegebied Oostelijk Noord-Brabant.*

Natuurdoel	Hectares
Multifunctioneel bos	25.194
Bos van arme gronden	9.313
Beek- en zandboslandschap	6.927
Bloemrijk grasland	5.669
Nat schraalland	3.962
Natte heide en hoogveen	3.194
Droge heide	2.748
Bos van rijke gronden	2.138
Moeras	1.922
Bos van laagveen en klei	1.479
Overig stromend en stilstaand water	1.375
Bos van bron en beek	1.168
Overige natuur	941
Ven- en duinplas	874
Droog schraalgrasland	639
Beek	343
Reservaatakker	213
Zandverstuiving	47
Nat matig voedselrijk grasland	17
Multifunctioneel grasland	9
Middenbos, hakhout en griend	3

Bos

Dit gebied is voor Nederlandse begrippen dicht bebost. Van de 259.832 ha is 20% bebost (51.819 ha). Dit bos is verspreid over het gehele gebied aanwezig. Binnen het gebied liggen 494 steekproefcirkels van het Meetnet FunctieVervulling. Het jaar van aanleg van het bos in de cirkels is gemiddeld 1951. Het overgrote deel van de steekproefcirkels ligt op zandgrond. Deze cirkels liggen veelal in aangeplant bos met coniferen als grove den (*Pinus sylvestris*), douglas (*Pseudotsuga menziesii*) en Japanse lariks (*Larix kaempferi*). Daarnaast zijn de loofboomsoorten zomereik (*Quercus robur*), ruwe berk (*Betula pendula*) en beuk (*Fagus sylvatica*) veel aanwezig. Grove den is in 2002 van de cirkels hoofdboomsoort en is daarmee verreweg de meest voorkomende hoofdboomsoort in dit gebied.

Groenblauwe dooradering

Het agrarisch landschap in het zuidwestelijk deel van het casestudiegebied is kleinschalig en afwisselend. Kleine bosjes, houtwallen en bomenrijen vormen belangrijke landschapselementen (Geertsema *et al.*, 2002). Deze elementen zijn belangrijk voor veel soorten als leefgebieden dan wel als corridors of stapstenen om van het ene leefgebied naar het andere te trekken.

Het noordoostelijk deel is grootschaliger met minder groenblauwe dooradering, hoewel ook hier kleine bosjes, houtwallen en bomenrijen voorkomen.

Deelgebieden Oostelijk Noord-Brabant

Binnen het casestudiegebied Oostelijk Noord-Brabant hebben we deelgebieden onderscheiden. In dit casestudiegebied is een sterke verwevenheid tussen landbouw en natuur. Hier is echter duidelijk onderscheid te maken tussen de twee verschillende deelstroomgebieden, de Dommel (zuidwest) en de Aa (noordoost). In het deelstroomgebied van de Aa is de landbouw vrij grootschalig en intensief. In het deelstroomgebied van de Dommel ligt naar verhouding meer natuur en is de landbouw meer multifunctioneel van aard. Wat betreft natuur kan verder onderscheid gemaakt worden tussen de hoger gelegen zandgronden in het zuidwesten en noordoosten (Peelhorst) en het laaggelegen deel van de Centrale Slenk (doorsneden door Aa en Zuid-Willemsvaart, tussen Helmond en Den Bosch). Daarbij zijn de hoger gelegen gronden (overwegend inrijgebieden) gevoeliger voor droogte (Figuur 32) en bevatten ze veelal natuur die rijk is aan koudeminnende soorten (Figuur 35).

III. Storylines

Dit project gaat uit van de te verwachten ontwikkelingen tot 2040 in de drie casestudiegebieden. Op basis van bestaande scenario's komen we tot toekomstverwachtingen (storylines) voor de drie gebieden. Voor een deel zijn de storylines hetzelfde voor de drie gebieden, voor een deel verschillen ze tussen de regio's. De gebruikte scenario's zijn:

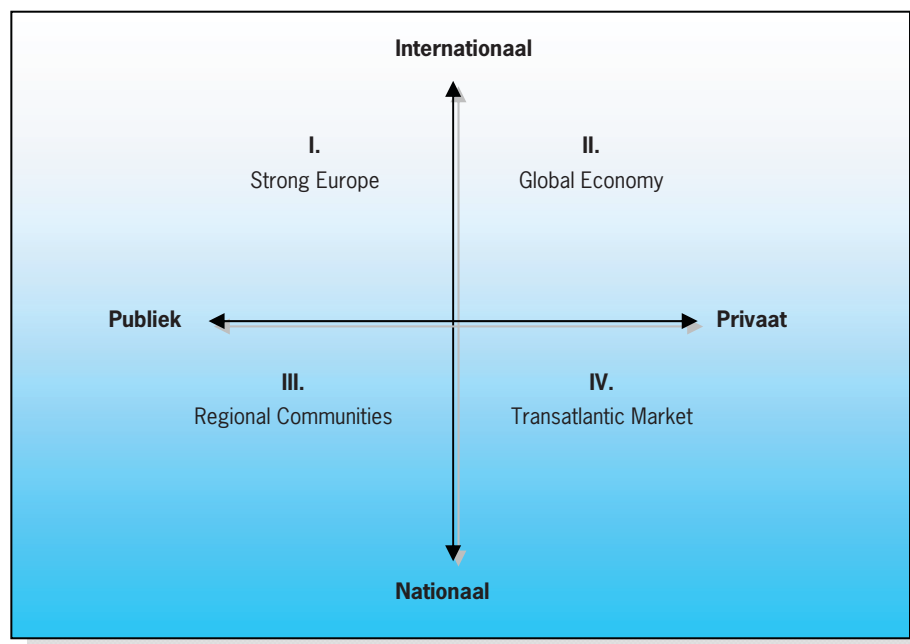
- scenario's die beschreven zijn in het onderzoek Welvaart en Leefomgeving (WLO; Janssen *et al.*, 2006);
- klimaatscenario's voor Nederland van het KNMI (Van den Hurk *et al.*, 2006);
- ruimtelijke vertaling van scenario's in het LANDS-project waarin van bovenstaande scenario's gebruik wordt gemaakt.

Economische en demografische scenario's (WLO)

Belangrijke drivers voor de toekomstige ruimtelijk-economische ontwikkelingen zijn tegelijkertijd ook bronnen van onzekerheid:

- Hoe zal de internationale samenwerking zich ontwikkelen ten opzichte van een behoud van soevereiniteit en identiteit van de individuele staten?
- Hoe wordt de balans tussen private en publieke verantwoordelijkheden bij collectieve voorzieningen?

Deze twee onzekerheden leiden tot vier scenario's, die algemeen gebruikt worden bij toepassing van toekomst-scenario's (zie Figuur 19).



Figuur 19. Toekomstscenario's in het krachtspel tussen Nationaal-Internationaal en Publiek-Privaat (Janssen *et al.*, 2006).

De twee meest extreme scenario's zijn:

- De 'Global Economy' (GE)
Hierin spelen private verantwoordelijkheden (marktpartijen) een grotere rol dan de publieke en zijn er vooral op handelsgebied sterke internationale banden. Milieuproblemen worden niet grensoverschrijdend aangepakt. Samen met de sterke economische groei leidt dit tot forse CO₂-uitstoot en milieuvervuiling.
- De 'Regional Communities' (RC)
In dit scenario werken landen weinig samen, is de internationale handel verbrokken, en worden milieuproblemen niet grensoverschrijdend aangepakt maar per land individueel opgepakt. Collectieve regelingen blijven zoals ze waren en de nadruk ligt op gelijke inkomens. Eén en ander leidt tot geringe economische groei, waardoor CO₂-uitstoot en milieuproblemen beperkt blijven. Op deze twee scenario's zullen we in dit hoofdstuk verder inzoomen.

In het WLO-rapport worden deze scenario's en de verwachte gevolgen voor Nederland beschreven. De gevolgen van de scenario's zijn niet overal in Nederland gelijk. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de Randstad, een Overgangszone en Overig Nederland. De provincies waar onze casestudiegebieden liggen, vallen in verschillende delen: Kop van Noord-Holland in de Randstad, Oostelijk Noord-Brabant in de Overgangszone, en Zuidwest-Friesland/ Noordwest-Overijssel in Overig Nederland.

In het GE-scenario zien we een sterkere groei van de bevolking met bijbehorende vraag naar woningen dan in het RC-scenario. Deze groei is het sterkst in de Overgangszone.

De hoeveelheid landbouwgrond zal in 2040 nog zo'n 85-90% van het huidige areaal bedragen. De grootste economische groei van de landbouwsector is te verwachten in het GE-scenario, met name in de glastuinbouw en ook in de melkveehouderij. Akkerbouw en intensieve veehouderij groeien nauwelijks of krimpen juist, dat laatste vooral in het RC-scenario. In de Randstad en rond stedelijke gebieden in de Overgangszone is de krimp van het areaal landbouwgrond het sterkst. Dat betekent dus een krimp in de casestudiegebieden in Noord-Holland en Noord-Brabant.

In de WLO-scenario's worden verwachtingen voor natuur en recreatieterreinen samengenomen. Met de groei van de bevolking en de welvaart nemen zowel de vraag naar natuur en recreatie als ook de ruimtedruk toe. Dit zijn veelal publieke goederen, dus de overheid speelt een belangrijke rol in wijze waarop de balans tussen vraag en ruimtedruk uitpakt.

Ten aanzien van de ontwikkelingen van de EHS zijn er weinig verschillen tussen verschillende scenario's. Het RC-scenario gaat uit van een grotere rol voor de overheid en gaat er van uit dat 25.000 ha extra natuur wordt ontwikkeld. Maar dit betreft vooral een versterking van Nationale Landschappen met een besloten karakter, mogelijk in het Groene Woud in Noord-Brabant. In de Randstad en de Overgangszone komt er relatief meer privaat groen (sport en golfterrein) en publiek groen (groen in en om de stad) in het GE-scenario. In het RC-scenario zit de toename vooral in de EHS en in de Randstad ook in publiek groen (groen in en om de stad). Het recreatiegroen neemt het sterkst toe in de Overgangszone en Overig Nederland, vooral in het RC-scenario en minder in het GE-scenario.

De gevolgen voor de biodiversiteit zijn gekoppeld aan ruimtelijke samenhang en milieukwaliteit. Hierbij lopen de gevolgen van de GE- en RC-scenario's sterk uiteen. Zo werkt het GE-scenario nadelig en het RC-scenario juist positief uit op zowel grote natuurgebieden zoals de Veluwe, de Peel, het Fochteloërveen als kleine natuurgebieden en besloten nationale landschappen. De biodiversiteit in het zoete oppervlaktewater, zoals meren, beken en moerassen gaan er in beide scenario's op vooruit, maar in het RC-scenario sterker dan in het GE-scenario. Biodiversiteit in het landelijke gebied gaat er echter in beide op achteruit, maar in GE sterker dan in RC. Over het algemeen tekent zich voor de biodiversiteit dus een negatief beeld af voor het GE-scenario, maar een positief beeld voor het RC-scenario.

Klimaatscenario's (KNMI)

Parallel aan de WLO-scenario's zijn door het KNMI klimaatscenario's ontwikkeld. Deze hangen met de economische en demografische scenario's samen, omdat ze afhankelijk zijn van de mate van economische groei. De klimaatscenario's onderscheiden zich weer van de andere doordat ze rekening houden met het al dan niet optreden van veranderingen in luchtcirculaties.

Zoals al aangegeven, valt te verwachten dat bij een sterke economische groei (GE-scenario) de CO₂-concentratie fors zal toenemen. Klimatologisch leidt dit tot warmere ('W') scenario's. Bij een geringe economische groei (RC) wordt uitgegaan van een iets lagere concentratie, wat leidt tot een gematigde temperatuurstijging ('G' scenario's).

Dus 'W' is grofweg te plaatsen in kwadrant II van Figuur 19, terwijl 'G' in kwadrant III kan worden geplaatst. Verandering in luchtcirculatie (aangegeven door toevoeging van een '+' bij de scenario's) leidt zowel in het W- als het G-scenario tot zachtere, nattere winters en drogere, hetere zomers. In Tabel 9 zijn per scenario de consequenties voor veranderingen in het weerpatroon aangegeven.

Tabel 9. KNMI'06 klimaatscenario's in Nederland voor 2050 relatief ten opzichte van 1990 (bron: Van den Hurk et al., 2006).

	G	G+	W	W+
Wereldwijde temperatuurverandering	+1	+1	+2	+2
Verandering in luchtcirculatiepatronen	nee	ja	nee	ja
Absolute zeepiegelstijging	15-25 cm	15-25 cm	20-35	20-35
<i>Zomerwaarden (juni - aug)</i>				
Gemiddelde temperatuur (K)	+0,9	+1,4	+1,7	+2,8
Warmste dag per jaar (K)	+1,0	+1,9	+2,1	+3,8
Gemiddelde neerslag (%)	+2,8	-9,5	+5,5	-19,0
Frequentie natte dagen (%)	-1,6	-9,6	-3,3	-19,3
Neerslag op natte dagen (%)	+4,6	+0,1	+9,1	+0,3
Tienjaarlijks terugkerend niveau dagelijkse neerslag som (%)	+13	+5	+27	+10
Potentiële verdamping (%)	+3,4	+7,6	+6,8	+15,2
<i>Winterwaarden (dec - feb)</i>				
Gemiddelde temperatuur (K)	+0,9	+1,1	+1,8	+2,3
Warmste dag per jaar (K)	+1,0	+1,5	+2,1	+2,9
Gemiddelde neerslag (%)	+3,6	+7,0	+7,3	+14,2
Frequentie natte dagen (%)	+0,1	+0,9	+0,2	+1,9
Neerslag op natte dagen (%)	+3,6	+6,0	+7,1	+12,1
Tienjaarlijks terugkerend niveau dagelijkse neerslag som (%)	+4	+6	+8	+12
Jaarlijks maximum van daggemiddelde windsnelheid (%)	0	+2	-1	+4

Het huidige klimaat vertoont regionale verschillen, maar in hoeverre de gevolgen van klimaatverandering in Nederland verschillend uitpakken tussen regio's is niet geheel duidelijk. Wel valt het op dat de laatste jaren het neerslagoverschot in de kustzone toeneemt in de (late) zomer (Kattenberg, 2008). Het warme Noordzeewater blijkt 's zomers de neerslag aan de kust te kunnen versterken. Hierdoor neemt de kans op wateroverlast in de kustzone onder invloed van klimaatverandering in de late zomer toe. Dit zal naar verwachting ook optreden in de Kop van Noord-Holland.

LANDS

In het LANDS-project zijn de KNMI- en WLO-scenario's aan elkaar gekoppeld (Riedijk *et al.*, 2007) en vertaald naar veranderingen in de ruimte vraag. Voor het G-scenario (en daarmee het RC-scenario) en het W-scenario (en daarmee het GE-scenario) scenario zijn ruimtelijke uitwerkingen gemaakt. Veranderingen in luchtcirculatie zijn echter niet meegenomen in de ruimtelijke uitwerkingen.

Naast veranderingen in de rol van de markt en internationale samenwerking in de economische en demografische scenario's is in de ruimtelijke uitwerking in de G- en W-scenario's een aantal opvallende ruimtelijke ontwikkelingen te onderscheiden (Tabel 10). Daarbij is uitgegaan van veranderingen in 2040 ten opzichte van de autonome ontwikkeling tot 2015.

Grondwater in de G- en W-scenario's

Hogere temperaturen, toename in neerslag, het vaker optreden van droogteperiodes en toename van perioden met extreme neerslag hebben effect op de hoeveelheid beschikbaar water. Dit laatste is een belangrijke randvoorwaarde voor landbouw en natuur. Met verschillende grondwatermodellen zijn de verwachte veranderingen in waterbeschikbaarheid in Nederland bij de vier klimaatscenario's van het KNMI doorgerekend (Van der Gaast & Massop, in voorb.). De inzichten die hiermee zijn ontwikkeld, zijn in de risicoanalyse van Hoofdstuk IV meegewogen.

Tabel 10. Veranderingen in de drie casestudiegebieden in twee scenario's (G-gematigd en W-warm) in 2040 ten opzichte van de autonome ontwikkeling in 2015.

		Kop van Noord-Holland	Friesland-Overijssel	Oostelijk Noord-Brabant
Bebouwing	G	lichte groei	lichte groei	lichte groei
	W	zeer sterke groei	lichte groei	lichte - sterke groei
Recreatie	G	sterke toename in kustzone	geen opvallende veranderingen	geen opvallende veranderingen
	W	zeer sterke toename in kustzone	geen opvallende veranderingen	geen opvallende veranderingen
Natuur/bos	G	geen opvallende verandering	geen opvallende verandering	geen opvallende verandering
	W	geen opvallende verandering	geen opvallende verandering	geen opvallende verandering
Grondgebonden landbouw	G	toename grasland (vooral vlak achter de kust), afname bouwland	lichte afname akkerbouw	sterke afname akkerbouw
	W	ruimtelijke herverdeling bouwen grasland: grasland vlak achter kust en in zuidelijk deel gebied	lichte afname akkerbouw	afname akkerbouw
Kassen	G	lichte toename	geen duidelijke verandering	geen duidelijke verandering
	W	lichte afname	geen duidelijke verandering	geen duidelijke verandering
Intensieve veehouderij	G	geen duidelijke verandering	geen duidelijke verandering	geen duidelijke verandering
	W	geen duidelijke verandering	geen duidelijke verandering	sterke toename

Uit Tabel 10 kan worden geconcludeerd dat er op basis van de landelijke scenario's weinig veranderingen te verwachten zijn in het grondgebruik in de casestudiegebieden als gevolg van klimaatverandering ten opzichte van de autonome ontwikkeling. Ook zijn er weinig verschillen tussen de G en W scenario's. Echter, op basis van onze knelpuntenanalyse voor landbouw en natuur uit 2008 zijn er wel ruimtelijke veranderingen nodig door toepassing van adaptatiestrategieën. In dit rapport worden ruimtelijke knelpunten en adaptatiestrategieën op casestudiegebiedniveau verder uitgewerkt.

IV. Ruimtelijke knelpunten in de casestudiegebieden

Wateroverlast, droogte, hittestress en verzilting zijn belangrijke problemen voor landbouw en natuur. Voor landbouw is ook de toenemende opkomst van ziekten en plagen een probleem, terwijl voor natuur veranderingen in de soortensamenstelling door het verschijnen van warmteminnende en het verdwijnen van koudeminnende soorten te verwachten zijn (Blom *et al.*, 2008).

Niet alle knelpunten die bij landelijke analyse (Blom *et al.*, 2008) waren geïdentificeerd, spelen een rol wanneer wordt ingezoomd op de casestudiegebieden. Dit komt doordat de knelpunten in de landelijke analyse gedefinieerd zijn vanuit de potentiële gevoeligheid binnen de fysisch geografische regio's. Bij het inzoomen op casestudiegebieden hebben we rekening kunnen houden met de variatie in hoogteligging, de aanwezigheid van zout in de bodem en de waterhuishouding, die bepalend zijn voor het daadwerkelijke risico dat met de knelpunten samenhangt.

Binnen de casestudiegebieden hebben we deelgebieden onderscheiden. In de Kop van Noord-Holland worden deze deelgebieden gedomineerd door de landbouw en valt elk deelgebied samen met een heel karakteristiek landbouwgebruik (bollenstreek, typisch akkerbouwgebied, enz.). In Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel is een grotere verwevenheid tussen landbouw en natuur. Hier is echter bij de knelpuntenanalyse wel een duidelijk onderscheid te maken tussen de veengronden en zandgronden. In Oostelijk Noord-Brabant is een sterke verwevenheid tussen landbouw en natuur. Hier is echter duidelijk onderscheid te maken tussen de twee verschillende deelstroomgebieden, de Dommel (zuidwest) en de Aa (noordoost). In het deelstroomgebied van de Aa is de landbouw vrij groot-schalig en intensief. In het deelstroomgebied van de Dommel ligt naar verhouding meer natuur en is de landbouw meer multifunctioneel van aard.

Klimaatverandering heeft een belangrijke invloed op de waterbeschikbaarheid van gewassen en vegetaties. Voor landbouwgewassen is een reductie van 20% van de beschikbaarheid mogelijk (Van der Gaast & Massop, in voorb.). Deze reductie wordt in dit rapport meegenomen in de gevolgen van droogte voor natuur en landbouw.

Kop van Noord-Holland

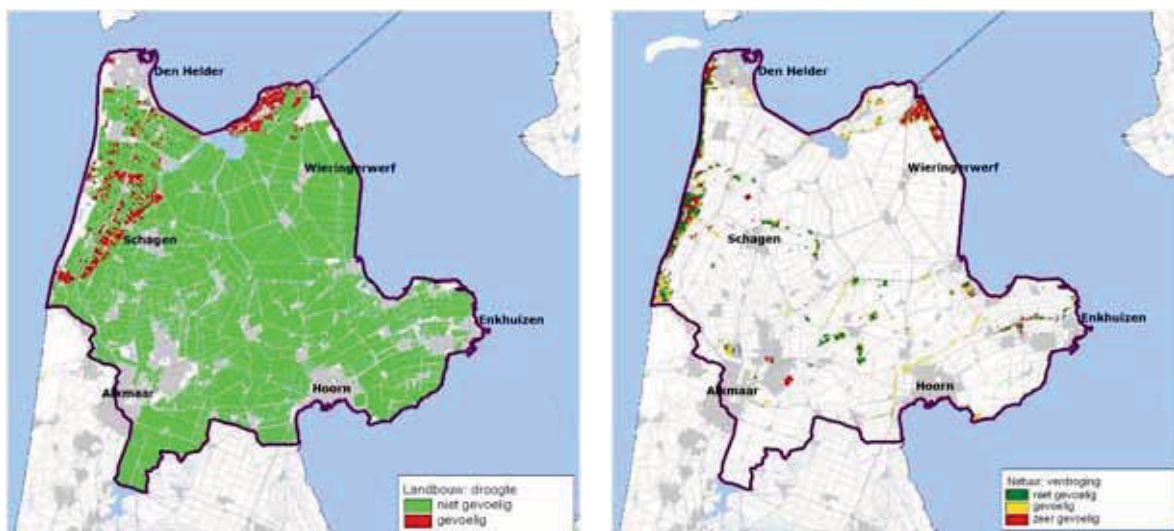
Algemeen

In dit gebied vormen meerdere knelpunten voor landbouw een probleem, zowel qua oppervlakte als economisch risico. Prominente oorzaken van risico's zijn bijvoorbeeld wateroverlast, toenemende kansen op ziekten en plagen en risico's door frequenter optreden van extreme weerssituaties. Natuur neemt qua oppervlakte een bescheiden plaats in in dit gebied. Belangrijke risico's zijn extreme droogte in het duingebied en verzilting in de polders. Het risico op wateroverlast en extreme weerssituaties is gerelateerd aan de hoogteligging van het gebied (zie Figuur 2, Hoofdstuk II).

Droogte

In Figuur 20 is aangegeven waar droogte een knelpunt wordt voor de landbouw. Dit vormt een knelpunt voor grasland op zandgronden. Tijdens langdurige droogte stopt de groei. Deze begint weer zodra het gewas weer water krijgt. Het resultaat van langdurige droogte is daardoor productieverlies.

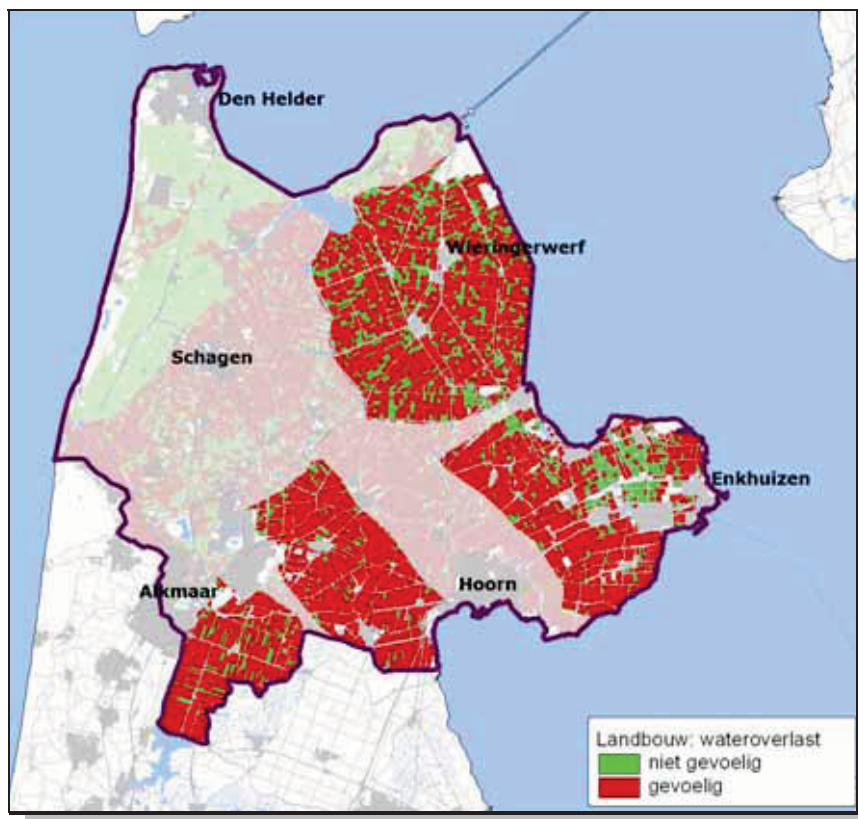
In Figuur 20 is ook aangegeven waar extreme droogte een risico vormt voor natuur. Vooral in het duingebied, bij Heerhugowaard, bij Enkhuizen, het Wieringermeer en in het deel van de Wieringermeerpolder dat grenst aan het IJsselmeer vormt droogte een risico. Extreme droogte lijkt geen groot knelpunt voor boomgroei in deze regio. Ook onder het W+ scenario lijkt er voor de aanwezige boomsoorten voldoende vocht beschikbaar voor een goede groei.



Figuur 20. Risico van droogte voor natuur en landbouw in het casestudiegebied Kop van Noord-Holland.

Wateroverlast

De landbouw kan schade ondervinden van wateroverlast als gevolg van langdurige regen, plensbuien of overstromingen. In Figuur 21 is aangegeven in welke gebieden (1-4) wateroverlast een risico zal vormen. Deze gebieden liggen een aantal meters onder N.A.P. In gebied 1 komen daardoor de akkerbouwgewassen in gevaar. Vooral voor consumptieaardappelen zal dit in het najaar een risico vormen voor verrotting van de knollen. Bij suikerbieten en gras kan het oogsten in het najaar worden bemoeilijkt door water op het veld.



Figuur 21. Wateroverlast landbouw, voor natuur geen risico.

In enkele gebieden zijn op geringe diepte (ca. 10 m) relatief geconcentreerde zoutlichamen aanwezig (zie Figuur 22). In droge tijden kan dit zout met het kwelwater in de wortelzone terecht komen. Dit wordt vooral een probleem in gebieden met een geringe slootdichtheid en daarmee een geringe capaciteit voor aanvoer van oppervlaktewater. In Figuur 23 zijn de risico's voor verzilting ruimtelijk verder uitgewerkt. De gevoeligheden van gewassen voor effecten van verzilting verschillen sterk per gewastype. In Tabel 11 staan voor verschillende gewassoorten drempelwaarden aangegeven waarboven schade in de vorm van ernstige groeireductie optreedt aan het gewas.

Tabel 11. Drempelwaarden voor zouttolerantie voor verschillende gewassen (Van Dam *et al.*, 2007).²

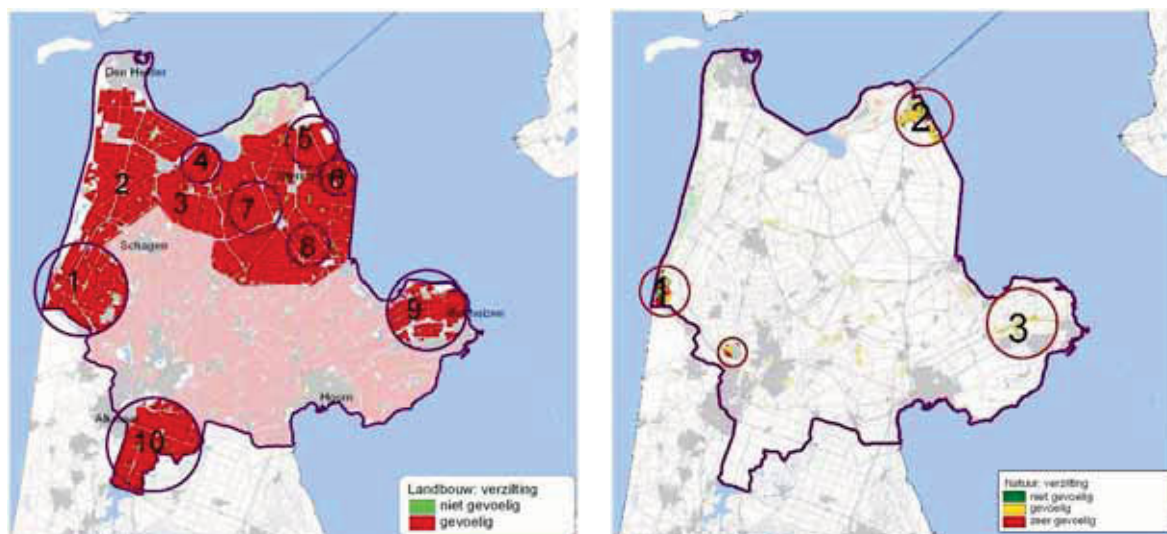
Gewastype	Mg Cl/l bodemvocht	Categorie gevoeligheid*	Opmerking
Bloembollen	43-210	S	
Zoete kers		S	
Winterpeen		S	
Poot- en plantui		S	
Zonnebloem		MT	Bron: Westerdijk <i>et al.</i> , 2003
Sierteelt	46-272	MT	
Lelie (broei)	196	MT	
Artisjok		MT	Bron: Westerdijk <i>et al.</i> , 2003
Zaaiui	378	S	
Was- en bospeen	378	S	
Glasgroenten	573-686	MT/T	
Tomaat	686	T	
Erwten	642	MS	
Pootaardappel	756	MS	
Consumptieaardappel		MS	
Witlof	815	MS	
Snijmaïs	815	MS	
Sierconiferen	1.214-2.124	MS/MT	
Druif	2.124	MT	
Gras	3.606	MT	
Wintertarwe	3.947	T	
Suikerbiet	4.831	MT	
Gerst	5.754	T	
Koolzaad	8.733	T	
Riet		T	Bron: Colmer & Flowers, 2008

* S= gevoelig; MS = matig gevoelig; MT = matig tolerant; T = tolerant.

Grasland is relatief ongevoelig voor verzilting. Ook voor melkvee is zilt gras niet direct een probleem, mits de dieren kunnen beschikken over voldoende zoet drinkwater. Bollen (gebieden 1 en 2 in Figuur 23) zijn heel gevoelig voor verzilting, vooral de tulp, één van de hoofdgewassen binnen de bollenteelt. Vooral boven de zoutkern (gebied 1 in Figuur 23) loopt deze teelt een groot risico. Akkerbouwgewassen zijn eveneens, afhankelijk van het gewastype, gevoelig voor zoutschade, vooral boven de zoutkernen (gebieden 4 t/m 8 in Figuur 23). Snijmaïs en aardappelen (gebied 3 in Figuur 23) zijn tamelijk gevoelig. Tarwe is daarentegen veel minder gevoelig, terwijl andere granen zelfs ongevoelig zijn. Suikerbieten zijn heel tolerant en kunnen zelfs de zoutconcentratie van zeewater (ca. 17 g/l NaCl)

² Nb. De gevoeligheids categorie waarin het gewas wordt ingedeeld, is niet in alle gevallen consequent gerelateerd aan de drempelwaarde die voor het gewas wordt opgegeven (zie bijvoorbeeld bij de tomaat). Ook worden er in de literatuur wel verschillen in mate van gevoeligheid opgegeven voor eenzelfde gewastype. In deze tabel is zoveel mogelijk van eenzelfde bron uitgegaan t.b.v. de eenduidigheid in interpretatie.

aan. De gebieden 9 en 10 boven de zoutkernen (zie Figuur 23) vormen een risico voor de vollegrondsgroenten. Vooral ui, erwten, bloemkool en kool zijn gevoelig.

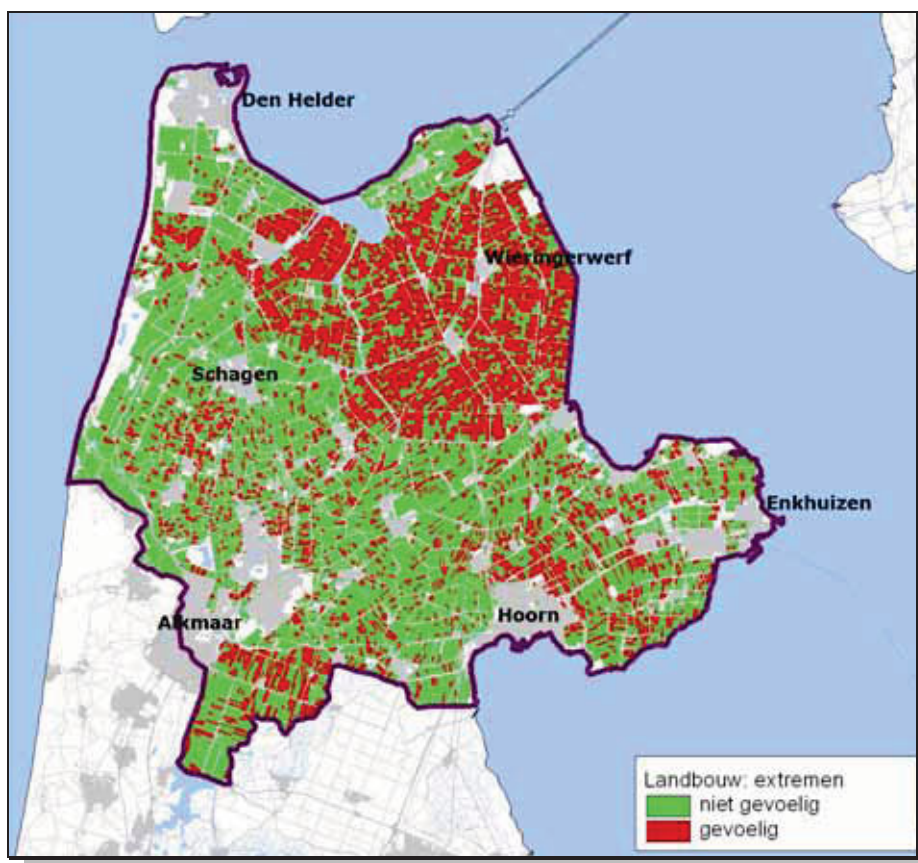


Figuur 23. Risico van verzilting voor landbouw en natuur (verklaring van nummers: zie tekst; ringgrootte correspondeert met de grootte van het deelgebied waar het probleem speelt).

Het risico van verzilting voor natuur is eveneens in Figuur 23 aangegeven. De gebieden 1-3 liggen boven de zoutkernen en zijn gevoelig voor verzilting. In het natuurgebied bij Enkhuizen (gebied 3) komen ganzen voor. Deze zijn niet gevoelig voor verzilting. De bestaande flora daarentegen mogelijk wel. De andere natuurgebieden liggen over het algemeen op dijken of in de duinen. Daar vormt verzilting geen risicofactor. In het licht van de sterke achteruitgang van zilte natuur sinds de deltawerken en het ontstaan van het IJsselmeer kan verzilting echter ook gezien worden als een kans voor nieuwe natuurwaarden (Paulissen & Schouwenberg, 2007), zoals de natuurdoeltypen brak stilstaand water en binnendijks zilt grasland (Bal, 2001).

Kortdurende weersextremen

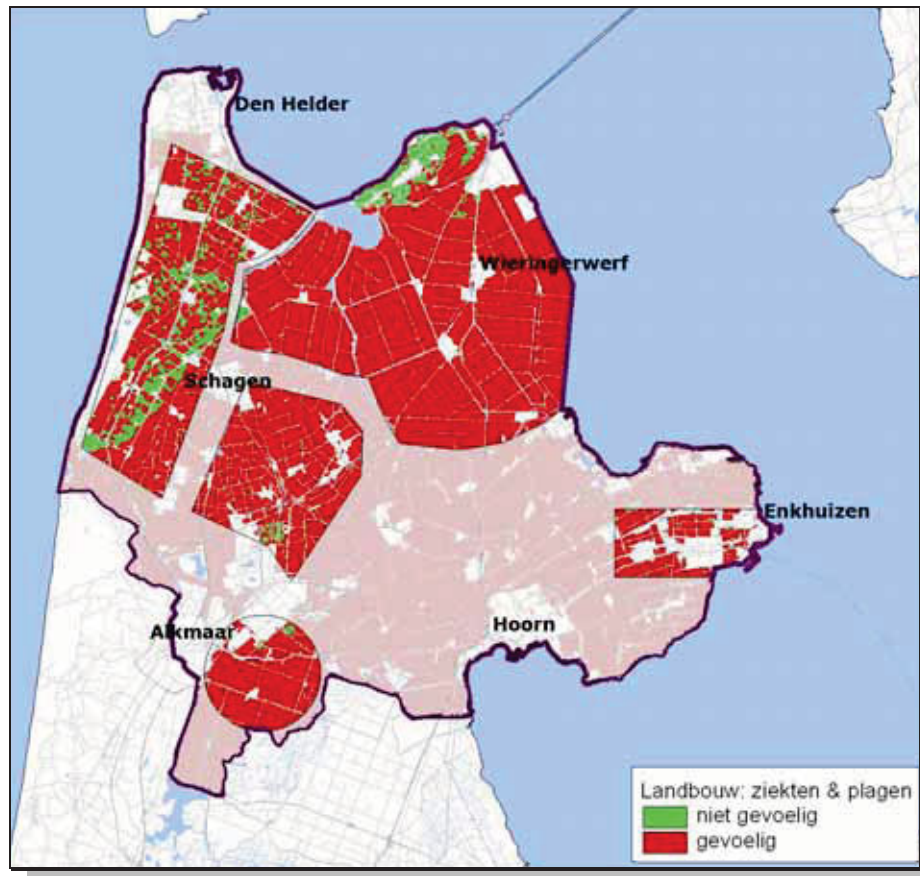
Voor landbouw vormen extreme weertypen, zoals hittegolven, zware wateroverlast, late vorst, enz. in dit gebied ook een knelpunt (zie Figuur 24), vooral bij aardappel (late vorst, hittegolven) en granen (hagel). Door vervroeging van de teelt van consumptieaardappel kan de plant in het voorjaar te maken krijgen met late vorst. De gevolgen voor het gewas zijn dan rampzalig doordat grote verliezen van plantmateriaal optreedt. Bij hittegolven met temperaturen $> 40^{\circ}\text{C}$ gedurende minimaal twee aaneengesloten dagen treedt afsterving op van de aardappelplant door hoge verdamping met verbranding als gevolg. Dit vormt een risico in de maanden juli - september. Zware regenval en hagel veroorzaken legering bij granen. Dit heeft productieverlies tot gevolg en bemoeilijkt het oogsten. Voor de regio betekent dit dat de akkerbouwbedrijven die met rotaties werken gevoelig zijn voor dit knelpunt.



Figuur 24. Risico van weersextremen voor de landbouw.

Ziekten en plagen

Deelgebieden waar ziekten en plagen een risico vormen zijn weergegeven in Figuur 25. Hoewel de ziektedruk in het algemeen zal toenemen door zachtere winters (ziektekiemen overleven beter), zal vooral voor de akkerbouwgewassen, vollegrondsgroenten en bollen de ziektedruk sterk toenemen ten gevolge van de vernatting. De glastuinbouw zal ook meer hinder ondervinden doordat ziekten makkelijker overleven en moeilijker bestreden kunnen worden bij toenemende luchtvochtigheid. Ook voor de veehouderij zijn er duidelijke aanwijzingen dat klimaatverandering leidt tot een toename in het optreden van dierziekten als blauwtong en Afrikaanse paardenpest (Mellor & Hamblin, 2004; Wilson & Mellor, 2008). Het is vooralsnog onduidelijk in hoeverre dit significante gevolgen heeft voor grazers die binnen het natuurbeheer worden ingezet.



Figuur 25. Ziekten en plagen, risico's voor landbouw.

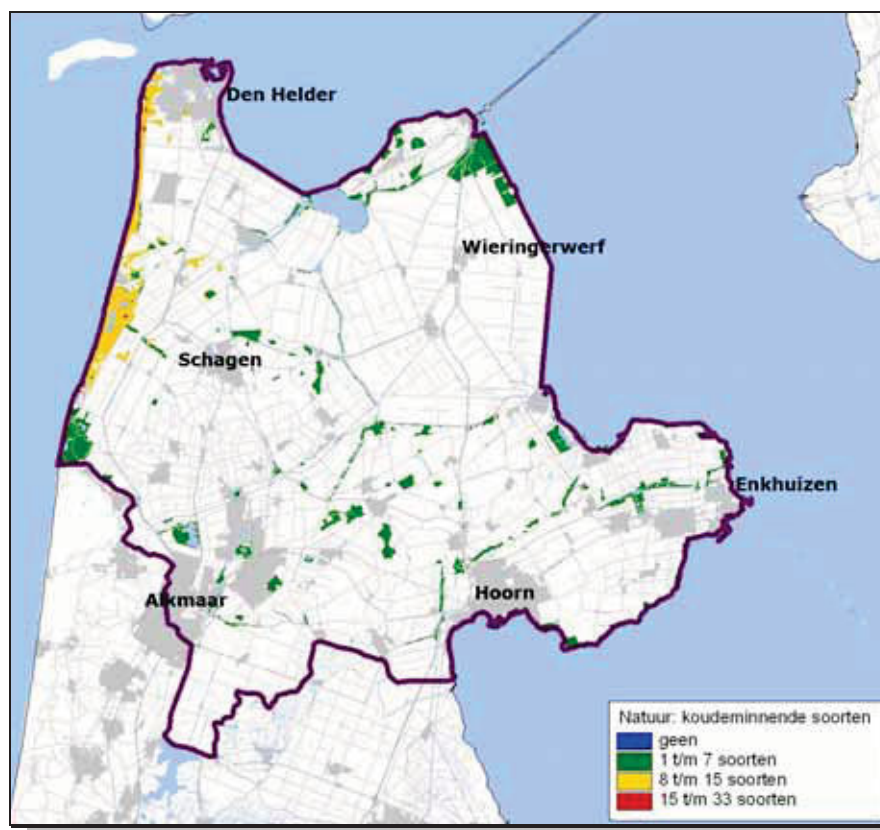
Voor de bosbouw kunnen insectenplagen een bedreiging vormen. Deze zullen naar verwachting toenemen bij klimaatverandering, maar door de vele interacties tussen insecten onderling en insecten en bomen is het niet eenvoudig aan te geven welke soorten in de toekomst een risico zullen vormen. Invasieve boomsoorten, die nu nog niet in Nederland aanwezig zijn, vormen mogelijk een groot risico. Klimaatverandering en internationale handel zouden de verspreiding van deze soorten kunnen stimuleren.

Risico van verandering klimaatzones voor doelsoorten

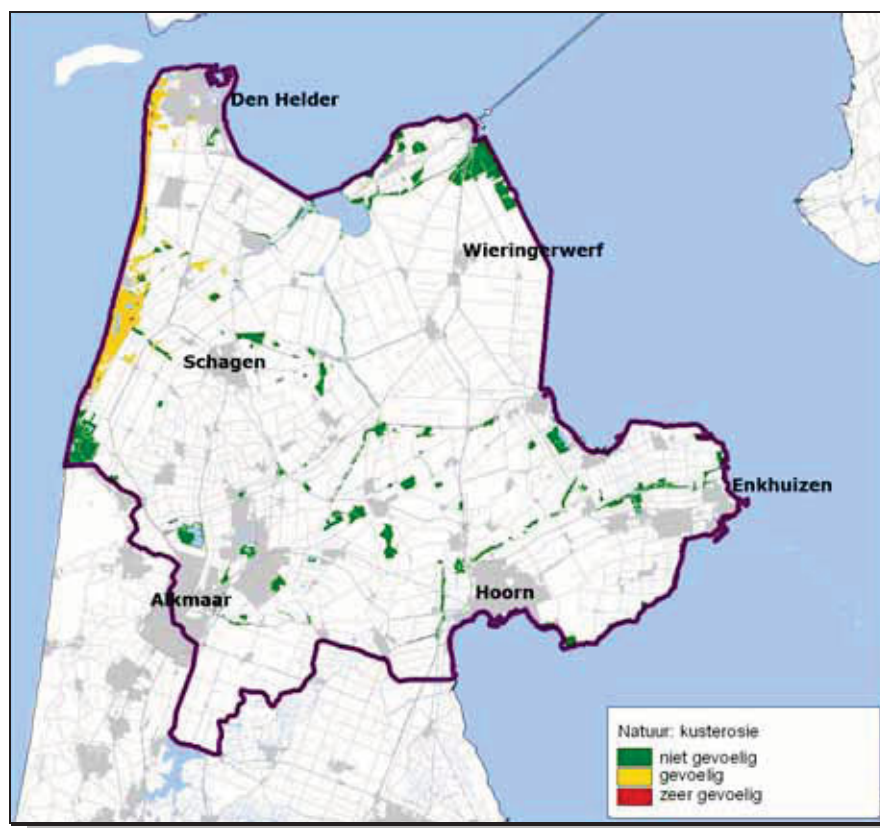
Deze factor speelt alleen bij natuur, niet bij landbouw. Natuurtypen die rijk zijn aan koudeminnende soorten zijn extra gevoelig voor klimaatverandering. Figuur 26 toont dat dergelijke natuurtypen vooral op de duinzandgronden liggen.

Kusterosie

Natuur is gevoelig voor kusterosie in het duingebied, waar afslag kan optreden (zie Figuur 27). De groene zone langs de Noordzeekust is beschermd door de Hondsbosschezeewering. We nemen aan dat deze ook in de toekomst hoog genoeg blijft om het achterland te beschermen tegen een stijgende zeespiegel.



Figuur 26. *Risico van verandering klimaatzones voor doelsoorten. Voor de blauwe natuur is er geen risico. Het risico neemt toe in de volgorde groen, geel, rood.*



Figuur 27. *Risico van kusterosie voor natuur.*

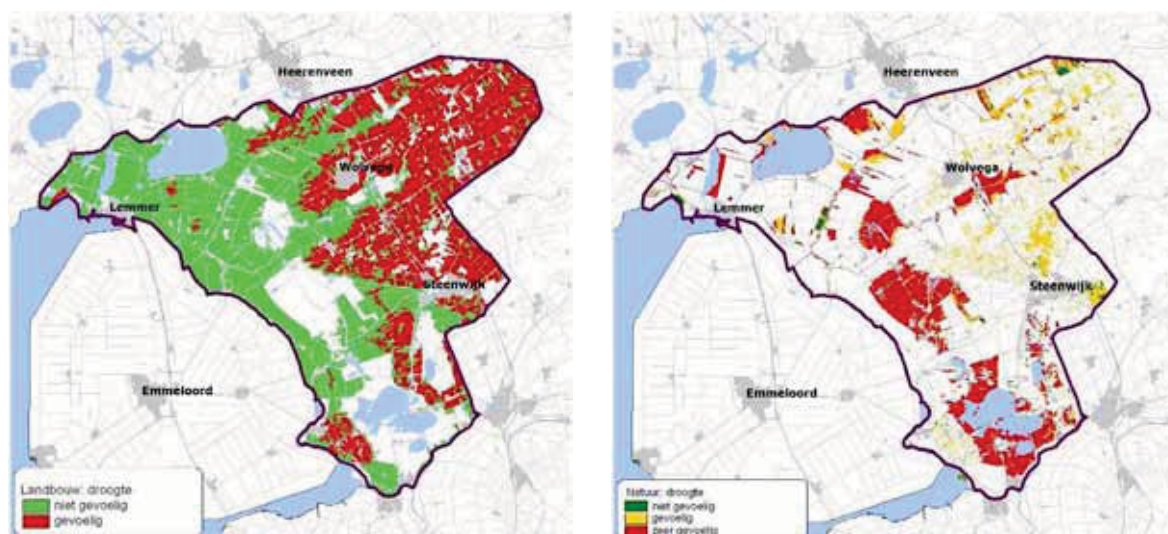
Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel

Algemeen

In dit gebied spelen vooral wateroverlast of langdurige regen en droogte een rol. Verzilting speelt in Noordwest-Overijssel en Zuid-Friesland nauwelijks. De Noordoostpolder (valt buiten ons casestudiegebied) is het laagste punt in de regio (lager dan het casestudiegebied en het IJsselmeer) en dus de plek met de hoogste kweldruk vanuit IJsselmeer en vanuit ons casestudiegebied. Het gevolg is dat in perioden van droogte het water wegzijgt richting de Noordoostpolder.

Droogte

Productiegraslanden op zandgronden lopen het risico om tijdens droogte een verlaagde opbrengst te hebben (Figuur 28). Door de mogelijkheid van aanvoer van extern water is dit risico op de laaggelegen veengronden veel kleiner, ondanks het feit dat tijdens droogte water wegzijgt richting de lager gelegen Noordoostpolder. Bij natuur zien we juist grote risico's bij natuurdoelen op de veengronden. Het betreft natte gebieden die gevoelig zijn voor perioden van droogte. De wegzijging van water vormt hier wel een probleem, vanwege de niet-optimale kwaliteit van gebiedsvreemd inlaatwater. De gebieden op de zandgronden zijn minder gevoelig. Niet omdat droogte daar minder vaak optreedt, maar omdat de hier voorkomende natuurtypen in het algemeen beter aan droogte aangepast zijn.



Figuur 28. Risico van droogte voor landbouw en natuur in het casestudiegebied Zuidwest-Friesland/Noordwest-Overijssel.

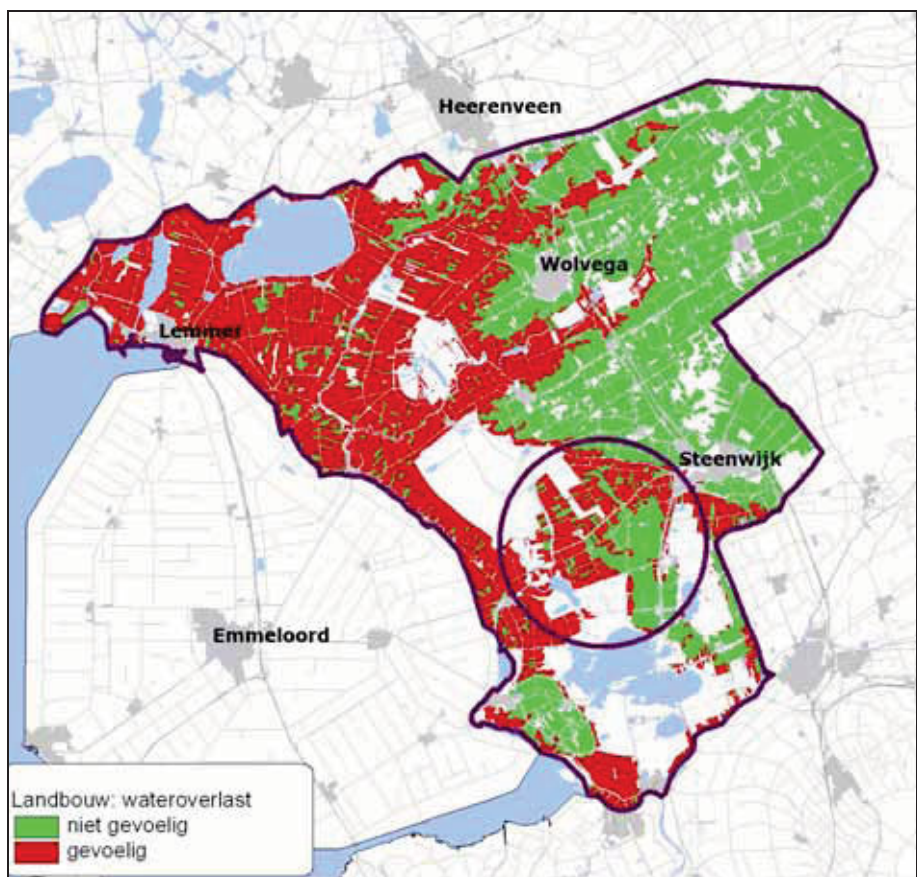
Voor bos is op basis van een hydrologische studie informatie beschikbaar voor de zandgronden in het oostelijke gedeelte van het casestudiegebied. Hier is vooral de inlandse eik een veel voorkomende boomsoort. Gegevens uit de studie duiden erop dat de groei van de bomen in dit deel van de regio slechts weinig zal afnemen als gevolg van watertekort onder het W⁺-scenario. Het is niet duidelijk hoe het bos in het westen van deze regio, waar els (*Alnus glutinosa*) hoofdboomsoort is, op droogte onder het W⁺-scenario zal reageren.

Wateroverlast

Wateroverlast kan voor landbouw op de veengronden een probleem vormen. Wanneer grasland onder water komt te staan is dat slecht voor de productie. Dat wordt veroorzaakt door versterkte algengroei. In Figuur 29 is het gebied door een cirkel aangegeven dat heel gevoelig is, dus ook het deel dat op de zandgrond ligt. Het gebied (Polders 'Wetering Oost', 'Gelderingen', 'Halfweg' en 'Giethoorn') is in zijn geheel laaggelegen (zie uitsnede hoogtekaart in Hoofdstuk II, Figuur 8) en loopt daarom een groot risico op wateroverlast voor de landbouw.

De natuur in dit casestudiegebied op de zandgronden is in de generieke analyse van Blom *et al.* (2008) aangemerkt als gevoelig voor wateroverlast. Echter, de zandgronden vormen de ruggen van de beekdalen en liggen enkele meters hoger dan de veengronden in het midden van de beekdalen. Het risico van schade door wateroverlast is gering op deze hoger gelegen gebieden. De kans op wateroverlast in de lager gelegen gebieden is groter, maar de natuurtypen die daar liggen zijn er niet gevoelig voor. Omdat het risico op schade door wateroverlast bij natuur klein is, is dit niet in een figuur opgenomen.

Ook voor de bosbouw zal vernatting geen knelpunt opleveren. Daarmee vormt wateroverlast alleen voor de landbouw een potentieel risico.



Figuur 29. *Risico van wateroverlast voor de landbouw (ringgrootte correspondeert met de grootte van het deelgebied waar het probleem speelt).*

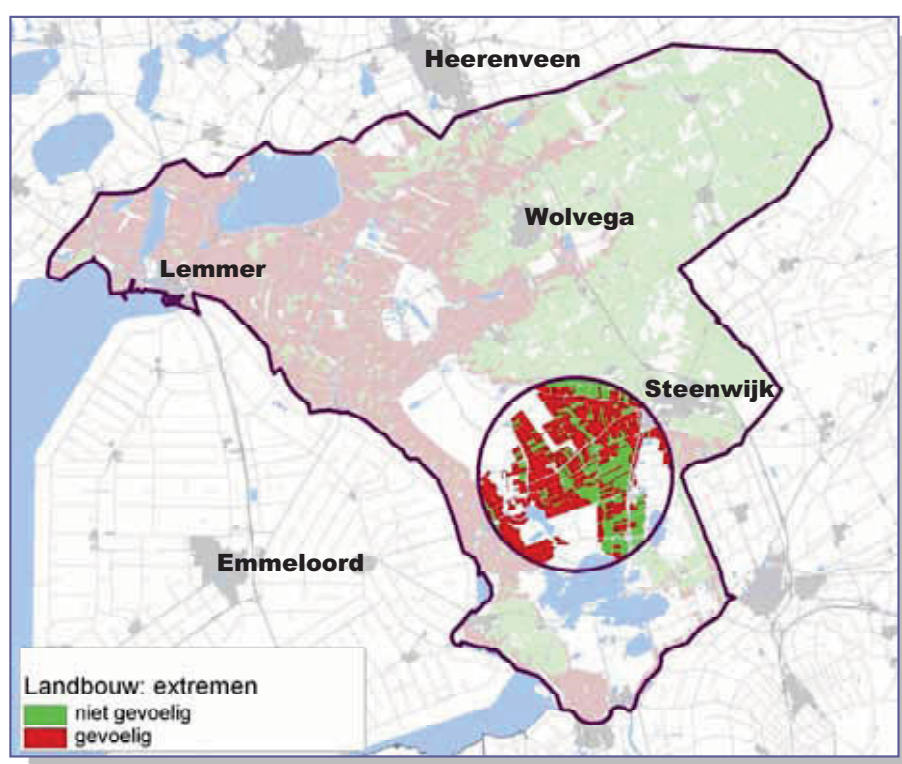
Verziltting

In de omgeving van Wolvega bevindt zich zout water in de ondiepe ondergrond. Hierdoor is er nu reeds enige zoutbelasting in dit gebied (Velstra, 2007). Naar verwachting kan een peilverhoging van het IJsselmeer zorgen voor een toename van de zoutbelasting, doordat de hele regio natter wordt. Versterkte bemaling kan dit effect nog laten toenemen. Doordat de Noordoostpolder veel lager ligt, is de verwachting dat de kweldruk daar het sterkst zal

toenemen en dat de toename in kweldruk (en daarmee verzilting) rond Wolvega beperkt zal blijven. Om die reden is het niet te verwachten dat in dit gebied extra risico's voor natuur of landbouw optreden door verzilting als gevolg van klimaatverandering.

Kortdurende weersextremen

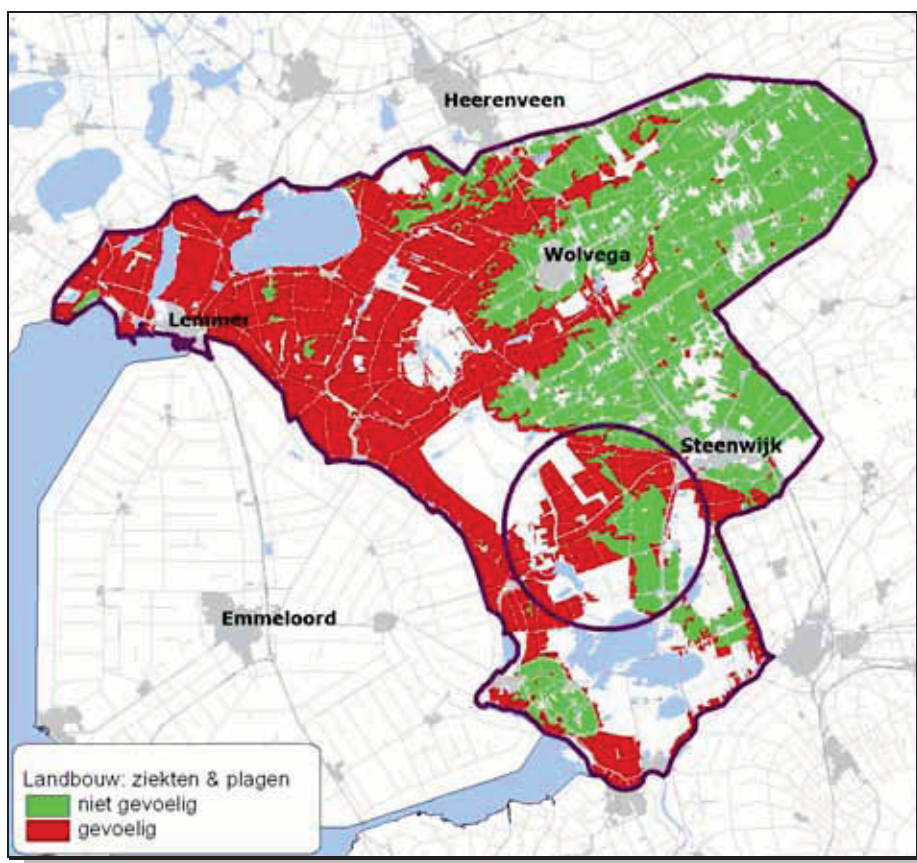
Kortdurende weersextremen, zoals hittegolven, slagschade door hagelbuien of andere neerslag, late vorst, enz. vormen alleen een risico voor de landbouw. Voor natuur wordt geen significante schade verwacht. De risico's voor landbouw worden veroorzaakt door het optreden van late vorst bij akkerbouw. Maïs en aardappelen zijn gevoelige gewassen. Deze worden alleen in de polders 'Wetering Oost', 'Gelderingen', 'Halfweg' en 'Giethoorn' gevonden. Dit gebied wordt in Figuur 30 uitgelicht. In de overige deelgebieden worden geen risico's verwacht voor de landbouw. In de vorige, generieke, analyse van Blom *et al.* (2008) zijn graslanden als gevoelig aangemerkt. Maar dit risico is gerelateerd aan een verhoogde kans op algengroei en komt uitsluitend bij langdurige wateroverlast aan de orde.



Figuur 30. *Risico van schade door weersextremen in de landbouw (ringgrootte correspondeert met de grootte van het deelgebied waar het probleem speelt).*

Ziekten en plagen

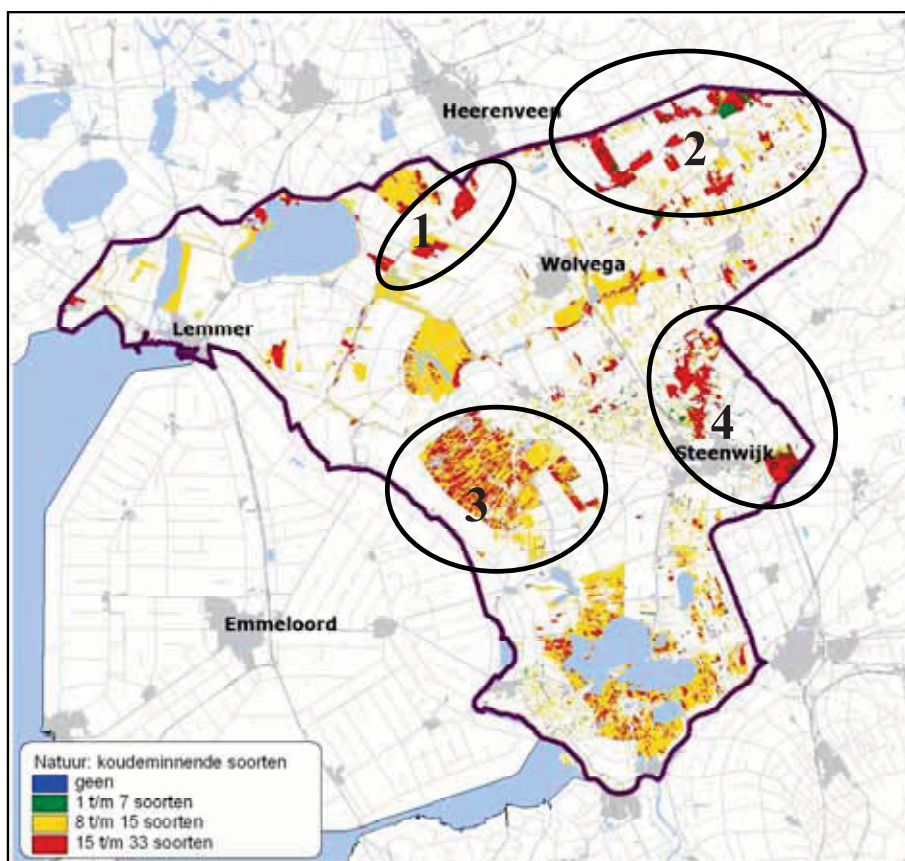
Het risico van schade door toenemende ziekten en plagen is alleen relevant voor de landbouw. In dit casestudiegebied speelt dit risico door een toenemende kans op schimmels bij akkerbouwgewassen, waaronder maïs. Tevens is maïs gevoelig voor de maïswortelboorder die kan toenemen tijdens natte perioden. Ook als gevolg van weers-extremen vormen ziekten en plagen een risico in de polders 'Wetering Oost', 'Gelderingen', 'Halfweg' en 'Giethoorn'. Dit gebied wordt in Figuur 31 uitgelicht. Alle rode gebieden zijn gevoelig. Binnen de cirkel zijn alle landbouwgebieden gevoelig, dus ook de groene. In overige deelgebieden worden geen risico's verwacht voor de landbouw. Ook graslanden op veengrond worden als gevoelig aangemerkt. Dit risico heeft te maken met een toename van aaltjes en engerlingen onder invloed van vocht. Deze toename hoeft echter niet erg schadelijk te zijn. Desondanks is het in de figuur wel opgenomen.



Figuur 31. *Risico van ziekten en plagen voor landbouwgewassen (ringgrootte correspondeert met de grootte van het deelgebied waar het probleem speelt).*

Risico van verandering klimaatzones voor doelsoorten

Deze factor speelt alleen bij natuur, niet bij landbouw. Het risico van verlies van soorten is het grootst in gebieden met veel koudeminnende soorten. Dat zijn soorten waarvan het verspreidingsgebied in Nederland naar verwachting sterk zal afnemen door één of meer van de factoren: oplopende temperaturen, zachtere winters, meer neerslag en frequentere extremen. Het gevolg is een verarming van de levensgemeenschap in die gebieden. De verwachting is dat natuurbeleidsdoelen daarmee niet gehaald worden, maar ook dat bepaalde ecosysteemprocessen wellicht onder druk komen te staan door het wegvallen van sleutelsoorten. Gebieden waar dit een risico vormt, liggen in een viertal deelgebieden (zie Figuur 32). In gebied 1 betreft het vooral natte schraalgraslanden; in gebied 2 bos van arme gronden, droge en natte schraalgraslanden, natte heide en hoogveen en droge heide; in gebied 3 gaat het om moerasheide (natuurtype 'natte heide en hoogveen') en een klein oppervlakte bos van arme gronden; in gebied 4 betreft het bos van arme gronden en droge heide.



Figuur 32. Risico dat natuurgebieden doelsoorten verliezen, doordat er veel koudeminnende soorten voorkomen. In de omcirkelde gebieden is dat risico het grootst.

Oostelijk Noord-Brabant

Algemeen

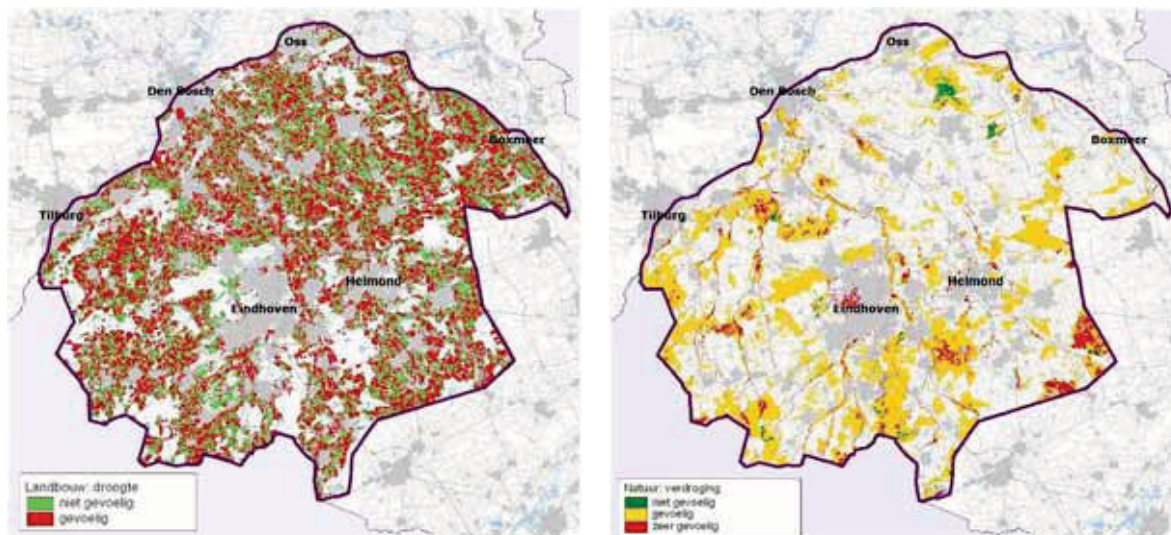
In het casestudiegebied Oostelijk Noord-Brabant vormt droogte het grootste knelpunt voor zowel natuur als landbouw. Binnen het casestudiegebied kunnen twee deelgebieden worden onderscheiden, die min of meer overeenkomen met de stroomgebieden van de Dommel (zuidwest) en van de Aa (noordoost). Binnen die deelgebieden zijn landbouw en natuur in verschillende mate verweven. In het stroomgebied van de Aa is de landbouw vrij grootschalig en intensief. In het stroomgebied van de Dommel ligt naar verhouding meer natuur en is de landbouw meer multifunctioneel van aard.

Droogte

Zoals hierboven aangegeven, vormt een toenemende kans op droogte het grootste knelpunt in dit gebied. Ook nu is dit al een probleem in Oostelijk Noord-Brabant. De hooggelegen zandgronden zijn infiltratiegebieden en zijn niet goed in staat water vast te houden. Neerslag zakt over het algemeen snel weg in de bodem. Veel landbouwgewassen zijn gevoelig voor droogte, zoals aardappelen, granen, maïs en vollegrondsgroenten. Ook graslanden verliezen productie bij droogte. Deze gewassen komen verspreid over het hele gebied voor (Figuur 33).

De meeste natuurgebieden zijn gevoelig tot zeer gevoelig voor extreme droogte. Slechts natuurtypen zoals droge schraalgraslanden zijn minder of niet gevoelig. Gevoelig zijn bijvoorbeeld bossen van arme of van rijke gronden en droge heide (verwachte versterkte vergrassing bij droogte en hoge temperaturen). Zeer gevoelige gebieden zijn de natuurtypen die in beekdalen te vinden zijn, zoals beken, bossen van bron en beek en natte (schraal)graslanden.

Ook zijn de natuurtypen natte heide en hoogveen en vennen zijn zeer gevoelig voor verdroging. Juist de beekdalen en de natte heidegebieden vormen belangrijke en kenmerkende natuurwaarden in Oostelijk Noord-Brabant. In het stroomgebied van de Dommel geldt dit voor beide natuurtypen. In het stroomgebied van de Aa ligt minder beekdal-natuur, maar daar vinden we de belangrijke natuurgebieden van de Peelvenen. Het feit dat verdroging nu ook al een probleem vormt voor de natuur in Noord-Brabant blijkt uit het provinciale anti-verdrogingsbeleid gericht op de zogenaamde 'Natte parels'.



Figuur 33. Risico van droogte voor natuur en landbouw in het casestudiegebied Oostelijk Noord-Brabant.

De extra droogtestress die te verwachten is door klimaatverandering maakt de urgentie groter. In Figuur 33 is te zien welke gebieden het meest gevoelig zijn. Hoe de urgentie daarbinnen verdeeld is, is in de figuur niet aan te geven.

Wateroverlast

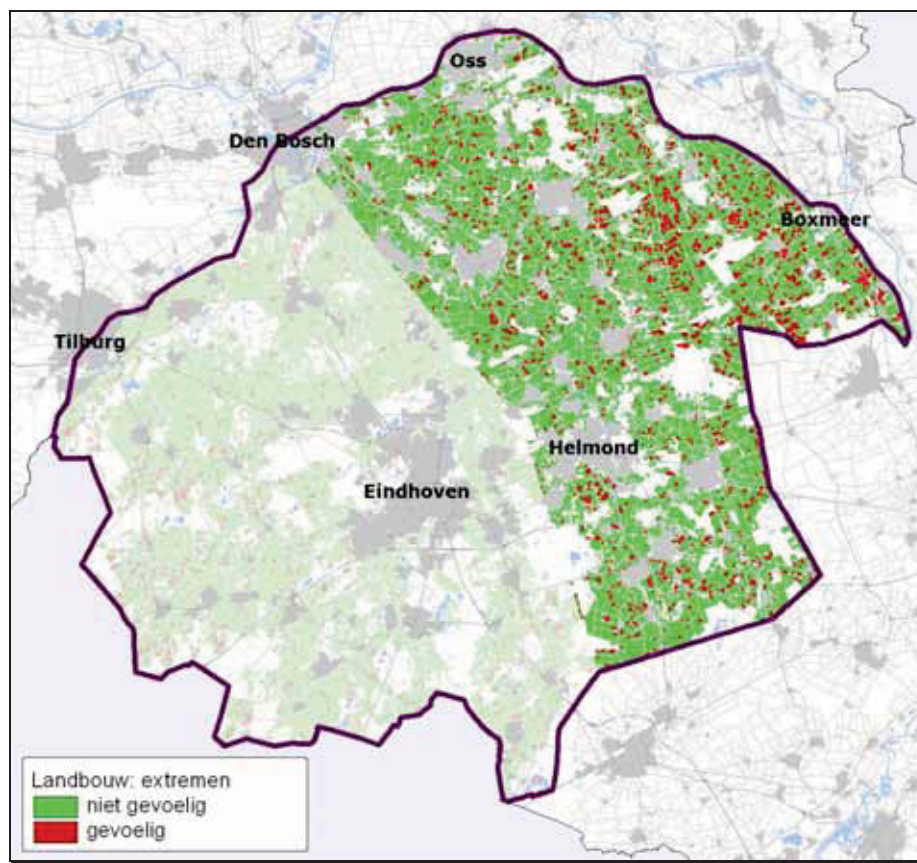
Wateroverlast kan toenemen bij toenemende neerslag. Echter, de fysieke kenmerken van het Brabantse zandlandschap maken het risico van wateroverlast of waterschade klein voor zowel natuur als landbouw. Wellicht komen beekdalen vaker onder water te staan, maar de natuur ter plaatse is daar niet erg gevoelig voor. Landbouwpercelen in beekdalen kunnen hier wel schade door oplopen. In de voorgaande generieke analyse (Blom *et al.*, 2008) werden veel natuurgebieden als gevoelig aangemerkt, maar de kans dat deze gebieden daadwerkelijk met wateroverlast te maken krijgen, is in de meeste gevallen zeer klein en wordt daarom in deze detailstudie niet als knelpunt aangemerkt.

Verzilting

Verzilting speelt geen rol in dit gebied.

Kortdurende weersextremen

Kortdurende weersextremen, zoals hittegolven, slagschade door hagelbuien of andere neerslag, late vorst, enz. vormen alleen een risico voor de landbouw. Dit speelt vooral in het oostelijke deel een rol, omdat de landbouw hier dominanter is en landbouw en natuur hier meer gescheiden zijn. Daarom is het risico voor schade door weersextremen voor landbouw hier groter dan in het westelijke deel. Voor natuur wordt geen significante schade verwacht. Vooral in het noordoostelijke deel van het casestudiegebied is schade door weersextremen te verwachten.

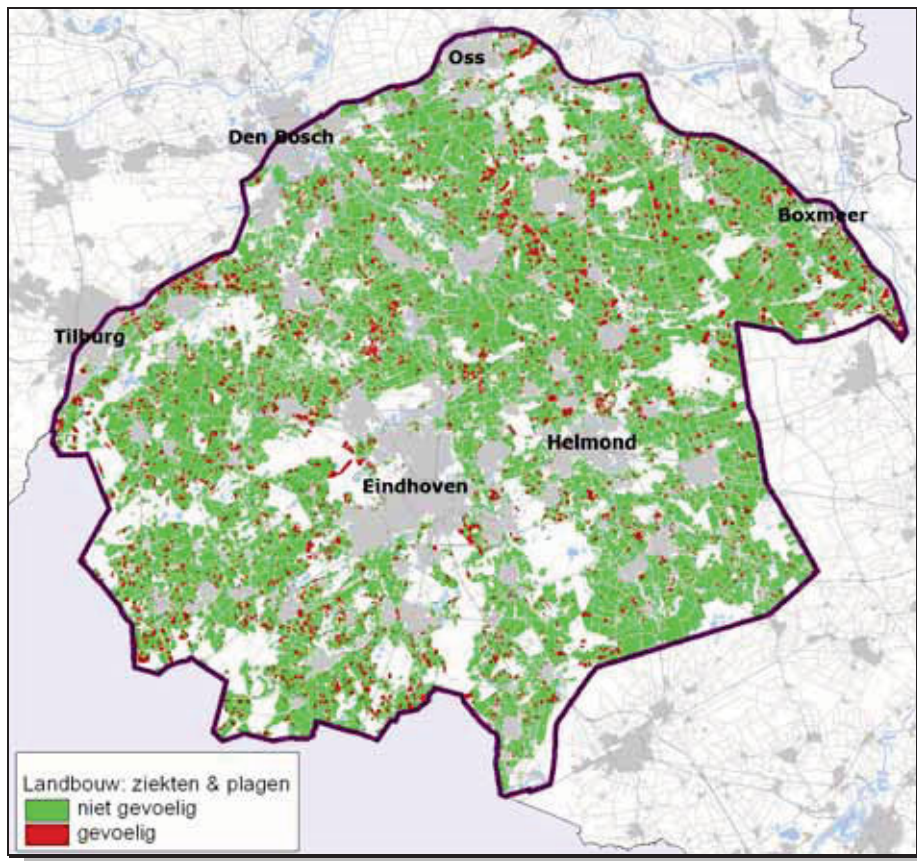


Figuur 34. Risico op schade bij (grondgebonden) landbouw door weersextremen in het casestudiegebied Oostelijk Noord-Brabant.

Hoewel het gewasoppervlak niet erg groot is, is late vorst een belangrijk risico voor aardappels. Zeker in combinatie met het vervroegen van het groeiseizoen is de kans dat dit knelpunt optreedt bij klimaatverandering groter geworden. Granen zijn zeer gevoelig voor slagschade door hagelbuien of andere neerslag. In Figuur 34 zijn de kwetsbare gebieden met akkerbouw (aardappels, bieten en granen in rotatie) in het noordoostelijke deel met rood aangegeven. Niet alleen de grondgebonden landbouw is gevoelig voor weersextremen. Ook voor de intensieve veehouderij zijn knelpunten te verwachten. In het casestudiegebied ligt de meeste intensieve veehouderij in het noordoostelijke deel en verder nog een kleine concentratie in het zuidwestelijke deel rondom Reusel en Bladel (zie Figuur 17 bij de gebiedsbeschrijving, Hoofdstuk II). Voor de intensieve veehouderijssystemen zijn problemen te verwachten bij verhoging van temperatuur en bij hittegolven. Daarnaast zal de emissie en stankoverlast sterk toenemen. Dit kan consequenties hebben voor de sectoren recreatie en bewoning.

Ziekten en plagen

Het risico dat er schade veroorzaakt wordt door toenemende ziekten en plagen is alleen relevant voor de landbouw. Dit risico speelt vooral in de vollegrondsgroententeelt (Figuur 35).



Figuur 35. *Risico op schade bij landbouwgronden door ziekten en plagen.*

Allerlei ziekten en plagen (insecten) zullen toenemen door verhoogde overleving gedurende zachter wordende winters. In maïs neemt de kans op de maïswortelboorder toe door natte omstandigheden en zachte winters, maar dit risico wordt vooralsnog niet als een groot knelpunt gezien omdat de te verwachten schade meevalt. Het is in Figuur 35 dan ook niet als risico meegenomen.

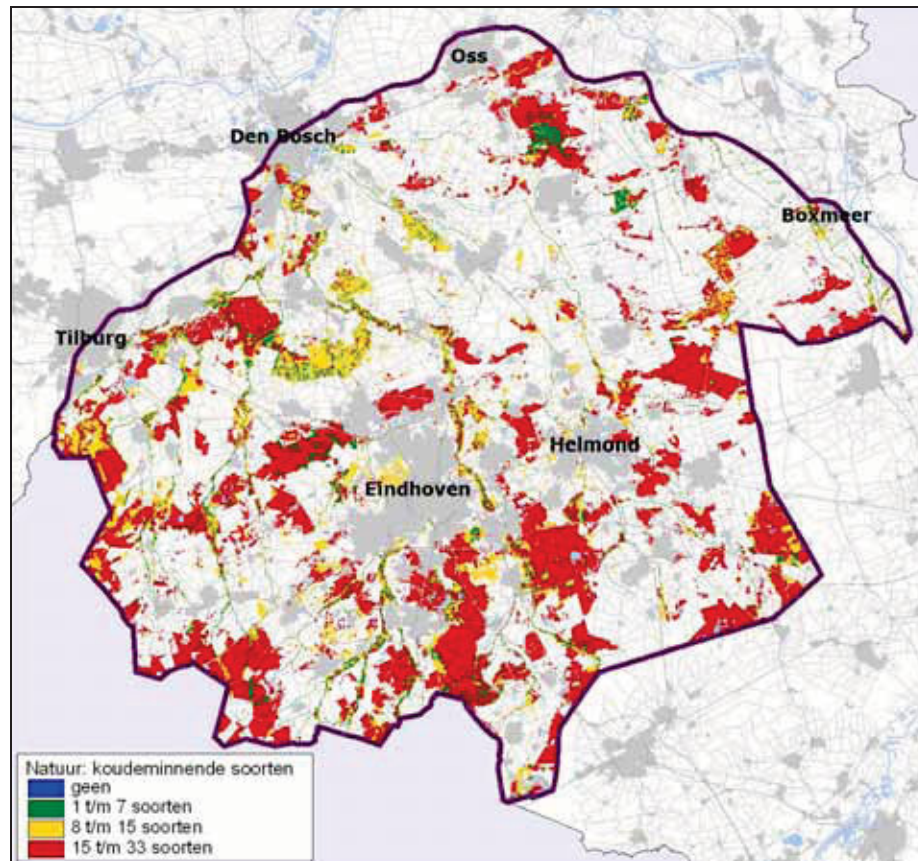
De intensieve veehouderij krijgt ook te maken met een toename van ziekten en plagen en meer kans op epidemieën. Hierbij speelt de ligging van de bedrijven en de onderlinge afstand tussen bedrijven een rol. Vooral wanneer de afstand tussen bedrijven niet groot is, kunnen ziekten en plagen worden overgedragen van het ene bedrijf op het andere. Transport door landbouwwerktuigen tussen of langs bedrijven kan het overdragen van pathogenen bevorderen.

Daarnaast is de ligging van bedrijven ten opzichte van natuurgebieden (waar vogels broeden) en vogeltrekroutes van belang. Epidemieën (zoals vogelgriep) kunnen gemakkelijk door wilde vogels worden overgedragen (Koch & Elbers, 2006). Dit zet een mogelijk noodzakelijke uitbreiding van de EHS onder druk.

Risico van verandering klimaatzones voor doelsoorten

Deze factor speelt alleen bij natuur, niet bij landbouw. Het risico van verlies van soorten is het grootst in gebieden met veel koudeminnende soorten (zie Figuur 36 en ook voorgaande casestudiegebieden).

In het oostelijke deel van Noord-Brabant zijn erg veel natuurgebieden aanwezig met veel koudeminnende soorten. Het betreft vooral natuurtypen van arme gronden, zowel nat als droog. Voorbeelden zijn: natte heide en hoogveen, droge heide en bossen van arme gronden. Natuurtypen van wat rijkere gronden zoals bossen van rijke gronden, bloemrijke grasland en zeker natuurtypen van beekdalen hebben minder koudeminnende soorten. Deze laatste typen zijn daarmee naar verwachting minder gevoelig voor verliezen in de huidige soortensamenstelling als gevolg van verschuivende arealen.



Figuur 36. Risico dat natuurgebieden doelsoorten verliezen, doordat er veel koudeminnende soorten voorkomen.

Water centraal in klimaatadaptatie: Twee Brabantse waterschappen aan het woord

Het westelijke deel van het casestudiegebied Oostelijk Noord-Brabant valt onder Waterschap de Dommel, het oostelijke deel onder Waterschap Aa en Maas. De stroomgebieden waarnaar de waterschappen vernoemd zijn, komen samen in Den Bosch. Qua *ruimtegebruik* en *knelpuntenproblematiek* zijn er verschillen tussen de twee stroomgebieden. Deze zijn ook terug te vinden in hoe klimaatadaptatie wordt benaderd vanuit de waterschappen.

In het beheergebied van Waterschap de Dommel ligt ongeveer de helft van de natuur in beekdalen en de helft op de hoge woeste gronden. De landbouw vinden we vaak in de intermediaire gebieden. Landbouw is daardoor sterk verweven met zowel de hoog- als de laaggelegen natuur. In het beheergebied van Waterschap Aa en Maas zijn de sectoren landbouw en natuur minder verweven. Landbouw is er dominant, ook in de vlakke beekdalen.

Door beide waterschappen wordt *extreme droogte* als het grootste klimaatgerelateerde knelpunt gezien, zowel voor landbouw als natuur. Water vasthouden is moeilijk op zandgronden. Het overgrote deel van het beheergebied van Waterschap de Dommel moet het doen met *gebiedseigen* neerslag en beekwater dat voor een deel uit België wordt aangevoerd. Daarom zet het waterschap maximaal in op waterconservering en vergroting van de sponswerking van het gebied. Waterschap Aa en Maas heeft meer mogelijkheden om *extern water aan te voeren* in haar beheergebied. Dit water wordt via de Zuid-Willemsvaart, Noordervaart, Kanaal van Deurne en Defensiekanaal aangevoerd vanuit de Limburgse Maas. Aan de westelijke kant kan water worden aangevoerd uit het Wilhelminakanaal. Afgemeten aan de toenemende vraag zal de huidige dimensionering van de aanvoerroutes en de waterbeschikbaarheid vanuit de Maas in de toekomst naar verwachting echter vaker ontoereikend zijn.

Een ander klimaatgerelateerd knelpunt is wateroverlast na extreme buien (met name zomerprobleem) en/of langdurige natte perioden (met name winterprobleem). Waterschap de Dommel legt daarbij prioriteit bij de aanpak van knelpunten in stedelijke gebieden. Er zijn al tal van projecten uitgevoerd of in gang gezet om het stroomgebied van de Dommel robuuster te maken voor afvoerpieken: hermeandering, waterbergingsgebieden, accoladeprofielen, enz. De landschappelijke en natuurkwaliteit heeft hierdoor een sterke impuls gekregen en afvoerpieken worden afgevlakt doordat de buffercapaciteit van de beekdalen toeneemt. Bij dergelijke werkzaamheden blijft wel aandacht nodig voor de vraag of de problematiek door toekomstige extreme afvoerpieken niet verandert. Een meanderende beek treedt bij een extreme afvoerpiek sneller buiten zijn oevers dan een rechtgetrokken beek met dezelfde dimensies. Hierdoor stroomt water via de kortste weg over het maaiveld en is het effect van een langere verblijftijd als gevolg van meandering weg. Het samenvallen van afvoerpieken in Dommel en Aa enerzijds en de Maas anderzijds dient voorkomen te worden. Waterschap Aa en Maas ervaart wateroverlast door afvoerpieken ook als een knelpunt voor de landbouw in haar beheergebied. Brabant-breed gaat de komende vier jaar een pilotproject lopen waarin water in de winterperiode wordt vastgehouden bij de bron om afvoerpieken te verminderen. Waterconserveringsprojecten ten behoeve van droogtereductie in het zomerhalfjaar lopen overigens al langer.

Tenslotte wordt slechte *waterkwaliteit* (chemisch en biologisch - blauwalgen, exoten) als probleem ervaren, vooral in de zomer bij lage afvoeren en hoge temperaturen. Specifiek voor Waterschap de Dommel vormen vanuit België aangevoerde zware metalen een probleem. Er zijn al contacten met de zuiderburen, maar Waterschap de Dommel ziet ruimte voor versterking van de samenwerking in de aanpak van de problematiek.

Beide waterschappen lijken adaptatiestrategieën vooral te zoeken in robuuste inrichting van het watersysteem en op het vlak van bestuurlijke aansturing. Conform het *Nationaal Bestuursakkoord Water* (NBW), dienen de watersystemen in 2015 op orde te zijn zodat afvoerpieken goed opgevangen kunnen worden (gebruik van technische/inrichtingsoplossingen). Het waterschap moet zelf uitvoering geven aan het NBW, de provincie bewaakt dit proces. Door het in verhouding grote aandeel genormaliseerde beken en het grote gewicht van de landbouw in haar beekdalen is voor Waterschap Aa en Maas een grote inspanning nodig. Vanuit de risicobenadering zou je in beekdalen qua landbouw liefst alleen grasland hebben (minst gevoelig voor afvoerpieken). Ook het Waterschap Dommel ziet, met het oog op het risico van wateroverlast (of juist droogte), de kapitaalintensivering van de landbouw (bijv. boomteelt) in beekdalen en op hoge droge gronden als een toenemend (economisch) knelpunt.

Ook *prioritering van de waterverdeling* wordt door waterschap Aa en Maas genoemd. Er is een regionale verdringingsreeks uitgewerkt, maar deze is nog niet geïmplementeerd. Dit hangt mede samen met de lastige bewustwording over knelpunten binnen de landbouw en andere sectoren.

Naast landbouw en natuur is binnen beide waterschappen ook het stedelijk gebied een sector van belang. Alle drie de sectoren hebben hun eigen eisen. Veel inspanningen gebeuren op basis van samenwerking en consensus. *Klimaatverandering zal overheden dwingen keuzes te maken*. Waterschap de Dommel noemt de nieuwe wet op de ruimtelijke ordening. Deze zal waterschappen meer stuurmogelijkheden moeten bieden. Waterschappen blijven afhankelijk van de ruimte die andere overheden willen inruimen voor water. Ervaringen met de provincie zijn goed. Probleem is soms dat gemeenten in bestemmingsplannen een, voor water, te beperkte tijdshorizon hanteren. De horizon tot 2015 is redelijk gezekerd door de doorwerking van het reconstructieplan. Ruimte voor waterberging met een horizon in 2050 is echter niet overal goed beschermd.

V. Integrale adaptatiestrategieën

Kop van Noord-Holland

In dit casestudiegebied zijn duidelijk dominante, goed afgebakende regio's met specifieke landbouwfuncties te onderscheiden. Natuur bevindt zich vooral aan de randen van het gebied.

In deze regio's worden de adaptatiestrategieën daarom per sector bekeken.

In de Wieringermeer en Anna Paulowna Polder is een geïntegreerde aanpak interessant. Voor deze gebieden zullen geïntegreerde adaptatiestrategieën worden besproken.

Sectorale aanpak

Landbouw

De belangrijkste enkelvoudige knelpunten vormen wateroverlast en ziekten en plagen in twee afzonderlijke gebieden, tussen Hoorn en Heerhugowaard. Het betreft hier zowel grasland als akkerbouw. Een ruimtelijke strategie hier is verbetering van de waterafvoer (verbreding sloten, subsoil drainage) of verschuiving van oogstdata. Het gebied ligt relatief laag, dus aanpassing van het waterbeleid is lastig en mogelijk weinig effectief. Alleen niet-ruimtelijke strategieën (verschuiving oogstdata, keuze van andere gewassen, verschuiving naar melkveehouderij, extensivering van de landbouw) zijn in dit gebied effectief.

Meervoudige knelpunten treden vooral op in de Schermer door wateroverlast, extremen (legering bij graan), verzilting (zuidelijk deel) en ziekten en plagen (niet bij grasland).

Als ruimtelijke strategieën kunnen worden genoemd:

- Wateroverlast
Water afvoeren via drainagesystemen, afvoerkanalen/vaarten/sloten. Door de lage ligging van de Schermer is dit niet effectief of kost veel pompactiviteit.
- Extremen
Hiervoor is geen ruimtelijke strategie te formuleren.
- Verzilting
Aanvoer van zoet water (uit IJsselmeer), doorspoelen met zoet water, aanleggen van aanvoerkanalen/vaarten/sloten. De effectiviteit van deze maatregel is variabel, want het is de vraag of vanuit de sloten de kern van (grote) percelen wel wordt bereikt.
- Ziekten en plagen
Ze zorgen voor goede drainage (aanleg van drainagesystemen, afvoerkanalen, vaarten en sloten). Dit vereist wel grote pompcapaciteit door de lage ligging van dit gebied. Een andere mogelijke strategie is groenblauwe dooradering en het aanbrengen van vanggewassen om plagen weg te lokken of natuurlijke vijanden te stimuleren. Deze strategie is veel kansrijker.

Voor de bestrijding van wateroverlast en verzilting heeft de introductie van zilte natte gewassen (bijv. zeekraal) en water- en zouttolerante biomassagewassen (bijv. riet, wilgen) in dit gebied potentie.

In de Bollenstreek (Den Helder - Petten) zijn ziekten en plagen en droogte (bij akkerbouw en grasland) meervoudige knelpunten. Als ruimtelijke strategieën kunnen worden genoemd:

- Droogte
Vergroting van het watervasthoudend vermogen van de bodem (door verhoging van het organische stofgehalte), wateropslag, verhoging van het grondwaterpeil en irrigeren (door aanleg van sloten en andere aanvoervaarten). We verwachten dat er in dit gebied potentie is voor deze adaptatiestrategieën, omdat het lager ligt dan de duinenzone en op ongeveer dezelfde hoogte als de oostelijke omgeving. De zandgrond is geschikt voor verhoging van het organische stofgehalte.

- Ziekten en plagen

Ze zorgen voor goede drainage (aanleg van drainagesystemen, afvoerkanalen, vaarten en sloten). Daarnaast zijn het aanbrengen van groenblauwe dooradering en vanggewassen mogelijk om plagen weg te lokken of natuurlijke vijanden te stimuleren.

Een geïntegreerde aanpak van de knelpunten 'ziekten en plagen' en 'droogte' kan zijn door in het gebied vlak achter de duinen water uit het poldergebied te bergen bij wateroverlast en vast te houden, zodat het kan worden hergebruikt in perioden van droogte.

Natuur

In de duinen grenzend aan de Bollenstreek is extreme droogte een knelpunt voor sommige natuurtypen. Echter, dit knelpunt is minder ernstig dan het droogteprobleem voor de landbouw. Er worden door natuur hogere eisen gesteld aan de waterkwaliteit en er zijn andere waterstromen nodig omdat de duinen hoger liggen. De belangrijkste adaptatieoptie is hier eveneens het vasthouden van water (voorkomen sterke drainage vanuit het achterland).

Klimaatadaptatieagenda Provincie Noord-Holland

De provincie Noord-Holland heeft een 'klimaatkernteam' samengesteld dat meedenkt over ontwikkelingen binnen afzonderlijke sectoren. Dit team is betrokken bij de ontwikkeling van de structuurvisie met als tijdshorizon 2040.

In de Kop van Noord-Holland speelt een aantal ruimtelijke ontwikkelingen. De landbouwsector ontwikkelt een 'Mainport Noord-Holland Noord', waarin aquacultuur, glastuinbouw, bollenteelt, veehouderij, akkerbouw en zaadveredeling vertegenwoordigd zijn. Grote percelen en veel ruimte zijn kenmerkend. De mainport gaat ondernemersgedreven opereren. Wat betreft natuur bestaan er plannen voor een 'Noordboog' van het Zwanenwater (duinen) via het Wieringerrandmeer richting Afsluitdijk. Het Wieringerrandmeer verbindt Amstelmeer en IJsselmeer en is nu in ontwikkeling. Het project omvat een ecologische verbinding, woningen, recreatie en waterberging. Strandtoerisme wordt gezien als een groeisector. De bollensector aan de binnenduintrand kan meeprofiteren. De betekenis voor de kustnatuur is nog onduidelijk. Concurrentie om ruimte vormt een ruimtelijk knelpunt voor de sectoren landbouw, natuur en toerisme (en in mindere mate woningbouw/industrieterreinen).

De provincie signaleert een aantal klimaatknelpunten, met name voor de landbouwsector. *Verzilting* vormt een risico voor bollentelers aan de binnenduintrand. In de Wieringermeer is bollenteelt ingetekend in de huidige structuurvisie, maar deze is waarschijnlijk door verzilting niet levensvatbaar. *Zoetwaterbeschikbaarheid* blijft gegarandeerd (IJsselmeer en bollentelers hebben eigen opslag), maar *schaalvergroting* heeft als risico te weinig haarvaten. Hierdoor kunnen problemen in de waterhuishouding optreden bij klimaatverandering. Wat betreft de bescherming tegen *ziekten en plagen* hebben verschillende landbouwsectoren (grondgebonden veeteelt, bollenteelt, vollegrondsgroenten) elkaar nodig ('reizende bollenkraam'). Het gebied is nu door zijn milde klimaat en vele zonlicht gunstig voor grondgebonden landbouw. Het is onzeker of deze gunstige situatie bij klimaatverandering blijft bestaan. Het is ook onduidelijk hoe de kernpopulatie *weidevogels* in West-Friesland zich ontwikkelt bij klimaatverandering. Economische factoren (vergoeding voor weidevogelbeheer aan boeren) zijn mede bepalend voor de toekomst van weidevogels.

Als adaptatiestrategieën bij klimaatverandering ziet de provincie *functiescheiding* natuur-landbouw-toerisme op het regionale schaal-niveau en *functieverweving* op perceelsniveau (groenblauwe dooradering; deze verweving is momenteel niet sterk). Het laten verbrakken van gebieden met een hoge zoutbelasting biedt kansen voor waardevolle natuur. Natuurgebieden zouden *robuuster* moeten worden (duinen, aanleg Noordboog). Zowel landbouw als natuur moeten *meebewegen* en klimaatverandering waar mogelijk als een kans zien. De provincie is blij met de plannen van de Commissie Veerman voor zeewaartse kustverdediging. 'Klimaatdijken' zijn voor de Kop van Noord-Holland nog niet voorzien. In combinatie met landbouw- of natuurfuncties zal hun ruimteclaim beperkt zijn. Peilverhoging van het IJsselmeer wordt niet als een groot probleem gezien, aangezien er nauwelijks buitendijkse natuur is aan de Noord-Hollandse oever. Wel zal de brakke kweldruk binnendijs toenemen. Dit wordt echter gezien als kans voor landbouw en zaadindustrie: zilte teelten, expertise opbouwen in veredeling (zouttolerante rassen). De structuurvisie die momenteel wordt voorbereid zal overigens niet zo specifiek zijn; er wordt veel aan de ondernemer overgelaten.

Geïntegreerde aanpak in Wieringermeer en Anna Paulowna Polder

In deze regio's heeft landbouw te maken met de knelpunten wateroverlast, ziekten en plagen en verzilting (althans gedeeltelijk). Adaptatiestrategieën hiervoor zijn:

- Wateroverlast
Water afvoeren (via drainagesystemen en aanleg van afvoerkanalen, vaarten en sloten). Door de lage ligging kost dit veel pompcapaciteit.
- Extremen
Hiervoor zijn geen ruimtelijke strategieën te formuleren.
- Verzilting
Aanvoer van en doorspoelen met zoet water (uit het IJsselmeer). Dit is goed haalbaar. Verder is de aanleg van aanvoerkanalen, vaarten en sloten een mogelijke adaptatiestrategie. De effectiviteit is waarschijnlijk laag, omdat het centrale deel van grotere percelen moeilijk te bereiken is. Verkleining van percelen door de aanleg van nieuwe sloten kan echter wel bijdragen aan de oplossing van dit probleem.
- Ziekten en plagen
Ze zorgen voor een goede drainage (via drainagesystemen en de aanleg van afvoerkanalen, vaarten en sloten). Technisch is dit wel mogelijk, maar door de lage ligging zal dit op grote percelen lastig zijn. Verder is het aanbrengen van een groenblauwe dooradering en vanggewassen een geschikte strategie om plagen weg te lokken of natuurlijke vijanden te stimuleren. Deze strategie heeft een hoge potentie wanneer percelen klein zijn.

Een kansrijke geïntegreerde aanpak is dus mogelijk voor bestrijding van wateroverlast en ziekten en plagen.

In dit gebied heeft de natuur (Robbenoordbos) te maken met: droogte, verzilting en verschuiving van koudeminnende soorten. Adaptatiestrategieën hiervoor zijn:

- Droogte
Het waterpeil hoog houden, water vasthouden (klimaatbuffer) en zorg dragen voor een goede waterkwaliteit (bij aanvoer van gebiedsvreemd water).
- Voor verzilting geldt hetzelfde
Het waterpeil hoog houden, water vasthouden (klimaatbuffer) en zorg dragen voor een goede waterkwaliteit (bij aanvoer van gebiedsvreemd water).

Deze natuurknelpunten zijn integraal met de zelfde maatregelen aan te pakken. Wanneer de waterkwaliteit van het IJsselmeer voldoende is, is aanvoer ervan in het gebied goed haalbaar. De waterkwaliteit kan wellicht worden verbeterd door het gebruik van rietfilters. Dit is mogelijk te combineren met de ontwikkeling van het Wieringerrandmeer.

Voor natuur moet het waterpeil omhoog, terwijl het voor landbouw omlaag moet. Vooral door de lage ligging van het gebied is verlaging van het waterpeil in het hele gebied en het snel afvoeren van water moeilijk. Hier ontstaat dus een conflict tussen natuur en landbouw en zullen keuzes moeten worden gemaakt.

Bij verhoging van het waterpeil (en aansluiting bij de diepe ligging van het gebied), kan de landbouw anders worden ingericht door keuze van andere, watertolerante gewassen (bio-energiegewassen zoals riet en wilgen) en introductie van zilte teelten. Het gebied heeft wel mogelijkheden voor verdere ontwikkeling van de kasteelt. Dit heeft echter grote gevolgen voor de landschapskwaliteit, verlies van de identiteit (maar kansen voor een nieuwe), enz.

In het gebied Enkhuizen-Hoorn heeft de landbouw te maken met: wateroverlast, ziekten en plagen en verzilting. De natuur met krijgt te maken met verzilting, droogte en het verschuiven van koudeminnende soorten. In dit gebied zijn dezelfde adaptatiestrategieën van toepassing als in het Wieringermeergebied (al ligt dit gebied minder ver onder N.A.P.). Effectieve strategieën zijn:

- water afvoeren voor landbouw (via drainagesystemen en aanleg van afvoerkanalen, vaarten en sloten);
- aanvoer van en doorspoelen met zoet water (uit het IJsselmeer);
- het aanbrengen van een groenblauwe dooradering en vanggewassen een geschikte strategie om plagen weg te lokken of natuurlijke vijanden te stimuleren;
- het waterpeil hoog houden voor natuur, water vasthouden (klimaatbuffer) en zorg dragen voor een goede waterkwaliteit (bij irrigatie met gebiedsvreemd water)

Ook hier moet voor natuur het waterpeil omhoog en voor landbouw omlaag. Verschuiving van landbouwfuncties naar verbrede landbouwvormen (multifunctionele landbouw, zorglandbouw, recreatie) of uitbreiding van de kasteelt zijn in dit gebied (zeker vanwege de ligging in de nabijheid van grote steden) kansrijk.

Om toekomstige knelpunten van klimaatverandering voor bossen te voorkomen is het raadzaam de diversiteit aan boomsoorten in de bossen te stimuleren. Veel bossen, vooral op de zandgronden, worden nu nog gedomineerd door slechts enkele soorten. Een grotere diversiteit aan soorten zou dit bos minder kwetsbaar maken. Het is daarbij wel belangrijk dat alleen die boomsoorten worden gestimuleerd die goed bij een bepaalde groeiplaats passen. Zie ook Verkaik *et al.* (in prep.).

In deze regio zal bij een toekomstige boomsoortenkeuze met verzilting rekening moeten worden gehouden door geen boomsoorten te planten die zeer gevoelig zijn voor zout water. De soorten die op dit moment al aanwezig zijn lijken echter niet zeer gevoelig voor zout. Om de huidige plekken met bos in deze regio te beschermen zullen dus vooral maatregelen genomen moeten worden waardoor tijdens droge perioden voldoende zoet water aanwezig blijft.

Concluderend kan worden gesteld dat in de Kop van Noord-Holland de landbouw dominant is. Dit vraagt een sectorale aanpak. In de droogmakerijen is echter ook een geïntegreerde aanpak interessant, omdat hier de natuur een investering vraagt en de landbouw door klimaatverandering nog sterker onder druk komt te staan. De belangrijkste knelpunten in de Kop van Noord-Holland zijn verzilting en wateroverlast. In dit casestudiegebied zijn alle onderscheiden adaptatiestrategieën in sterke mate watergerelateerd.

Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel

In dit gebied zijn landbouw en natuur vrij sterk met elkaar verweven. Ze komen in grote eenheden voor. Maar door de verwevenheid kunnen de knelpunten beter integraal bekeken worden. Wel is een duidelijk onderscheid te maken tussen de zandgronden en de veengronden. Deze zullen afzonderlijk worden besproken.

Zandgronden

Op deze gronden is voor de landbouw de droogte een belangrijk knelpunt. Voor natuur vormt het grote aandeel koudeminnende soorten een knelpunt.

Het kiezen van een integrale adaptatiestrategie is moeilijk. Voor natuur is een geschikte adaptatiestrategie het aanleggen van verbindingen, eventueel in klimaatmantels, of gebieden groter maken. Via groenblauwe dooradering (houtwallen, bosjes) zouden soorten van arme bossen gefaciliteerd kunnen worden. Voor landbouw is het nodig om juist water vast te houden, maar dat is moeilijk op zandgronden.

Dit gebied heeft potentie voor verbrede landbouw als compensatie voor productieverlies door klimaatverandering. Het is volgens informatie van de provincie één van de weinige gebieden in Friesland waar groei van de bevolking verwacht wordt door vestiging van mensen uit andere delen van Noord-Nederland die in de Randstad werken. Ook is het gebied vanuit andere delen van het

Provincie Friesland terughoudend

Voor Friesland is toerisme, vooral de watersport, de belangrijkste economische peiler. Hierin neemt de werkgelegenheid momenteel nog steeds toe, vooral in het noordwesten. Het casestudiegebied in het zuidwesten is eveneens een sterke hoek die een goede verbindingen heeft met de Randstad en daardoor veel recreanten aantrekt. De provincie doet momenteel forse investeringen (ca. 250 miljoen tot 2015) voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water. De werkgelegenheid in de landbouw is slechts 3-4%. De provincie verwacht dat dit ook wel zo zal blijven ('*waar nu wordt geboerd, daar blijft men wel boeren*'), omdat de landbouwlobby en LTO binnen de Provincie en Gedeputeerde Staten vrij sterk zijn. Klimaatverandering is voor de provincie Friesland momenteel geen hot issue. Men stelt zich daarin dan ook zeer terughoudend op. Wel is er op dit moment al sprake van bodemdaling. Vooral in de veengronden in Zuidwest-Friesland gaat dit heel hard. Ook in Noordwest-Friesland vindt sterke bodemdaling plaats vanwege de gaswinning. De provincie is intensief bezig hier beleid op te zetten. Op dit moment is drooglegging tot 90 cm diepte toegestaan. Men onderzoekt welke problemen de boeren zullen ondervinden wanneer dit naar 60 cm gaat. Watertekort vormt op dit moment eveneens al een probleem en zal in de toekomst verder toenemen. Volgens de provincie is verzilting geen punt van discussie. In de veengronden is weliswaar nog wat zout in de

land goed bereikbaar. Dit biedt mogelijkheden voor recreatielandbouw, zoals bed & breakfast, verkoop aan huis, zelf plukken van vruchten, en andere recreatieve voorzieningen. Versterking van de natuur met groenblauwe dooradering of eventueel vergroten van natuurgebieden draagt ook bij aan de recreatieve kwaliteit van het gebied en sluit aan bij de huidige identiteit.

Veengronden

Op deze gronden zijn kunnen voor de landbouw de volgende knelpunten worden genoemd: wateroverlast en daarnaast, in polders

'Wetering Oost', 'Gelderingen', 'Halfweg' en 'Giethoorn': ziekten en plagen en extremen.

Voor natuur spelen de knelpunten: droogte en daarnaast in de Weerribben: groot aandeel koudeminnende soorten.

ondergrond aanwezig vanuit het verleden. Dit vormt echter geen bedreiging, omdat goed wordt doorgespoeld met zoet water. Omschakeling naar zilte teelten is daardoor niet nodig. Bovendien wordt dit idee door LTO niet enthousiast ontvangen. Extremen zullen bij klimaatverandering eveneens geen probleem worden, want die zijn goed hanteerbaar. De provincie onderkent wel de mogelijkheden van wateroverlast bij klimaatverandering, maar acht veranderingen in het huidige beleid (nog) niet nodig. Aanleg van retentiepolders voor calamiteiten zou een mogelijkheid zijn. Maar verhoging van het boezempeil is geen optie, omdat de bruggen en aquaducten dan te laag worden voor de watersport. Blijven pompen is voor de provincie de beste optie. In principe is tot 2030 nog geen extra pompcapaciteit nodig. Daarna zal met het nieuwe gemeal bij Lauwersoog de pompcapaciteit zodanig verhoogd zijn dat een dynamisch peilbeheer mogelijk is.

Een integrale strategie die aansluit bij de natuurlijke waterhuishouding in de veengronden is het verhogen van het waterpeil. Dat betekent dat landbouw wel het grondgebruik zou moeten aanpassen. Een mogelijkheid is het vergroten van het oppervlak alternatieve gewassen, bijvoorbeeld biomassagewassen zoals riet en wilgen. Deze combinatie van vernatten en alternatieve gewassen biedt mogelijkheden voor waterzuivering in helofytenfilters en regionale waterberging die nader onderzocht zouden moeten worden. Deze aanpak biedt ook goede mogelijkheden voor het aanpakken van knelpunten voor natuur. De waterhuishouding biedt mogelijkheden voor het verbeteren van de abiotische en hydrologische kwaliteit (tegen droogte). In dit gebied kunnen bovendien natuurgebieden, zoals de Weerribben en de Wieden worden vergroot of met elkaar verbonden ten behoeve van het verschuiven van soorten. Ook kunnen verbindingen met de hoger gelegen zandgronden tot stand komen. Dergelijke gradiëntsituaties zijn waardevol voor de biodiversiteit. Deze maatregelen sluiten aan bij de opgaven vanuit de robuuste verbinding Natte As.

Concluderend kan worden gesteld dat in Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel er een grotere verwevenheid is tussen landbouw en natuur. Hier is vooral het onderscheid tussen zand- en veengronden van belang. In Zuidwest-Friesland/Noordwest-Overijssel zijn wateroverlast en droogte de belangrijkste knelpunten. In dit casestudiegebied vormt vooral de verdere ontwikkeling van groenblauwe dooradering een kansrijke adaptatiestrategie alsook investering in verbrede landbouw.

Ontwikkeling Wieden en Weerribben centraal

In de provincie Overijssel is een duidelijke tweedeling te maken in het Veenweide gebied met voornamelijk grasland en de zandgronden in Twente met maïs en gras. In het veenweidegebied zal bij klimaatverandering wateroverlast een probleem kunnen vormen, terwijl in Twente de droogte veel meer een knelpunt wordt. In het veenweidegebied heeft de provincie te maken met een sterke watertoevoer vanuit de IJssel. Daar kan in de toekomst in natte perioden de waterafvoer een probleem worden. Het thema 'klimaatverandering' is voor de provincie vrij urgent. In het beleid van de provincie staat vooral de ontwikkeling van de Wieden en Weerribben centraal. Een belangrijk project is het impulsproject 'landbouw op peil', een initiatief van het waterschap Regge en Dinkel, LTO Noord en de provincie. In dit project wordt een verkenning gedaan naar de mogelijkheden, kansen en belemmeringen voor het fluctueren van grond- en oppervlaktewaterpeilen met behoud van een vitale agrarische functie. Dit project is vooral belangrijk om een politiek signaal te geven.

Oostelijk Noord-Brabant

In dit gebied is natuur en landbouw ook zodanig met elkaar verweven dat een integrale aanpak van de knelpunten niet alleen voor de hand ligt, maar zelfs noodzakelijk is. Droogte is in dit gebied voor zowel natuur als voor landbouw een probleem. Beide sectoren leggen in feite een claim op het beperkt beschikbare water.

Voor de bosbouw zullen in het hele casestudiegebied bosbranden en verdroging belangrijke knelpunten vormen, vooral onder het W+ scenario. Om het risico op bosbranden te beperken zou het gebruik van loofboomsoorten verder kunnen worden gestimuleerd. Op dit moment neemt het aandeel van de loofboomsoorten in de Nederlandse bossen al sterk toe (Dirkse *et al.*, 2007) en deze ontwikkeling zou kunnen worden aangemoedigd. De verdroging lijkt vooral de groei te beperken op die plaatsen waar de grondwaterstanden nu ook al laag zijn. Op die plekken zou het gebruik van boomsoorten, of herkomsten van boomsoorten, die weinig gevoelig zijn voor droogte kunnen worden gestimuleerd.

Voor de overige landbouw en natuur vertoont de regio een duidelijke tweedeling door de opsplitsing in de twee deelstroomgebieden: (1) de Dommel (met Waterschap De Dommel) in het zuidwesten en (2) in het noordoosten de Aa (met Waterschap Aa & Maas; zie Hoofdstuk II, Tabel 5). Deze waterstroomgebieden zullen hieronder afzonderlijk worden besproken.

Dommel

In het zuidwestelijke deel spelen droogte voor natuur en landbouw en het grote aandeel koude minnende soorten een grote rol.

Een integrale ruimtelijke adaptatiestrategie die deze knelpunten kan oplossen is het regionaal vasthouden van water in het bovenstroomse gebied van de beekdalen. Dit vergroot de sponswerking van het beekdalsysteem.

Het nadeel hiervan is dat het bovenstrooms periodiek te nat wordt voor landbouw, bovendien is voor die sponswerking meer oppervlakte voor natuur nodig. Voor natuur biedt het daarmee wel kansen.

Benedenstrooms levert deze aanpak veel voordelen op. In tijden van droogte heb je meer water beschikbaar voor zowel natuur als landbouw. Het biedt kansen voor grondgebonden landbouw. Het terugdringen van grondgebonden landbouw bovenstrooms leidt ook tot verbetering van de waterkwaliteit omdat er minder uitspoeling van nutriënten naar het water plaatsvindt. Een ander voordeel is dat pieken in het waterafvoerpatroon afvlakken. In natte perioden hebben benedenstroomse gebieden minder het risico om onder water te lopen (Den Bosch bijvoorbeeld). In droge perioden wordt beter voorkomen dat waterlopen droog komen te staan.

Het natuurknelpunt 'groot aandeel koudeminnende soorten' vraagt om het vergroten dan wel verbinden van gebieden of het vergroten van de doorlatendheid van tussenliggende gebieden. Dat laatste sluit wel aan bij de strategie van het Nationaal Landschap het Groene Woud waar mogelijkheden voor multifunctionele landbouw en groenblauwe dooradering worden onderzocht.

Het gebied kenmerkt zich wel door veel barrières, waardoor verbindingen tussen gebieden vaak slechts tot stand kunnen komen door aanleg van ecoducten.

Aa en Maas

In het noordoostelijke deel is droogte het grootste probleem. De Peelhorst, het gebied ten oosten van Uden (de hooggelegen 'tong' in Figuur 2) is weinig door beeksystemen doorsneden. Voor grondgebonden landbouw zijn de gronden aan de arme kant en zijn grote investeringen nodig in bijvoorbeeld bemesting. Water oppompen en beregenen is geen duurzame strategie. Voor intensieve veehouderij zijn er wel mogelijkheden, maar (regen)water zou dan bij voorkeur op bedrijfsniveau vastgehouden moeten worden.

Qua strategie is in het gebied rond Deurne iets vergelijkbaars mogelijk als in het zuidwestelijk gebied: bovenstrooms water vasthouden en benedenstrooms mogelijkheden voor grondgebonden en intensieve landbouw.

Intensieve veehouderij heeft wel een grote waterbehoefte én energiebehoefte wanneer stallen gekoeld moeten worden bij hoge temperaturen. De beantwoording van de vraag of je niet van de regen in de drup raakt wanneer intensieve veehouderij gestimuleerd wordt ten koste van grondgebonden landbouw vergt nader onderzoek.

In de Peelvenen zijn knelpunten: extreme droogte en koudeminnende soorten. Hoogveenecosystemen zijn schaars en niet overal te ontwikkelen, zodat verbindingen met andere gebieden moeilijk te realiseren zijn. Hier zou je meer in moeten zetten op het lokaal verbeteren van de abiotische en hydrologische kwaliteit (terugdringen vermessing en verdroging vanuit omringende landbouw) en het vergroten van het oppervlak natuur (hoogveenkernen en herstel van overgangen naar minerale gronden). Hydrologisch hoogveenherstel in de Peel biedt perspectieven (Van den Boom *et al.*, 2007). Het inrichten van bufferzones voor het waarborgen van hydrologische kwaliteit en het verminderen van nutriëntenstress zijn echter belangrijke voorwaarden voor succes op de langere termijn.

Innovatie

Visteelt zou ontwikkeld kunnen worden als alternatief landbouwsysteem op arme gronden waar grondgebonden teelten minder kansrijk zijn. Een geschikte locatie hiervoor is de Peelhorst. Het gebruik van aquifers (diep grondwater) kan worden ingezet ten behoeve van klimaathuishouding in (bedrijfs)gebouwen en daarna worden teruggepompt naar de ondergrond. Deze techniek kan ook worden ingezet voor de intensieve veehouderij.

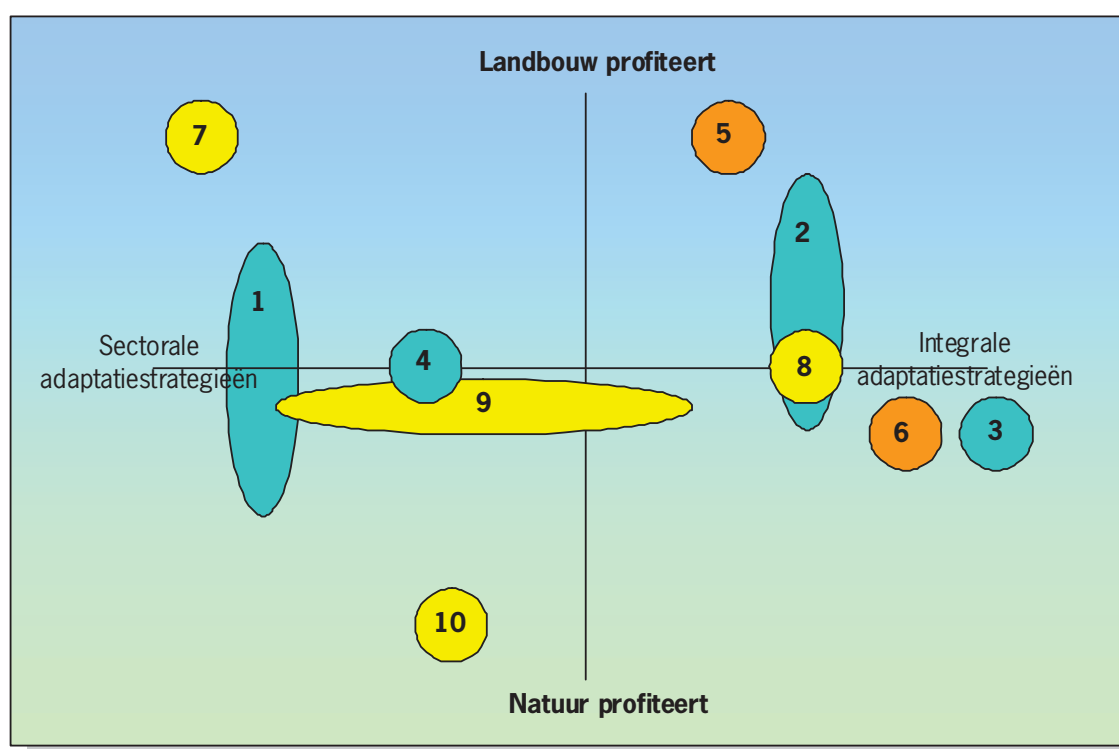
Klimaatadaptatieagenda Provincie Brabant

Bij de provincie Noord-Brabant heeft een aantal mensen de taak om er voor te zorgen dat klimaatadaptatie onderdeel van het provinciale beleid wordt. In de huidige plannen voor de lange termijn (bijv. 20 jaar) wordt nog niet expliciet rekening gehouden met klimaatadaptatie. Wel wordt ingezet op een natuurlijker waterbeheer (zoals in het Waterhuishoudingsplan) en een eerste adaptatiescan uitgevoerd in het Groene Woud. Landbouw heeft ook nu al regelmatig te kampen met watertekorten. De verwachting is wel dat dit probleem zal toenemen, maar dat wordt nog niet vertaald naar extra maatregelen door de provincie. De Provincie Noord-Brabant heeft op dit moment daarom nog geen plannen om actief te participeren op het gebied van klimaatadaptatie in de landbouw. De gevolgen van klimaat worden als nog te onduidelijk ervaren en men heeft behoefte aan verdere onderbouwing door cijfers. Tevens wordt gedacht dat de landbouwsector zelf flexibel en ondernemend genoeg is om zich - waar nodig - aan te passen aan een veranderend klimaat. Ook voor natuur zijn verdroging en een gebrekkige waterkwaliteit belangrijke knelpunten die door klimaatverandering versterkt zouden kunnen worden. Dit is vooral bedreigend voor een aantal 'natte parels'. De vraag is welke gebieden het meest kwetsbaar zijn. Er is wel behoefte aan inzicht in mogelijkheden en onmogelijkheden om klimaatadaptatie vanuit verschillende sectoren integraal aan te pakken. De provincie werkt aan een waterhuishoudingsplan, waarin het principe van een meer natuurlijk waterbeheer sturend is. Er wordt veel aandacht besteed aan waterberging en Ruimte voor Rivieren, maar het vergroten van het watervasthoudend vermogen is enigszins onderbelicht. Het waterhuishoudingsplan is sturend voor de structuurvisie die door de provincie ontwikkeld wordt.

Concluderend kan worden gesteld dat in Oostelijk Noord-Brabant de verwevenheid tussen landbouw en natuur relatief groot is, maar dat hier een verschil bestaat tussen de twee deelstroomgebieden. In het stroomgebied van de Aa (Waterschap Aa en Maas) is de landbouw relatief dominant, terwijl in het stroomgebied van de Dommel (Waterschap De Dommel) een sterkere verwevenheid tussen landbouw en natuur zichtbaar is. In dit casestudiegebied is droogte het grootste knelpunt. Bovenstrooms vasthouden van water is hier een belangrijke adaptatiestrategie ter voorkoming van droogte in het hele casestudiegebied en wateroverlast benedenstrooms.

VI. Kansen en effectiviteit van adaptatiestrategieën voor opschaling

Voor de drie casestudiegebieden zijn adaptatiestrategieën beschreven die onderling sterk variëren. In sommige strategieën ligt de focus op landbouw, terwijl andere meer nadruk leggen op ruimte voor natuur. Sommige strategieën kenmerken zich door een sterk geïntegreerd karakter, terwijl er ook strategieën zijn die meer sectoraal zijn ingestoken. Elk (deel)gebied leent zich voor een specifieke strategie. Hoewel in deze studie is ingezoomd op drie casestudiegebieden, zijn de beschreven strategieën niet exclusief voor deze gebieden. Ze zijn ook bruikbaar voor andere gebieden in Nederland. In dit hoofdstuk wordt een aantal karakteristieken van enkele hoofdstrategieën verder onder de loep genomen. De strategieën worden beoordeeld op specificiteit (landbouw of natuur centraal; geïntegreerde of niet geïntegreerde aanpak). Ook wordt bekeken waar deze strategieën elders in Nederland effectief kunnen zijn. In Figuur 37 staan de strategieën genummerd aangegeven en ingetekend in het kwadrant landbouw versus natuur centraal en scheiding adaptatiestrategieën versus geïntegreerde adaptatiestrategieën. Uit elk case-studiegebied zijn enkele voorbeelden ontleend (blauw = Kop van Noord-Holland; oranje = Zuidwest-Friesland/Noordwest-Overijssel en geel = Oostelijk Noord-Brabant). Maar de voorbeelden kunnen ook van toepassing zijn op andere gebieden. De nummers verwijzen naar verschillende adaptatiestrategieën (zie tabellen 12-14).



Figuur 37. Verdeling van adaptatiestrategieën voor de drie casestudiegebieden in het kwadrant landbouw versus natuur en sectorale aanpak versus geïntegreerde aanpak (kleurindicatie: zie tekst)

Kop van Noord-Holland

Voor de Kop van Noord-Holland zijn in grote lijnen 4 adaptatiestrategieën te formuleren met zeer specifieke uiteenlopende kenmerken. In Tabel 12 zijn deze strategieën op een rij gezet.

Tabel 12. Mogelijke adaptatiestrategieën (en hun kenmerken) voor de Kop van Noord-Holland.

	Adaptatiestrategie 1	Adaptatiestrategie 2	Adaptatiestrategie 3	Adaptatiestrategie 4
Wat	Inzet op intensief en gescheiden peilbeheer	Geïntegreerd waterbeheer, akkerrandbeheer	In brakke omgeving: Verzilting laten doorzetten, integreren met zilte landbouw	In laaggelegen (evt. brakke) gebieden minder peilregulering, niet-grondgebonden landbouw
Type ontwikkeling	Autonoom en traditioneel	Autonoom en technisch innovatief	Gestuurd en innovatief	Autonoom en technisch innovatief
Waar binnen casestudiegebied	Wieringermeerpolder, Randmeer	Weidegebied West-Friesland	Poldergebied achter Pettemerzeewering	Grote, diepe polders of droogmakerijen met evt. hoge zoutbelasting, bijv. Schermer
kosten	Relatief laag (gemaalkosten)	Hoog	Hoog	Hoog
Termijn realisatie	Kort	Kort en lang	Lang	Kort en lang
Functie vs peil	Peil volgt functie	Peil volgt functie	Functie volgt peil	Functie volgt peil
Haalbaarheid	Ja	Ja	?	Ja
Sectoraal/geïntegreerd	Sectoraal	Geïntegreerd	Geïntegreerd	Sectoraal
Wanneer effectief	Indien percelen klein blijven	Bij kleinschalige aanpak	Recreatieve interesse, betrokkenheid boeren, ondersteuning overheid	Indien schaal voldoende groot is voor rendabele landbouw
Drijvend socio-econ./klimaat scen.	GE/W	Zowel GE/W als RC/G	RC/G	GE/W
Waar elders toepasbaar	Rendabele laaggelegen landbouwgebieden (bijv. Noordoostpolder en delen van Zeeland)	Veenweidegebieden nabij grote steden	toegankelijke gebieden met hoge zoutbelasting en groot recreatief potentieel, bijv. Zeeland, Fries-Groningse Waddenkust	Grootschalige droogmakerijen met relatief lage natuurwaarde en ruimte voor landbouw, zoals Flevopolders, Zuidplaspolder, Polder Groot-Mijdrecht

Ad adaptatiestrategie 1

In deze strategie staat landbouw centraal en blijft de natuur marginaal. De maatregelen zijn niet meer effectief als percelen te groot worden, want in een diepe polder zijn deze hydrologisch lastig te beheersen. Dan kunnen ziekten en plagen niet optimaal worden bestreden.

Ad adaptatiestrategie 2

Hier behoudt landbouw nog steeds een belangrijke functie, maar komt meer ruimte voor natuurontwikkeling. Er vindt meer verweving landbouw/natuur plaats. Kleinschalige aanpak (geen gebruik van groot materieel) is nodig voor behoud van weidevogelstand. Innovaties juist toepassen in glasteelt als belangrijke economische drager voor het gebied en nieuwe teeltsystemen in het kader van de verbrede landbouw. Glasteelt vernieuwen door meerdere functies daaraan toe te kennen (stadslandbouw, reststromen, enz.).

Ad adaptatiestrategie 3

Middenin een brak natuurgebied kleinschalige zilte landbouw integreren, zoals verbouw van zilte teelten, schapen en aquacultuur (bij voorkeur extensief en in dienst van de recreatie). De haalbaarheid is niet in te schatten, omdat dit afhangt van de mate waarin de omgeving (boeren, burgers) dit kunnen/willen exploiteren en er een vraag naar zilte producten zal ontstaan. Voor zilte gewassen is deze vraag vooralsnog gering (Broodman, 2007). Uitbreiding naar andere kleinschalige omliggende polders met hoge zoutbelasting kan de adaptatiestrategie versterken, maar verdient veel aandacht en synergie tussen betrokkenen.

Ad adaptatiestrategie 4

Deze adaptatiestrategie heeft ruimte nodig om de rentabiliteit van de niet-grondgebonden landbouw te kunnen garanderen. Introductie van nieuwe kassen of stallen kan snel worden gerealiseerd, maar indien sterke peilfluctuatie wordt toegestaan, moet gekozen worden voor drijvende kassen, stallen en huizen. De realisatietermijn wordt daarmee langer. Buiten de bedrijfsgebouwen liggen mogelijkheden voor biomassaproductie, bijvoorbeeld Riet. Riet tolereert brakke omstandigheden en wisselende peilen. Voor natuurlijke verjonging zijn wisselende peilen met tijdelijke droogval gunstig.

Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel

In dit casestudiegebied zijn twee duidelijk onderscheidbare strategieën te onderscheiden. Tabel 13 geeft een overzicht van de kenmerken van deze strategieën.

Beide strategieën zijn geïntegreerd voor landbouw en natuur. Dit sluit aan bij de kenmerken van het gebied waar meer sectorale strategieën minder voor de hand liggen.

Tabel 13. *Mogelijke adaptatiestrategieën (en hun kenmerken) voor Noordwest-Overijssel en Zuid-Friesland.*

	Adaptatiestrategie 5	Adaptatiestrategie 6
Wat	Landbouw met recreatieve diensten en streekeigen producten	Versterkt benutten natuurlijke omgeving voor (natte) productie
Type ontwikkeling	Gestuurd en traditioneel	Gestuurd en innovatief
Waar binnen casestudiegebied	Zandgronden Oost-Stellingwerf	Polder Gelderingen, enz. tussen Wieden en Weerribben
kosten	Laag	Matig tot hoog
Termijn realisatie	Kort	Lang
Functie vs peil	Functie volgt peil	Functie volgt peil
Haalbaarheid	Ja	Ja?
Sectoraal/geïntegreerd	Geïntegreerd	Geïntegreerd
Wanneer effectief	Vraagt aandacht voor klanten/doelgroep diensten	Ondernemers moeten economisch perspectief zien. Schaal moet voldoende groot zijn
Drijvend socio-econ./klimaat scen.	RC/G	Zowel GE/W als RC/G
Waar elders toepasbaar	Aantrekkelijke kleinschalige landbouwgebieden, zoals Veluwe, Twente, Utrechtse Heuvelrug	Biesbosch, oeverlanden van grote meren (bijv. Veluwe-randmeren) en laagveenplassen

Ad adaptatiestrategie 5

Door in te zetten op recreatieve diensten heeft landbouw minder last van negatieve effecten van klimaatverandering en kan een vrijer peilverloop als adaptatiestrategie worden toegepast met behoud van economisch rendement. Volgens de Provincie Fryslân betreft Stellingwerf een aantrekkelijk vestigingsgebied voor Friezen die in de Randstad werken. Deze trend biedt mogelijkheden voor recreatiegerichte landbouw. Deze adaptatiestrategie komt lager uit in het assenstelsel van Figuur 37 dan adaptatiestrategie 2, omdat het aandeel natuur in Stellingwerf hoger is dan in de Kop van Noord-Holland.

Ad adaptatiestrategie 6

Hier wordt gedacht aan peil-deregulering in combinatie met rietteelt. De rentabiliteit zal naar verwachting variëren afhankelijk van de producttoepassing (dakbedekking of biomassa voor groene energie). Dit is mede bepalend voor het perspectief voor ondernemers en daarmee voor de haalbaarheid. Natuur krijgt bij deze adaptatiestrategie een

sterke impuls, waardoor de grote moerasgebieden Wieden en Weerribben verbonden worden en voorzien van een klimaatmantel.

Oostelijk Noord-Brabant

In dit casestudiegebied zijn evenals in de Kop van Noord-Holland vier adaptatiestrategieën te onderscheiden. Tabel 14 geeft een overzicht van de kenmerken.

Tabel 14. *Mogelijke adaptatiestrategieën (en hun kenmerken) voor Oostelijk Noord-Brabant.*

	Adaptatiestrategie 7	Adaptatiestrategie 8	Adaptatiestrategie 9	Adaptatiestrategie 10
Wat	Inzetten op niet-grondgebonden landbouw	Gebruik van groen-(blauwe) dooradering	Vergroten sponswerking in bovenstroomse gebieden	Klimaatbuffer rond Peelvenen, landbouw verplaatsen of introductie zorg-/recreatieve landbouw
Type ontwikkeling	Autonoom en technisch innovatief	Gestuurd en traditioneel? Of technisch innovatief	Gestuurd en innovatief	Gestuurd en innovatief
Waar binnen casestudiegebied	Peelhorst	Bij vollegrondsgroente in Boxtel en Oisterwijk?	Bovenlopen van bekenstelsel Dommel en Aa	Rond Peelvenen
Kosten	Hoog	Laag	Zeer hoog	Hoog
Termijn realisatie	Kort en lang	Kort	Lang	Lang
Functie vs peil	N.v.t. (evt. functie volgt peil)	Functie volgt peil	Functie volgt peil	Functie volgt peil
Haalbaarheid	Ja	Ja	Ja?	Ja?
Sectoraal/geïntegreerd	Sectoraal	Geïntegreerd	Sectoraal bovenstroom/geïntegreerd benedenstrooms	Sectoraal/geïntegreerd
Wanneer effectief	Bij goede technische innovaties	Als percelen niet te groot zijn en bereidwilligheid van ondernemers om te kiezen voor kleinschaligheid	Wanneer voldoende ruimte gereserveerd kan worden; indien competitie om ruimte hoog is, is sterke overheidssturing nodig	Wanneer de prioriteit consequent bij de natuur wordt gelegd
Drijvend socio-econ./klimaat scen.	GE/W	GE/W en RC/G	RC/G	RC/G

	Adaptatiestrategie 7	Adaptatiestrategie 8	Adaptatiestrategie 9	Adaptatiestrategie 10
Waar elders toepasbaar	Overall in omgeving van (snel)wegen en op minder vruchtbare bodems	In alle landbouwgebieden met kapitaalintensieve buitenteelten	Grote beeksystemen in hoog Nederland, zoals Limburg, Achterhoek en Drenthe. Op internationale schaal ook bruikbaar voor stroomgebieden van grote rivieren	Gebieden waar herstel of behoud van hoogveen mogelijk/gewenst is

Ad adaptatiestrategie 7

In deze adaptatiestrategie wordt ingespeeld op het knelpunt droogte door de landbouw onafhankelijk te maken van de bodemvochtsituatie. Hiervoor zijn wel innovatieve technische voorzieningen nodig t.b.v. koeling, watervoorziening en emissiereductie.

Ad adaptatiestrategie 8

Deze strategie heeft vooral effect op ziekten en plagen en kan nadelige effecten van wateroverlast dempen. Het kan voor de landbouw worden ingezet voor vollegrondsgroententeelt, akkerbouw en sierteelt. Daarnaast biedt groenblauwe dooradering mogelijkheden voor waterberging, migratie van soorten in de natuur en het tegengaan van hittestress.

Ad adaptatiestrategie 9

Hier wordt bovenstrooms water vastgehouden, waardoor dit voor de natuur langduriger beschikbaar is. Benedenstrooms worden piekafvoeren afgevlakt, waarvan alle sectoren (landbouw, natuur, steden, enz.) kunnen profiteren. Deze adaptatiestrategie vergt een langdurige en grootschalige gebiedsinrichting en is sterk afhankelijk van het maatschappelijk draagvlak.

Ad adaptatiestrategie 10

Deze adaptatiestrategie legt het accent op hydrologisch herstel van hoogveennatuur, die rijk is aan koudeminnende soorten. Stikstofemissies in de (wijde) omgeving moeten zo laag mogelijk zijn. Het effect is alleen optimaal wanneer dit strategie consequent wordt toegepast.

VII. Reflectie op streekplannen en adviezen Deltacommissie 2008

Streekplannen van de provincies

Uit de streekplannen en de interviewrondes met provincies is duidelijk geworden dat de provincies klimaatverandering tot nu toe nauwelijks betrokken hebben in hun beleid. Momenteel wordt dit onderwerp wel opgepakt. Het zal onderdeel uitmaken van de structuurvisies met horizon 2040. Het is voor een aantal provincies nog niet duidelijk hoe dit vorm moet worden gegeven. In het IPO-project 'Van schetsboeken naar klimaatatlas', uitgevoerd door een consortium bestaande uit KNMI, Alterra en DHV met financiële ondersteuning vanuit het BSIK programma Klimaat voor Ruimte, wordt dit nader ontwikkeld en ondersteund.

De aanbevelingen van de Deltacommissie

De aanbevelingen van de Deltacommissie (2008) zijn in verschillende mate van belang voor alle drie de casestudiegebieden (Tabel 15).

Tabel 15. Relevantie aanbevelingen Deltacommissie (2008) voor casestudiegebieden.

Aanbeveling	Onderwerp	Kop van Noord-Holland	Zuidwest-Friesland/ Noordwest-Overijssel	Oostelijk Noord-Brabant
1	Waterveiligheidsniveau (dijkkringen, Deltadijken)	x		
4	Kustverdediging, zandsuppleties	x		
5	Waddengebied, sedimentatie, instandhouding	x		
9	Rivierengebied, Ruimte voor de Rivier/Maaswerken		x (Ijsseldelta)	x (Gebied rond Den Bosch, benedenloop Dommel/Aa)
11	Peilverhoging IJsselmeer	x	x	

In de Kop van Noord-Holland is aan de Noordzeekant sprake van een aantal zwakke schakels in de kustverdediging (Kustvakken Hondsbossche en Pettemer Zeewering en Den Helder-Callantsoog). Hier zou het concept van de Deltadijk of Klimaatdijk (Vellinga, 2008) kunnen worden toegepast. Dit kan op lokale schaal kansen bieden aan zowel natuur als landbouw. Een brede dijk biedt kansen voor een geleidelijker overgang tussen hoog/droog/zoet en laag/nat/zout. Bij een dubbele dijk kan bijvoorbeeld in het natte en zilte gebied tussen de eerste en tweede dijk zilte natuur en/of zilte productie (zouttolerante en energiegewassen, aquacultuur of begrazing door schapen of runderen) gerealiseerd worden.

Geoptimaliseerd of intensiever zandsuppletiebeleid kan ook bijdragen aan versterking van de zwakke schakels. Hoewel aandacht nodig is voor de negatieve effecten op het strand of de vooroever op kortere termijn (sterfte van bodemfauna door verstikking, indirect effect op foeragerende vogels; Janssen, 2008), wordt algemeen aangenomen

dat het suppletiebeleid gunstig is voor de sterkte en biodiversiteit van het duinmassief (Löffler *et al.*, 2008) en daarmee voor de veiligheid van het achterland.

Voor het Waddengebied geldt dat de kansen voor instandhouding afhankelijk zijn van de toekomstige balans tussen snelheid van zeespiegelstijging en sedimentaanvoer. Dit is onzeker, maar de verwachting is dat zandsuppleties een positieve bijdrage leveren.

De aanbevelingen voor het Rivierengebied hebben slechts weinig invloed op de casestudiegebieden. Binnen deze gebieden gaat het alleen om het Zwarte Water (IJsseldelta) en de omgeving van Den Bosch, waar regionale piekafvoeren (via Vecht resp. Dommel en Aa) kunnen samenkomen met internationale (via de Rijn resp. de Maas). De Deltacommissie (2008) zet in op ruimte voor de rivier en verbeteren van piekafvoeren. Dit is voor de landbouw gunstig in de zin dat inrichting van hoogwaterpolders wellicht niet nodig is. De voorgestelde versnelde uitvoer van de programma's Ruimte voor de Rivier en Maaswerken kan echter wel een claim leggen op huidige landbouwgronden langs de rivieren. Deze programma's bieden in principe grote kansen voor herstel en versterking van rivierbegeleidende natuur. Ruimte bieden in het zomerbed voor hogere piekafvoeren is ongunstig voor natuurwaarden, vooral in het zomerbed zelf.

Verhoging van het IJsselmeerpeil zal in de laagstgelegen delen van de Kop van Noord-Holland leiden tot een toename van de brakke kwel. Deze hangt samen met de aanwezigheid van brak-zout grondwater in de ondergrond. In Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel speelt verzilting nu nauwelijks. Ook een peilstijging van het IJsselmeer zal hier niet tot sterke veranderingen leiden. Een technische oplossing voor toenemende verzilting in de Kop van Noord-Holland is intensiever doorspoelen met zoet water uit het IJsselmeer, waarvan de bergingscapaciteit immers toeneemt. Het doorspoelbeleid staat echter ook wel ter discussie. Verzilting vormt in wisselende mate een bedreiging voor bestaande natuur, maar kan gezien worden als kans voor nieuwe vormen van zilte productie (plantaardig en dierlijk). Ook voor natuur vormt verzilting een kans tot herstel en uitbreiding van zeldzaam geworden brakke of zoute natuur. Verhoging van het IJsselmeerpeil kan zeer nadelig zijn voor buitendijkse natuur, waar bij storm de invloed van afslag zal toenemen. Hierbij moet worden aangetekend dat dit risico niet overal langs de IJsselmeerkust even groot is. Aan de Noord-Hollandse kust is het aandeel buitendijkse natuur laag. Bovendien speelt de voorgenomen peilverhoging niet voor het Markermeer. Aan de Friese kust ligt meer buitendijkse natuur (niet zo zeer binnen het casestudiegebied als wel noordelijker, bijvoorbeeld nabij Makkum). Een sterke peilstijging zal ook gevolgen hebben voor dijken en kades, bijvoorbeeld in plaatsen als Lemmer, Enkhuizen en Medemblik.

VIII. Conclusies

Uit de analyse van de casestudiegebieden kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Op basis van de mogelijke ontwikkelingen tot 2040 lijkt er een tendens dat in alle casestudiegebieden het akkerbouwareaal zal afnemen. In de Kop van Noord-Holland zal naar verwachting het areaal grasland toenemen. Wat betreft de kasteelt, wordt voor de Kop van Noord-Holland in het gematigde klimaatscenario een lichte toename verwacht en in het warme klimaatscenario een lichte afname. In de overige casestudiegebieden worden voor het areaal kasteelt geen veranderingen verwacht. Voor de intensieve veehouderij wordt alleen in Oostelijk Noord-Brabant in het warme scenario een sterke areaaltoename verwacht. In de overige casestudiegebieden worden geen veranderingen in intensieve veehouderij verwacht.
- Voor natuur en bos worden geen significante areaalveranderingen voorspeld.
- Door in te zoomen op (delen van) casestudiegebieden kan, uitgaande van de quickscan 2008, een goede selectie worden gemaakt van de knelpunten die werkelijk een rol zullen spelen in het gebied, omdat hierdoor rekening kan worden gehouden met de lokale waterhuishouding, de aanwezigheid van zout in de bodem en de hoogteligging.
- De problematiek bij klimaatverandering verschilt sterk per casestudiegebied. In de Kop van Noord-Holland is de landbouw dominant. Dit vraagt een sectorale aanpak. In de droogmakerijen is echter ook een geïntegreerde aanpak interessant, omdat hier de natuur een investering vraagt en de landbouw door klimaatverandering nog sterker onder druk komt te staan. In Zuidwest-Friesland en Noordwest-Overijssel is er een grotere verwevenheid tussen landbouw en natuur. Hier is vooral het onderscheid tussen zand- en veengronden van belang. In Oostelijk Noord-Brabant is de verwevenheid tussen landbouw en natuur ook relatief groot, maar hier is er een verschil in deelstroomgebieden. In het stroomgebied van de Aa (Waterschap Aa en Maas) is de landbouw relatief dominant, terwijl in het stroomgebied van de Dommel (Waterschap De Dommel) een sterkere verwevenheid tussen landbouw en natuur zichtbaar is. De belangrijkste knelpunten in de casestudiegebieden zijn:
 - in de Kop van Noord-Holland: verzilting en wateroverlast;
 - in Zuidwest-Friesland/Noordwest-Overijssel: wateroverlast en droogte;
 - in Oostelijk Noord-Brabant is de droogte het grootste probleem.
 In alle onderzochte casestudiegebieden vormen ziekten en plagen steeds grotere knelpunten.
- Niet alleen tussen casestudiegebieden, maar ook binnen delen van casestudiegebieden zijn verschillende geïntegreerde dan wel sectorale adaptatiestrategieën te onderscheiden. In de Kop van Noord-Holland zijn alle onderscheiden adaptatiestrategieën in sterke mate watergerelateerd. In Zuidwest-Friesland/Noordwest-Overijssel vormt vooral de verdere ontwikkeling van groenblauwe dooradering een kansrijke adaptatiestrategie alsook investering in verbrede landbouw. In Oostelijk Noord-Brabant is het bovenstrooms vasthouden van water een belangrijke adaptatiestrategie ter voorkoming van droogte in het hele gebied en wateroverlast benedenstrooms.
- De mogelijkheden voor integratie van adaptatiestrategieën voor natuur en landbouw hangt enerzijds af van de mate van ruimtelijke scheiding van natuur en landbouw in de huidige situatie en anderzijds van de te verwachten risico's als gevolg van klimaatverandering. In Noord-Brabant zijn vooral sectorale adaptatiestrategieën kansrijk. In Zuidwest-Friesland/Noordwest-Overijssel zijn vooral geïntegreerde strategieën kansrijk. In de Kop van Noord-Holland zijn zowel geïntegreerde als sectorale strategieën kansrijk.
- Voor de tien adaptatiestrategieën die verder zijn uitgewerkt, kunnen andere gebieden in Nederland geïdentificeerd worden waar de strategie toegepast kan worden. De onderscheiden adaptatiestrategieën hebben daarmee een generieke waarde. Door in te zoomen op casestudiegebieden kun je meer kennis en inzicht verwerven in de algemene problematiek.
- Adaptatiestrategieën lijken effectief, wanneer:
 - er aandacht is voor het schaalniveau van de percelen;
 - de betrokkenheid van boeren en andere stakeholders (natuurbeheer, recreanten, bewoners, overheid) wordt bewerkstelligd en daarvoor ook het economisch perspectief wordt uitgewerkt;
 - technische innovaties beschikbaar zijn, die bij sommige adaptatiestrategieën onontbeerlijk blijken te zijn.

- De ideeën van de geraadpleegde provincies over klimaatverandering en adaptatiestrategieën hebben nog geen weerslag gevonden in de huidige streekplannen, maar worden wel betrokken bij de structuurvisies die momenteel in ontwerp zijn.
- De visie van de Deltacommissie 2008 heeft in sommige gevallen gevolgen voor het huidige landgebruik. In de onderzochte casestudiegebieden zien wij echter kansen voor zowel landbouw als natuur om in te spelen op de voorstellen van de commissie.

Literatuur

- Agricola, H.J., F.R. Veeneklaas & C.M.L. Hermans, 2008.
Waar gebeurt het? Over hot-spotgebieden, transitiegebieden, luwtegebieden en agrarische gebieden in Nederland. Alterra-rapport 1622, Alterra, Wageningen.
- Bal, D., 2001.
Handboek Natuurdoeltypen. Tweede druk. Expertisecentrum LNV, Wageningen. 832 p.
- Berendsen, H.J.A., 1997.
Landschappelijk Nederland. Van Gorcum, Assen. 218 p.
- Blom, G., M. Paulissen, C. Vos & H. Agricola, 2008.
Effecten van klimaatverandering op landbouw en natuur, Nationale Knelpuntenkaart en Adaptatiestrategieën, PRI-rapport 182, pp 38 + bijlagen.
- Broodman, J., 2007.
De Zeeuwse Tong. Aquacultuur als lonkend perspectief. In: Zeelandboek 11 (red. K. Bos), Stichting Zeelandboek, Middelburg, pp. 41-60.
- CBS, 2007.
NEG-typering 2007, Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg, 2007. zie ook: <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/methoden/classificaties/overzicht/neg/default.htm>
- Colmer, T.D. & T.J. Flowers, 2008.
Flood tolerance in halophytes, New Phytologist 179 (4): 964-974.
- Deltacommissie, 2008.
Samen werken met water. Een land dat leeft, bouwt aan zijn toekomst. Bevindingen van de Deltacommissie 2008. 134 p.
- Dirkse, G.M., W.P. Daamen, & C. Schuiling, 2001.
Toelichting bossenkaart. Alterra rapport 292, Alterra, Wageningen.
- Dirkse, G.M., W.P. Daamen, H. Schoonderwoerd, M. Lapink, M. Van Jole, R. Van Moorsel, P. Schnitger & W.J. Stouthamer, 2007.
Meetnet Functievervulling bos 2001-2005. Vijfde Nederlandse Bosstatistiek. Ede, Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Ede. 95p.
- Geertsema, W., 2002.
Het belang van groenblauwe dooradering voor natuur en landschap. Achtergronddocument Natuurbalans2002. Planbureau-werk in uitvoering. Werkdocument 2002/02. Alterra, Wageningen.
- Janssen, L.H.J.M., V.R. Okker & J. Schuur, 2006.
Welvaart en leefomgeving. Een scenariostudie voor Nederland in 2040. Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau en Ruimtelijk Planbureau, 239 p.
- Janssen, G.M., 2008.
Strand meer dan zand. Inaugurele rede Vrije Universiteit Amsterdam.

- Kattenberg, A. (red.), 2008.
De toestand van het klimaat in Nederland 2008. KNMI, De Bilt, 47, pp. 48.
- Koch, G. & A.R.W. Elbers, 2006.
Outdoor ranging of poultry: a major risk factor for the introduction and development of High-Pathogenicity Avian Influenza. *Netherlands Journal of Agricultural Science* Vol 54 (2), 179-194
- Lekahena, E.G. & J.B.M. Langbein, 1980.
Grondwaterkaart van Nederland: Medemblik 14 Oost, 14 West, alsmede 9D en 15C: inventarisatierapport. Delft: Dienst Grondwaterverkenning TNO, pp. 45 + 18 krt.
- Löffler, M.A.M., C.C. de Leeuw, M.E. ten Haaf, S.K. Verbeek, A.P. Oost, A.P. Grootjans, E.J. Lammerts & R.M.K. Haring, 2008.
Eilanden natuurlijk. Natuurlijke dynamiek en veerkracht op de Waddeneilanden. Uitgave van 'Het Tij Geleerd'.
- Mellor, P.S. & C. Hamblin, 2004.
African horse sickness. *Veterinary Research* 35, 445-466.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2003.
Procesplan zwakke schakels in de Nederlandse kust. Document Bestuurlijk Overleg Kust 31 januari 2003.
- Oude Essink, G., 2000.
Zoutwaterintrusie in het grondwatersysteem van de Kop van Noord-Holland. Een toepassing van de driedimensionale computercode MOCDESSD, *Stromingen* 3, 9-21.
- Paulissen, M.P.C.P. & E.P.A.G. Schouwenberg, 2007.
Zouttolerantie van zoetwatergevoede natuurdoeltypen: verkenning en kennislacunes. *Alterra-rapport nr. 1545*, pp. 76.
- Riedijk, A., R. Van Wilgenburg, E. Koomen & J. Borsboom-van Beurden, 2007.
Integrated scenarios of socio-economic change. SPINlab research memorandum SL-06. Vrije Universiteit Amsterdam, Amsterdam.
- Roelofs, J.G.M., 1991.
Inlet of alkaline river water into peaty lowlands: effects on water quality and *Stratiotes aloides* L. stands. *Aquatic Botany*, 39, 267-293.
- Van den Boom, B.W.A.F.H., Ph. Bossenbroek & J. Holtland, 2007.
10 jaar hoogveenregeneratie in de Peel. *De Levende Natuur* 108 (4): 155-161.
- Van den Burg, J., 1990.
De betekenis van de watervoorziening voor de boomgroei in Nederland. Voorgeschiedenis, onderzoek en resultaten. Wageningen, De Dorschkamp. Rapport 599. 98 p.
- Van Dam, A.M., O.A. Clevering, W. Voogd, Th. G.L. Aendekerk & M.P. van der Maas, 2007.
Leven met zout water. Deelrapport: zouttolerantie van landbouwgewassen. PPO-rapport nr. 32 34019400, pp. 36.
- Van der Gaast, J.W.J. & H.Th.L. Massop, in voorbereiding.
Effecten van klimaatverandering op de watervraag in de Nederlandse groene ruimte. Analyse van de waterbeschikbaarheid rekeninghoudend met de freatische grondwaterstand en bodem. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1791.

- Van den Hurk, B., A. Klein Tank, G. Lenderink, A. van Ulden, G.J. van Oldenborgh, C. Katsman, H. van den Brink, F. Keller, J. Bessembinder, G. Burgers, G. Komen, W. Hazeleger & S. Drijfhout, 2006.
KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands. KNMI Scientific Report WR 2006-01.
De Bilt, KNMI, 82 p.
- Van Wirdum, G., 1991.
Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Proefschrift, Universiteit van Amsterdam. Maastricht, Datawyse.
- Vellinga, P., 2008.
Hoogtij in de Delta. Inaugurele rede Wageningen Universiteit. 72 p.
- Velstra, J., 2007.
Verziltig: wat staat ons te wachten? Presentatie ter gelegenheid van het Symposium Leven met Zout Water gehouden op 24 september 2007 in Amsterdam.
- Verkaik, E., L.G. Moraal & G.J. Nabuurs, in prep.
Potential impacts of climate change on Dutch forests. Mapping the risks. Wageningen, Alterra.
Alterra-rapport 1761.
- Westerdijk, C.E. & A.J. Visser, 2003.
Voorstudie zoute landbouw. Gevolgen verzouten oppervlaktewater op aangrenzende landbouw.
PPO-rapport nr. 530068, pp. 32.
- Wilson, A. & P. Mellor, 2008.
Bluetongue in Europe: vectors, epidemiology and climate change. Parasitology Research 103, 69-77.

