

Op Waterbasis

Bijdrage aan de dialoog over Ruimtelijke Adaptatie op nationaal schaalniveau



Op Waterbasis

Bijdrage aan de dialoog over Ruimtelijke Adaptatie op nationaal schaalniveau

Juli 2021

Deltares

**Bosch
Slabbers**

SWECO 

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
2. Vijf urgente en voorzienbare knelpunten rond water en bodem	6
3. Relevante eigenschappen van bodem en water	9
3.1 Slap Nederland	9
3.2 Nat Nederland.....	11
3.3 Droog Nederland	15
3.4 Zout Nederland	19
3.5 Overstroombaar Nederland	21
4. De nieuwe fysiografische kaart van Nederland	25
5. Over toepassing van de kaart	27
Epiloog	31
De fysiografische kaart van Nederland	32
Geschiktheidskaarten	33
Bronnen	34

1. Inleiding

Ons land heeft een rijke traditie van omgaan met water. Ooit pasten we ons aan, aan de mogelijkheden die land en water ons boden. We bouwden hoog en droog, op rivierduinen of oeverwallen, op strandwallen of dekzandruggen. We beweidden de arme heidevelden en gebruikten de mest uit de potstal om de akkers te bemesten. We hooiden de beekdalen voor de winter.

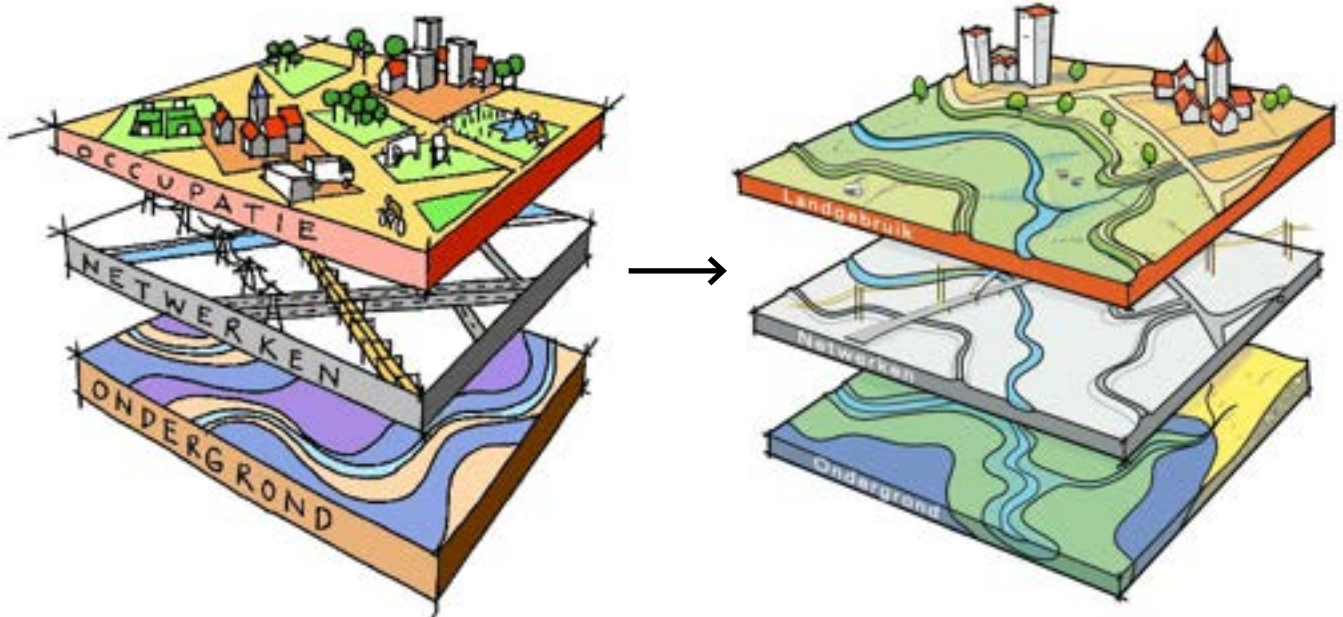
Daarna werden we gidsland in het aanpassen van land en water aan onze noden en wensen: we draineerden wat te nat was, we groeven af waar het grondwater te diep zat (binnenduintrand), we hoogden op wat te slap was (Amsterdam), we voerden water naar waar het te droog was, we spoelden zoet wat zout was, etc. Zelfs legden we meren droog en wonnen we land op de zee. Vele eeuwen zijn we er zo in geslaagd ons land veilig, leefbaar en aantrekkelijk te houden. We pasten ons landgebruik steeds minder aan de eigenschappen van bodem en water aan; alles leek overal te kunnen. Maar intussen zakten ons land ook vele meters, zakten sommige delen nog, komt de zee omhoog, en worden het weer en de afvoerregimes van de rivieren grilliger. Deels gaat het om processen die we niet kunnen beheersen, deels is het door eigen toedoen. En het gaat haast onmerkbaar langzaam.

Intussen zitten verschillende gebruiksfuncties steeds meer in elkaars (vaar)water, omdat we veel verschillende dingen op een klein oppervlak willen, en ook nog eens dicht naast elkaar. Landbouwemissies verontreinigen grondwatervoorraden, drinkwaterwinning en drainage van landbouwgronden leiden tot verdroging van aangrenzende natuurgebieden, zoute kwel bedreigt sommige teelten, en wateroverlast schaadt woningen. Niet

alles blijkt overal even goed te kunnen, niet alles gaat goed samen, en we overvragen de draagkracht van onze bodem- en watersystemen.

Daarom wordt steeds vaker gepleit voor een herbezinning op de inrichting van ons land en op onze omgang met bodem en water – onder meer door het College van Rijksadviseurs ('Panorama Nederland') en door de Unie van Waterschappen samen met VEWIN ('Water verbindt'). Het Delta-programma stelt zich die vraag naar herbezinning op de inrichting van ons land al langer en wil anticiperen op voorzienbare veranderingen. Deels door een heroverweging van het waterbeheer en de inrichting van onze watersystemen, deels door ruimtelijke adaptatie aan veranderende omstandigheden. Om conflicten tussen ruimte- en watergebruikers te verkleinen. Maar vooral om spijt te voorkomen van desinvesteringen en om te voorkomen dat we volgende generaties opzadelen met hoge kosten van alsnog onvermijdelijke aanpassing.

In de ruimtelijke ordening wordt veel gerefereerd aan de zogenaamde lagenbenadering, waarin ruimtegebruik (de occupatielaag) en infrastructuur (de antropogene netwerklaag) zouden zijn gefundeerd op de fysieke ondergrond: water en bodem. In de praktijk zijn landgebruik en infrastructuur echter steeds meer losgezongen van die ondergrond, mede als gevolg van onze eeuwenlange en steeds succesvollere beheersing van het water. Onlangs heeft de Deltacommissaris nog eens bevestigd dat dit denken vanuit 'peil volgt functie' nu toch echt moet worden vervangen door 'functie volgt peil', een principe dat al in 2004 in de Nota Ruimte was vastgelegd.



De lagenbenadering voor ruimtelijke ordening, links, waarin onbedoeld de occupatie- en netwerklaag niet zijn afgestemd op de fysieke ondergrond. Rechts een ruimtelijke ordening “op waterbasis” (bron links: ruimtexmilieu.nl (Peter Dauvellier))

Dat betekent een herwaardering van de lagenbenadering, zoals getoond in de rechter van de twee getoonde figuren. En het vraagt om kennis van hoe de ondergrond en het (grond)water zich hebben ontwikkeld en zich in de toekomst zullen ontwikkelen.

De lagenbenadering voor ruimtelijke ordening, links, waarin onbedoeld de occupatie- en netwerklaag niet zijn afgestemd op de fysieke ondergrond. Rechts een ruimtelijke ordening “op waterbasis”.

In dit document laten we, in opdracht van staf Deltacommissaris, zien welke kennis over bodem en water in ieder geval relevant is. Daartoe gaan we in op die eigenschappen van het milieu en ontwikkelingen daarin die voor grootschalige grondgebonden ruimtegebruikstypen relevant zijn (hoofdstukken 2 en 3). Vervolgens laten we in hoofdstuk 4 zien hoe deze ruimtelijk samen vallen (‘stapelen’), of juist verspreid liggen. Dat doen we door ze samen te voegen tot een nieuwe fysiografische kaart van Nederland. Deze is geactualiseerd naar de laatste ontwikkelingen – in bijvoorbeeld de grondwaterstanden – en heeft een legenda gekregen die eenvoudiger te begrijpen is dan die in de Bosatlas. Tenslotte illustreren we in hoofdstuk 5 hoe deze fysiografische kaart kan

worden gebruikt om de geschiktheid, c.q. beperkingen, voor enkele vormen van grootschalig grondgebonden ruimtegebruik op nationale schaal te bepalen.

Met dit document doen we zo een eerste – zij het grofstoffelijke, want deels op landelijke modelresultaten gebaseerde – bijdrage aan de urgente dialoog over aanpassingen aan de ruimtelijke inrichting van Nederland op nationale schaal voor de lange termijn. En laten we zien welke kennis daarvoor, op nationaal schaalniveau, zoal relevant en beschikbaar is.

Hierbij merken we op dat de gebruikte gegevens soms onvolledig zijn – onder meer door de beperkte dekking van het landelijk hydrologisch model, waarin de Waddeneilanden ontbreken – en aanvulling vragen.

‘Op waterbasis’ berust deels op dezelfde kennis en gegevens als de Klimaatatlas, de Klimatenschadeschatter (beschikbaar via het kennisportaal klimaatadaptatie) en de Klimaatspanningskaarten (nog niet publiekelijk beschikbaar), maar vormt daarop een aanvulling in die zin dat ondergrond en meerdere landgebruiksfuncties met elkaar in verband worden gebracht en op nationaal schaalniveau zijn samengebracht.

2. Vijf urgente en voorzienbare knelpunten rond water en bodem

In 2008, toen de commissie Veerman haar advies tot een deltaprogramma voorbereidde, verscheen ook *Nederland in Zicht. Water en ruimtelijke ontwikkeling in Nederland: de diagnose*. Daarin werden toekomstige ontwikkelingen geschetst en te verwachten knelpunten gediagnosticeerd.

Die ontwikkelingen waren en zijn:

- het water komt hoger (kans op ernstiger overstromingen),
- het wordt natter (wateroverlast door neerslag),
- het wordt warmer en droger (watertekort en slechtere waterkwaliteit),
- het wordt zouter (zoutindringing en zoute kwel),
- het wordt lager (gevolgen van bodemdaling).

Inmiddels zijn deze ontwikkelingen nader geanalyseerd en is vastgesteld dat sommige van die ontwikkelingen nu al tot problemen leiden, dat andere dat op zeer afzienbare termijn zullen doen (rond 2050), en dat nog weer andere pas later – maar dan ook onontkoombaar – ingrijpende aanpassing zullen vragen. Want we verwachten een zeespiegelstijging van ongeveer 85 cm eind deze eeuw, maar 2 m of meer wordt niet uitgesloten geacht en het proces van zeespiegelstijging zal nog versnellen. Complicerend is dat het moment waarop de zaak als onhoudbaar moet worden beschouwd natuurlijk afhankelijk is van het toekomstscenario: van de snelheid van verandering in het klimaat en de maatschappij, maar ook van technologische ontwikkelingen en de ontwikkeling van onze acceptatie (*shifting baselines*).

Op grond van recente analyses – voor o.a. het Deltaprogramma – schetsen we de huidige inzichten in de ontwikkelingen voor zover deze

relevant zijn voor de ruimtelijke adaptatie van Nederland. Aansluitend bij de hiervoor genoemde reeks ontwikkelingen, maar in volgorde van moment van optreden gaat het om de volgende eigenschappen van bodem en water, die ruimtelijk vaak overlappen en zo een stapeling van knelpunten kunnen betekenen:

- nu al te slap,
- steeds vaker te nat,
- vaker te droog,
- op afzienbare termijn te zout, en
- uiteindelijk te gevaarlijk.

In deze lijst is sprake van enige duiding, of zelfs een oordeel. Want we gebruiken hier de kwalificatie 'te'. Nu is de vraag of iets te is, natuurlijk afhankelijk van de landgebruiksfunctie c.q. het gewenste ecosysteemtype. Want met technische maatregelen is veel mogelijk; de vraag is dan ook meer of, in hoeverre, en hoe we rekening willen houden met de natuurlijke eigenschappen van land en water. En of, in hoeverre, en hoe we willen voorkomen dat we afwentelen op andere gebruikers van dezelfde of naastgelegen ruimten.

Ter illustratie – en omwille van de eenvoud – beperken we ons tot de 3 grootste grondgebruikers, c.q. ruimtevragers:

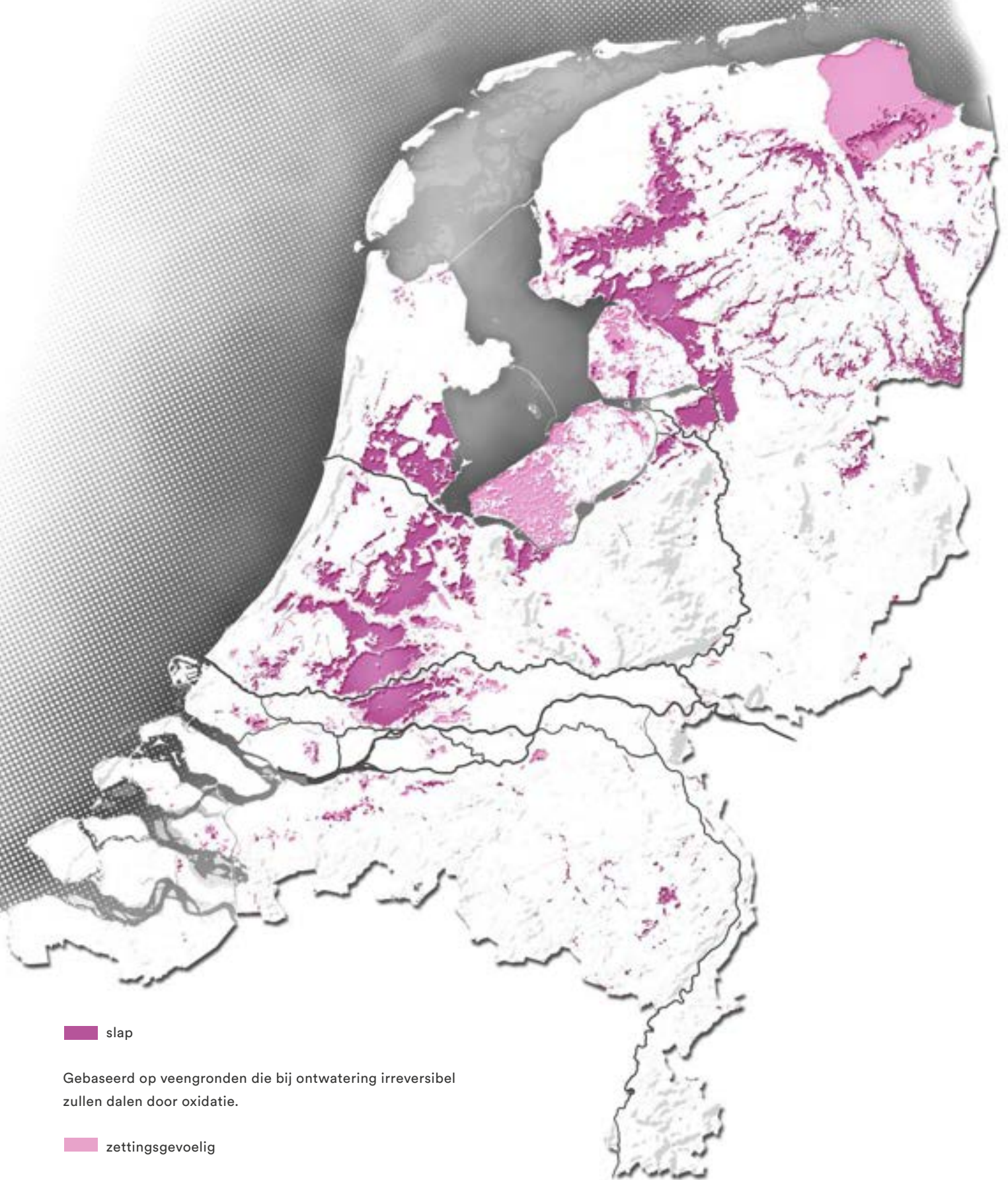
- **Wonen/werken (rood/grijs):** veel geïnvesteerd vermogen, veel mensen, dus kwetsbaar in relatie tot overstromingsgevaar of wateroverlast, maar ook relatief weinig afhankelijk van bodem en water en met voldoende middelen om gevolgen te beperken of te compenseren. Een relevant onderscheid is dat tussen groot-schalige stedenbouwkundige uitbreiding ((tien)duizenden woningen) en kleinschaliger inbreiding of dorpse aanbreiding.

- **Landbouw (bruin):** omdat de landbouw niet bestaat onderscheiden we 1) grondgebonden landbouw (akkerbouw, bijv. pootaardappels, bollen, asperges; fruitteelt; en sommige (melk) veehouderij), 2) van de ondergrond losgezongen landbouw (intensieve (pluim)veehouderij) met veel afwenteling op en via bodem en water, en 3) ontkoppelde landbouw (kassenteelt), met gesloten kringlopen (circulair). De eerste is economisch kwetsbaar, want erg afhankelijk van de juiste condities van bodem en water, de tweede niet, en de derde lijkt op wonen en werken: agro-industrie (veel geïnvesteerd vermogen).
- **Natuur (groen-blauw):** helemaal een grote verscheidenheid, van voedselarm droog (duinen, Veluwe), via matig voedselrijk nat (laagveengebieden) tot de Waddenzee. We kijken alleen naar de (grond)watergebonden

natuurtypen, ook wel aangeduid als ‘natte natuur’, waarin Nederland in internationaal opzicht excelleert. Dat varieert nog steeds van hoogveen(resten), via laagveenmoeras, natte duinvalleien en beekdalen, tot stroomdalgraslanden en ooibos, zoetwatergetijde-moeras en gorzen en kwelders. De gemene deler is dat elk van deze hoge eisen stelt aan eigenschappen van bodem en (grond)water; en dus uiterst kwetsbaar is voor veranderingen.

Het is evident dat de vraag of iets te is dus nuancering vraagt. In de volgende hoofdstukken doen we daartoe een poging, verwijzend naar deze landgebruikscategorieën. Waarbij we ons beperken tot de grootschalige stedelijke uitbreiding, de grondgebonden landbouw en de natte natuurgebieden.

Slap Nederland: huidig



■ slap

Gebaseerd op veengronden die bij ontwatering irreversibel zullen dalen door oxidatie.

■ zettingsgevoelig

Gebaseerd op zettingsgevoelige klei- of veengronden die de komende decennia een tot vele decimeters zullen zakken.

3. Relevante eigenschappen van bodem en water

3.1 SLAP NEDERLAND

Veen of klei in de ondergrond betekent een slappe bodem. Klei zet zich onder druk en kan irreversibel inklinken onder het eigen gewicht. Dat maakt funderen lastig en leidt tot verzakkingen. Dit zijn zogenaamde zettingsgevoelige gronden. Een bijzonder geval van zettingsgevoelige gronden vinden we in Groningen, waar de zetting deels op grote diepte plaatsvindt als reactie op de gaswinning.

Veen is nog veel slapper dan klei. Veen kan oxideren en verdwijnt dan volledig, waarbij veel CO₂ vrijkomt. Dat proces is alleen te voorkomen door de veenbodem nat te houden; héél nat. Eenmaal sterk uitgedroogd veen is ook nauwelijks weer nat te krijgen; de uitdroging is welhaast irreversibel.

Behalve door turfwinning, zowel droge als natte, is het veen dat ooit ruim de helft van Nederland bedekte, in de laatste eeuwen vooral door ontwatering verdwenen. Ook nu nog zien we de sterkste bodemdaling (van 0,5 tot 1,0 cm/jr) in laagveengebieden waar het waterpeil voor de landbouw wordt gereguleerd.

Door de klimaatverandering, vooral door de 's-zomers grotere verdamping en geringere neerslag, wordt de bodemdaling in veengebieden versneld. Prognoses wijzen uit dat jaarlijks gemiddeld 780 ha (7,8 km²) veengrond verloren gaat – en dan moerige zand- of kleigrond wordt. Dat is dus waar de veenlaag al dun is, zoals op de overgang van de Brabantse zandgronden naar het rivierengebied en rond het Fries-Drents plateau. In het westen zijn de veenpakketten plaatselijk echter nog vele meters dik, zoals in de Krimpenerwaard, waar een tot 8 m dik veenpakket ligt.

Alleen enkele natuurgebieden met eigen waterhuishouding blijven vooralsnog gespaard voor geleidelijk volledige oxidatie. Maar met de toenemende droogte wordt hun voortbestaan steeds meer bedreigd; een paar droge jaren achtereen, zoals 2018-2019-2020, kunnen funest zijn.

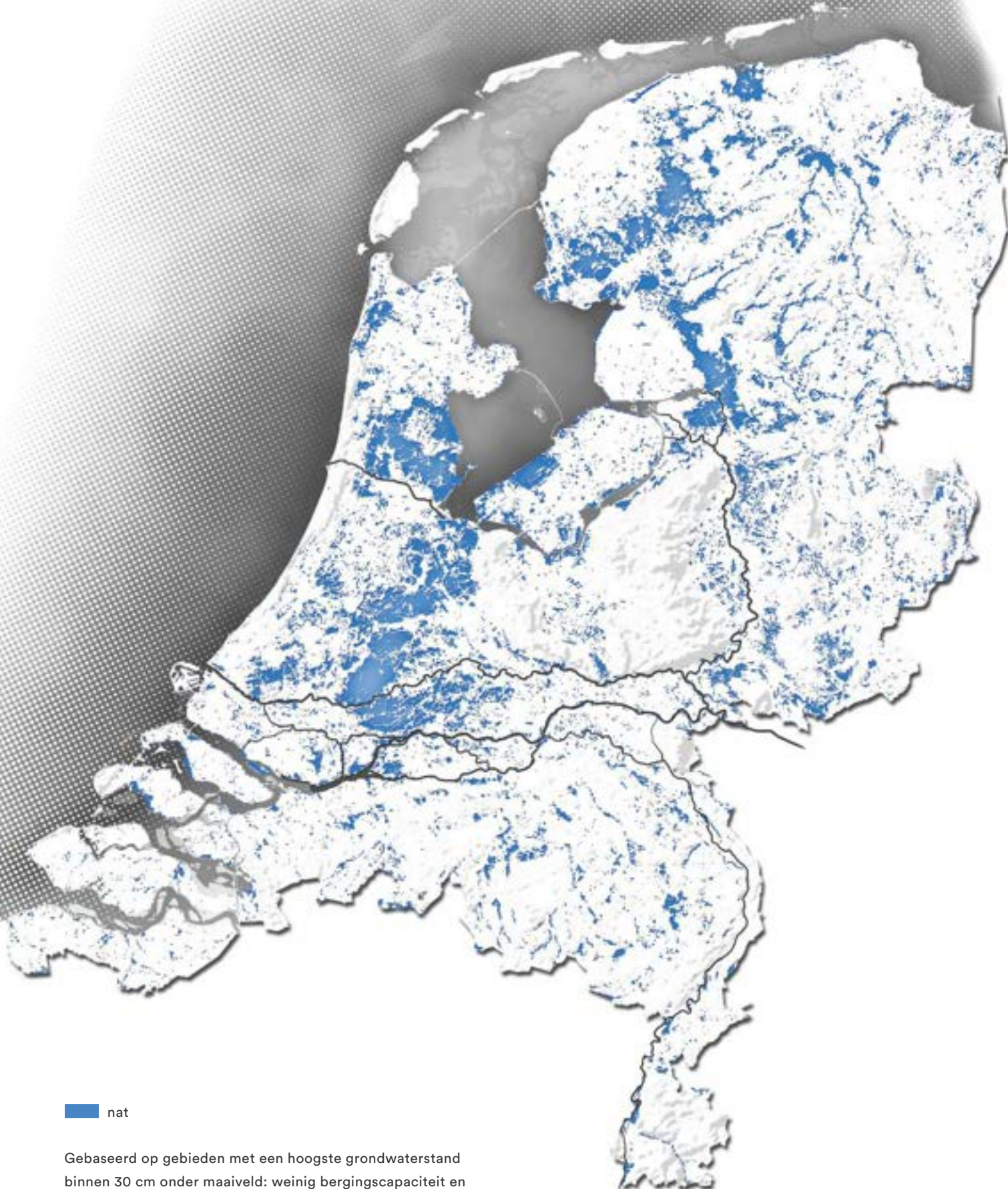
Geschiktheid

Een slappe veenondergrond is weinig geschikt voor **grondgebonden landbouw**, omdat de draagkracht voor machines en vee te gering is. Zettingsgevoelige grond is voor landbouw echter geen beperking. Een rendabele melkveehouderij kan op veengrond alleen bestaan bij goede ontwatering en dus door het veen op te gebruiken: een niet-duurzame vorm van landgebruik. Voor andere grondgebonden landbouw is veen te nat.

Woningen en bedrijven kunnen, mits goed onderheid, bestaan, maar oudbouw op houten palen wordt bedreigd door paalrot: te repareren door eenmalig ingrijpen, maar tegen hoge kosten. Het onderhoud van de publieke infrastructuur (wegen, riool, leidingen) en particuliere erven (tuinen, paden, bruggen) is echter een steeds terugkerende hoge kostenpost; in diepe veengebieden eindeloos en daarom kan worden gesteld dat woningbouw en bedrijventerreinen op slappe grond vanuit life-cycle kosten oogpunt weinig duurzaam zijn. Weinig geschikt voor wonen, werken en infrastructuur.

Zowel de laatst overgebleven hoogvenen (Peel, Fochtelo, Bargerveen) als de **natuurgebieden** in het laagveen (Vechtplassen, Nieuwkoop, Weerribben) worden als zeer waardevolle natuurgebieden beschouwd. De laatsten zijn vanuit internationaal oogpunt zeldzaam en worden hoog gewaardeerd. Hun kwaliteit en voortbestaan wordt echter bedreigd doordat water wegstroomt naar naastgelegen diep gedraineerde landbouwgebieden (hoogveen) of diepe droogmakerijen (laagveen) en door de slechte kwaliteit van het water dat vanuit die diepe droogmakerijen op de boezem wordt geloosd. De casus Horstermeer, naast Ankeveen en Kortenhoef, heeft al decennia aandacht (zie bijv. Water in Balans; WLO, 1991), maar ook de drainage van de Weerribben door de naastgelegen Noordoostpolder. Daarom is wel gepleit voor het onder water zetten van de Horstermeerpolder en voor een randmeer langs de Noordoostpolder. Zeer geschikt voor natte natuur; maar bedreigd door wegzijging naar nabijgelegen gebieden of lozing vanuit nabijgelegen gebieden.

Nat Nederland: huidig



 nat

Gebaseerd op gebieden met een hoogste grondwaterstand binnen 30 cm onder maaiveld: weinig bergingscapaciteit en grote kans op wateroverlast. Nu 470.000 ha, toenemend via 530.000 tot 690.000 ha in 2100.

3.2 NAT NEDERLAND

Door het klimaat en de fysiografie van Nederland was ooit vrijwel het hele land nat. Daardoor was er ook zoveel veen. Maar we hebben een dicht stelsel van afwatering, ontwatering en tenslotte riolering aangelegd en beschikken over vele duizenden pompen om wat onder boezempeil ligt weg te pompen (alleen in Friesland zijn al 900 gemalen). Door de daling van de bodem, de stijging van de zee, de toename van de kwel en het natter wordende klimaat zal steeds meer moeten worden gepompt. Het wordt dus duurder. Hoeveel is nog niet groot.

Wel kan een beeld worden gevormd van waar Nederland nat is en naar verwachting nog natter wordt. Zo zijn er gebieden waar:

- de bergingscapaciteit van de bodem tekort schiet als het hard regent (relatief hoge grondwaterstanden);
- de infiltratiesnelheid tekort schiet door het 'dichtslaan' van de bovengrond (moerig zand) of een ongunstige bodemtextuur (hoog klei-gehalte);
- het water niet snel genoeg kan worden afgevoerd omdat de afvoercapaciteit van watergangen te gering is (beekdalen, grote polders);
- de riolering tekort schiet (stedelijk gebied).

In dergelijke gebieden bestaat er een grote kans op wateroverlast: water boven maaiveld, op straat, of zelfs in huizen. Die kans neemt toe met de naar verwachting heviger wordende buien: grote neerslagintensiteit in zeer korte tijd. Want iedere graad Celsius hogere temperatuur komt ongeveer overeen met 7-11% meer water in de lucht; en die kan vallen (KNMI, 2014).

Op basis van de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand zijn kaarten gegenereerd van gebieden met weinig opslagcapaciteit in de bovengrond, dus waar water op het maaiveld in landelijk gebied waarschijnlijk is. Voor nu, 2050 en 2100. We zien het natter worden, door de op jaarbasis toenemende neerslag. Waar nu in ongeveer 4.700 km² de kans op wateroverlast groot is, wordt dat (uitgaande van het natste klimaatscenario van het KNMI: W+) het geval in 5.300 km² respectievelijk 6.900 km² in 2050 en 2100. Dat laatste is ruim 20% van Nederland.

Op de getoonde kaarten zien we de beekdalen in Brabant, de oostelijke zandgronden, het Fries-Drents Plateau en de Gelderse Vallei; tevens de randen van de zandgebieden waar kwel vanuit de hoge gronden zorgt voor permanent hoge grondwaterstanden; en tenslotte de komgronden in het rivierengebied en de laaggelegen delen van de Hollanden en Friesland-Groningen.

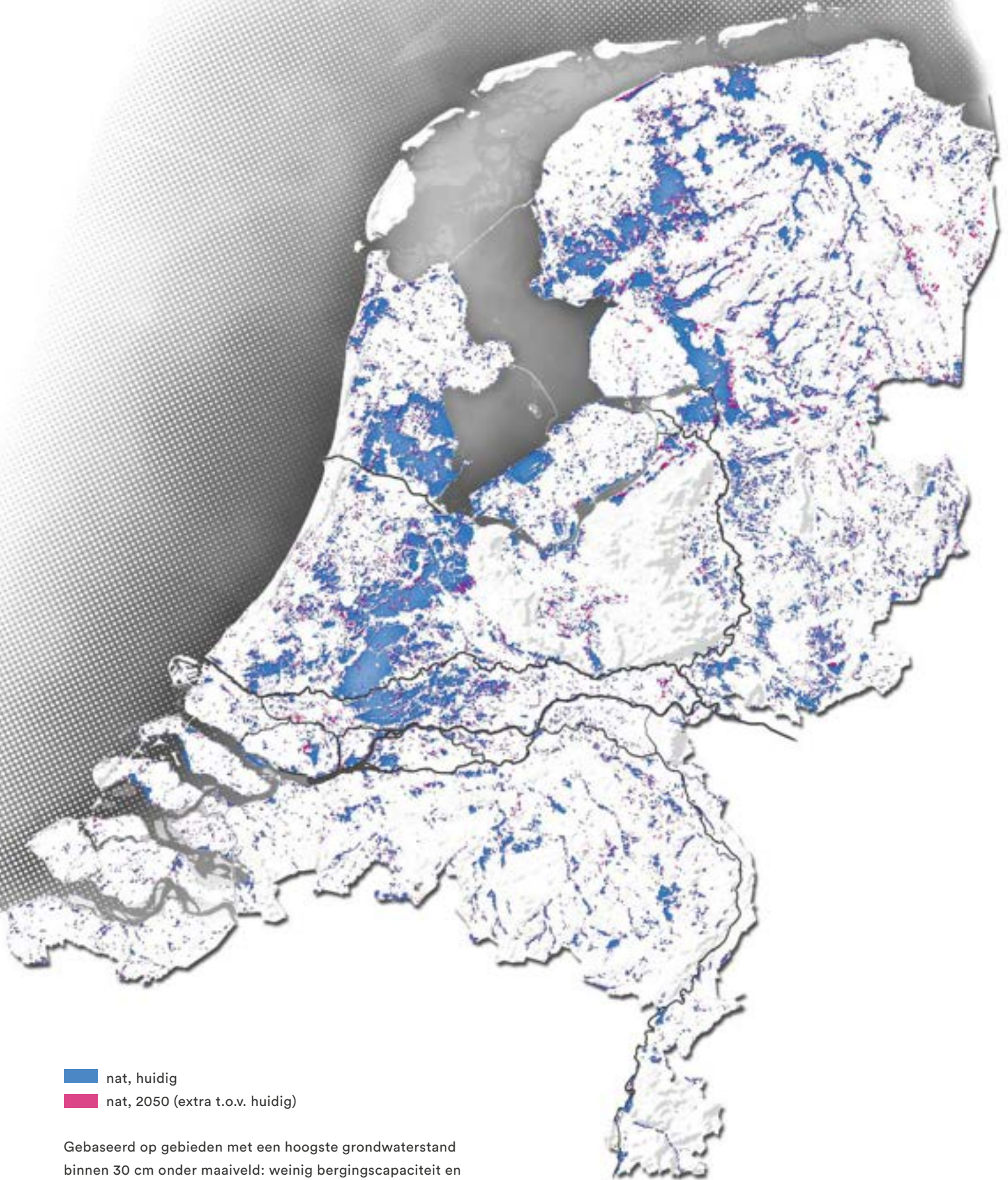
Geschiktheid

De kans op wateroverlast in bestaand **stedelijk gebied** was al eerder (en veel nauwkeuriger) in kaart gebracht voor de Europese Richtlijn Overstromingsrisico's (Slager et al., <https://basisinformatie-overstromingen.nl/liwo/#/maps>); die is vooral relevant voor de dimensionering van de riolering bij vervanging en herinrichting van wijken, maar minder voor ruimtelijke planningsdoeleinden op nationale of provinciale schaal. Voor dat laatste bieden de kaarten van huidig en toekomstig nat Nederland wel een goede basis. Natte gronden zijn namelijk niet de meest voor de hand liggende plekken voor grote woonwijken of industrieterreinen, omdat hetzij het grondwaterpeil sterk moet worden verlaagd (met uitstralingseffecten op de omgeving, tot het leegtrekken van hoge gronden aan toe), hetzij het terrein flink moet worden opgehoogd (en de beschikbaarheid van ophoogzand is ook eindig). Natte gronden zijn dus matig geschikt voor wonen, werken en infrastructuur.

Natte gronden zijn ook niet geschikt voor **akkerbouw of fruitteelt**. Akkerbouwgewassen rotten weg in verzadigde grond en machines kunnen het land niet op. Zo zijn al heel wat aardappelogsten mislukt. De teeltkeuze voor de landbouw is dus beperkt. Weidebouw ligt voor de hand. Matig geschikt voor grondgebonden landbouw.

Voor **natte natuur** zijn de natte gronden vanzelfsprekend bij uitstek geschikt, vooral de beekdalen en randen van de hoge zandgronden waar kwel van 'grondwaterkarakter' (lithoclien) optreedt. Hier floreren de hooggewaardeerde Dotterbloemhooilanden (Drentse Aa) met Rietorchis en Vleeskleurige orchis. Natte voedselrijke gronden vinden we langs de rivieren (komkleiereservaten) en in de kuststreken. Ook de natte duinvalleien en laagveengebieden worden hooggewaardeerd. Zeer geschikt voor natte natuur.

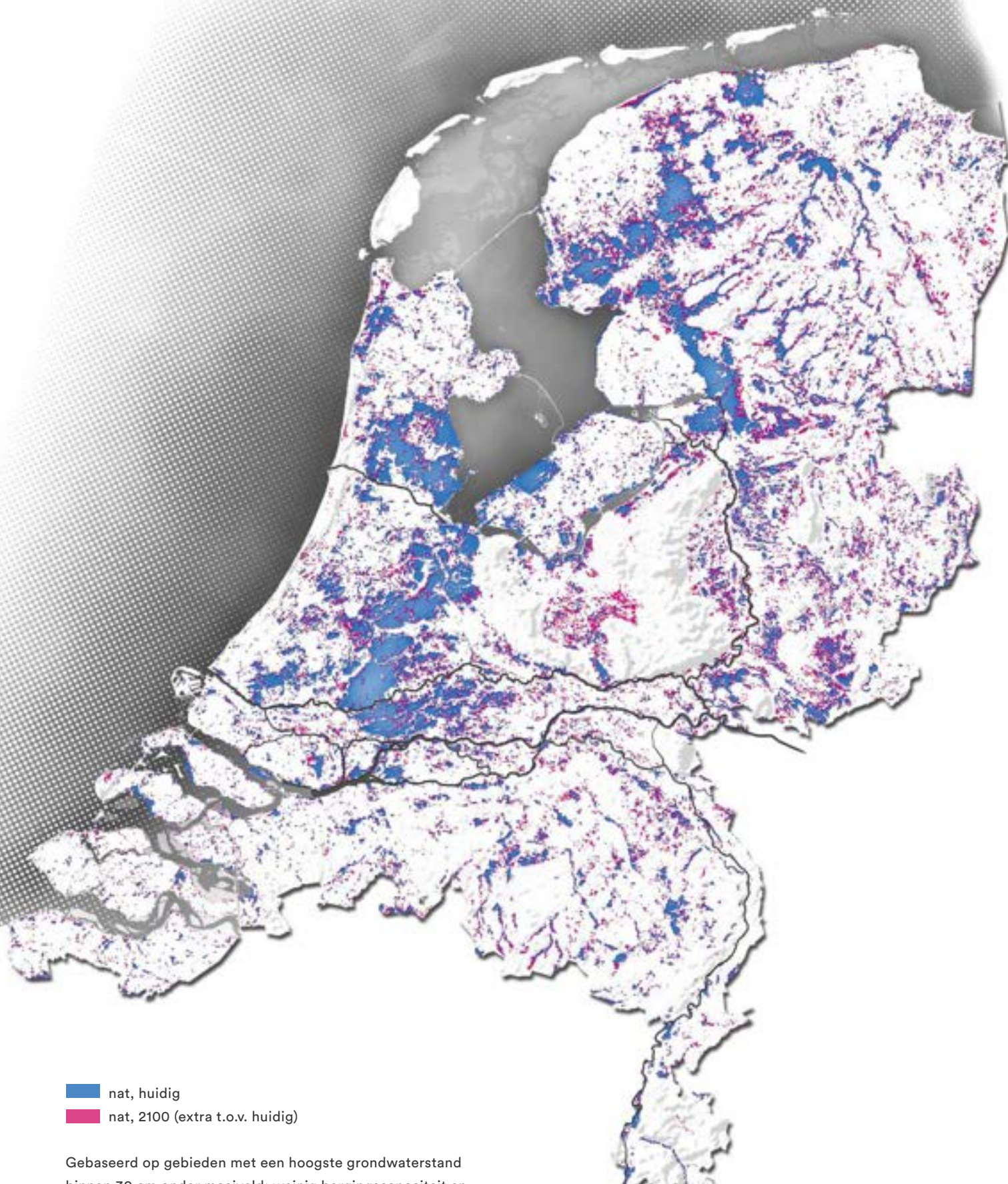
Nat Nederland: 2050



- nat, huidig
- nat, 2050 (extra t.o.v. huidig)

Gebaseerd op gebieden met een hoogste grondwaterstand binnen 30 cm onder maaiveld: weinig bergingscapaciteit en grote kans op wateroverlast. Nu 470.000 ha, toenemend via 530.000 tot 690.000 ha in 2100.

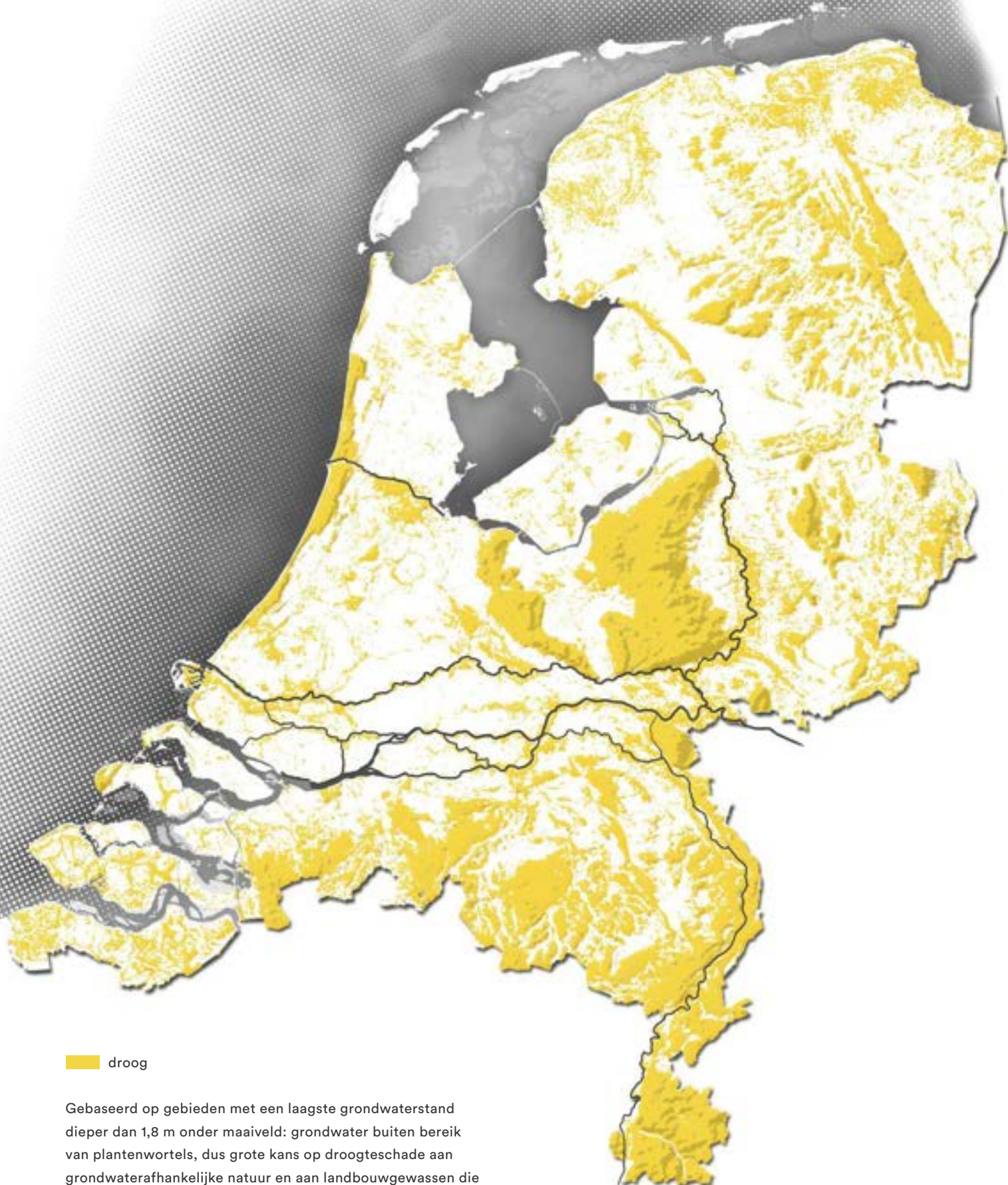
Nat Nederland: 2100



- nat, huidig
- nat, 2100 (extra t.o.v. huidig)

Gebaseerd op gebieden met een hoogste grondwaterstand binnen 30 cm onder maaiveld: weinig bergingscapaciteit en grote kans op wateroverlast. Nu 470.000 ha, toenemend via 530.000 tot 690.000 ha in 2100.

Droog Nederland: huidig



 droog

Gebaseerd op gebieden met een laagste grondwaterstand dieper dan 1,8 m onder maaiveld: grondwater buiten bereik van plantenwortels, dus grote kans op droogteschade aan grondwaterafhankelijke natuur en aan landbouwgewassen die niet worden beregend. Nu 1.250.000 ha, in een droog klimaatscenario (Wh_{dry}) mogelijk toenemend naar 1.400.000 ha.

3.3 DROOG NEDERLAND

Sommige delen van Nederland waren vanouds al droog: de stuwwallen met grof zand die onze belangrijkste inziggebieden zijn en strategische grondwatervorraden herbergen. De Veluwe, de Utrechts Heuvelrug, de Sallandse heuvelrug, het Montferland en de berg van Nijmegen. Ook langs de Maas, in het Fries-Drents Plateau en in het Limburgse Heuvelland zijn er nog hoge gebieden met permanent diepe grondwaterstanden. In die gebieden vinden we vooral productiebos (Grove den, Fijnspar, Douglas) en natuur (heide, eiken-berkenbos) en slechts zelden landbouw. De afgelopen droge zomers hebben geleid tot een waar kerkhof aan dode sparren, mede omdat het vochtgehalte van deze grove zandgronden te ver terugliep.

Soms is de bodem in zulke gebieden met diepe grondwaterstanden goed vochthoudend (kleefaarde als verweringsproduct van Limburgs krijt), en soms zijn er slecht doorlatende lagen (keileem in het Fries-Drents Plateau), zodat landbouw daar toch mogelijk is; maar alleen door-regen-gevoede landbouw.

Door de diepere ontwatering en dichte afwatering zijn de grondwaterstanden in grote delen van de zandgebieden gedaald. Waar geen water kan worden aangevoerd en gewassen vanuit het grondwater worden berekend is dat het sterkst het geval. En waar waterwinning uit grondwater plaatsvindt zijn hele kuilen in het grondwaterniveau ontstaan, zodat het grondwater daar nog veel dieper zit. Het leidt tot droogte en beken die niet langer worden gevoed door grondwater, maar waaruit water wegzijgt naar de winningen. Door de doorlatendheid van de zandgronden heeft de verlaging van het grondwaterniveau effect tot in de wijde omtrek. Daardoor worden natte natuurgebieden al vele decennia door verdroging geplaagd; een voorbeeld van off-site effecten, of ook wel afwenteling door andere gebruikers in de omgeving.

Ervaring wijst uit dat vooral achtereenvolgende droge jaren funest kunnen zijn voor natte natuurgebieden van onvoldoende omvang en scenario-analyses laten zien dat het gevaar van irreversibele verdroging in de toekomst alleen maar toeneemt. De oorzaken zijn de (te) goede ontwatering en een naar verwachting sterk toenemende onttrekking

van grondwater voor (drink)waterbereiding en beregening in de landbouw, samenhangend met de bevolkingsgroei en toenemende meteorologische droogte.

De getoonde kaarten laten zien waar de laagste grondwaterstanden meer dan 1,80 m onder maaiveld liggen of in de toekomst zullen liggen; ver buiten het bereik van landbouwgewassen en zelfs bomen. De kaarten voor 2050 en 2100 tonen het gevolg van een droog klimaatscenario (Whdry) en sterke groei van de drinkwater- en landbouw-onttrekkingen. We gaan van zo'n 12.500 km² naar ruim 14.000 km²; van 35 naar 40% van ons land. Op de getoonde kaarten zien we dat grote delen van Brabant en de zandgronden van Oost-Nederland nu al heel droog zijn en in de toekomst nog droger worden. Niet-geïrrigeerde grondgebonden landbouw komt dan in de knel; en wel beregenen vanuit grondwater leidt tot een nog snellere daling van het grondwaterpeil. We zien ook dat kleigebieden langs de rivieren (oeverwallen) en in Friesland en Groningen (Het Hooge Land) – en zelfs in de Flevopolders – naar verwachting steeds droger worden.

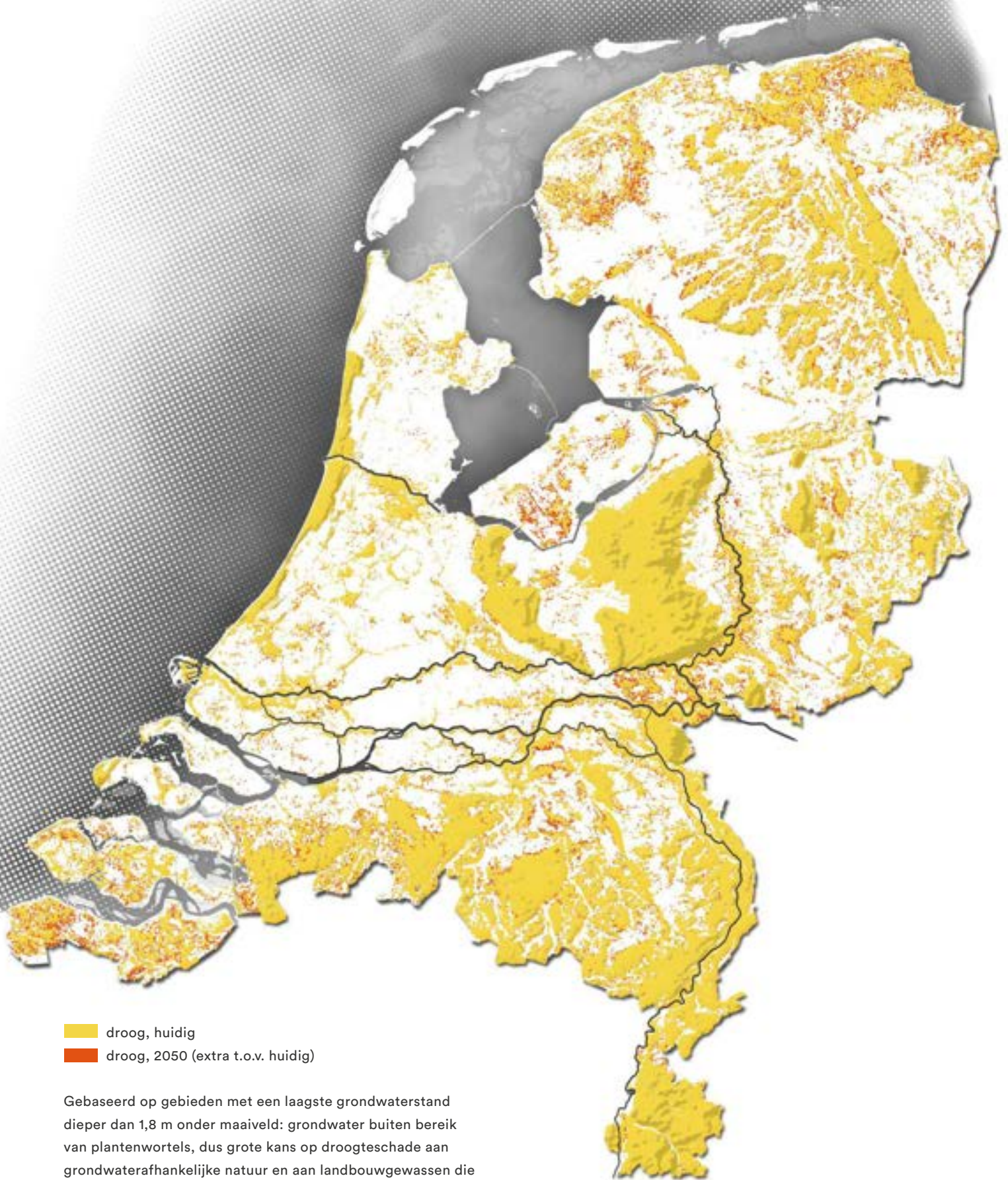
Geschiktheid

De kaart van droog Nederland laat zien waar **grondgebonden landbouw** zonder irrigatie (beregening of druppel-) met opbrengstverliezen rekening moet houden. Dat betekent dat hetzij de gewaskeuze sterk wordt beperkt (tot granen en oliezaden), hetzij irrigatie noodzakelijk wordt (maar dat heeft weer consequenties voor de voorraad in de bodem en dus zowel de ruimere omgeving als volgende jaren). De nu of in de toekomst droge gebieden zijn dus weinig geschikt voor de landbouw.

Voor **wonen, werken en infrastructuur** zijn de droge gebieden mogelijk zeer geschikt. Het gaat hier immers meestal om hoge gronden (dus geen overlap met nat) en zandgronden (dus geen overlap met slap).

Voor **natte natuur** zijn droge gronden vanzelfsprekend weinig geschikt. Wel zijn stuifzand, heide en bos van droge grond (Grove den, in mindere mate Berk) hier mogelijk, maar daarin onderscheidt Nederland zich niet in positieve zin van de rest van Europa.

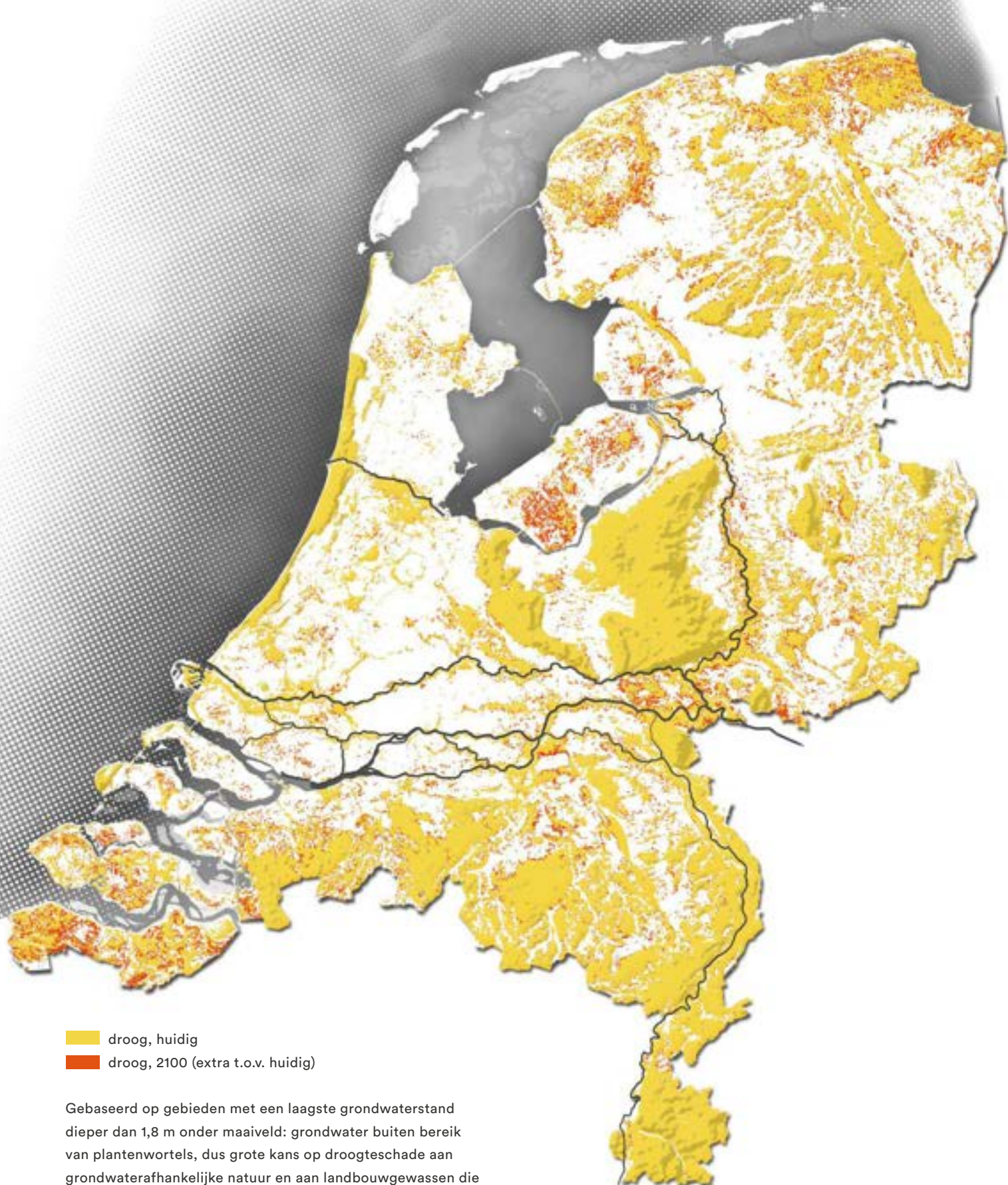
Droog Nederland: 2050



- droog, huidig
- droog, 2050 (extra t.o.v. huidig)

Gebaseerd op gebieden met een laagste grondwaterstand dieper dan 1,8 m onder maaiveld: grondwater buiten bereik van plantenwortels, dus grote kans op droogteschade aan grondwaterafhankelijke natuur en aan landbouwgewassen die niet worden beregend. Nu 1.250.000 ha, in een droog klimaat-scenario (Whdry) mogelijk toenemend naar 1.400.000 ha.

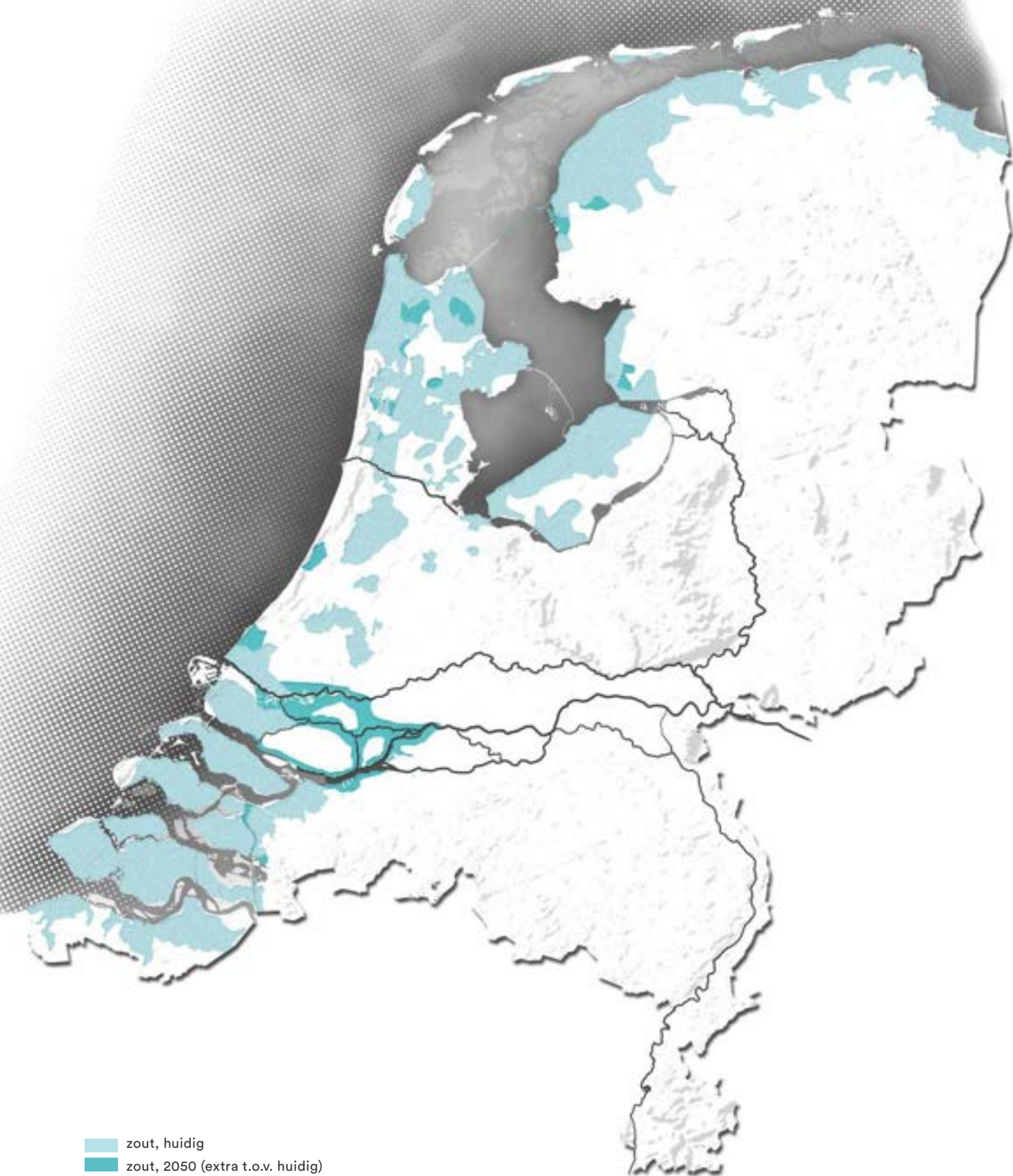
Droog Nederland: 2100



- droog, huidig
- droog, 2100 (extra t.o.v. huidig)

Gebaseerd op gebieden met een laagste grondwaterstand dieper dan 1,8 m onder maaiveld: grondwater buiten bereik van plantenwortels, dus grote kans op droogteschade aan grondwaterafhankelijke natuur en aan landbouwgewassen die niet worden beregend. Nu 1.250.000 ha, in een droog klimaat-scenario (Whdry) mogelijk toenemend naar 1.400.000 ha.

Zout Nederland: huidig + 2050



Gebaseerd op gebieden met zoute of brakke kwel in de sloten

3.4 ZOUT NEDERLAND

Onder grote delen van West- en Noord-Nederland is het grondwater op geringe diepte zout, als erfenis van de transgressie door de zee. Hier bovenop ligt een dunne laag zoetwater, die door de goede ontwatering en de bodemdaling echter steeds meer verloren gaat. Met het droger worden van de zomers bereikt het zoute grondwater steeds vaker de sloten – als zoute of brakke kwel – en op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden ook de wortelzone van planten. In diepe polders, zoals de Flevopolders en de droogmakerijen van Noord-Holland, trekken we dat zoute grondwater versneld naar boven doordat we bemalen.

Langs de kust is er ook nog sprake van een toename van de grondwaterdruk door de hoger wordende zee. De brakke en zoute kwelstromen naar de sloten in de droogmakerijen en polders nemen daardoor toe. Dit treedt op in geheel Zeeland, in de Hollanden, op de Waddeneilanden en in Friesland en Groningen. Met de stijgende zeespiegel worden deze kwelstromen sterker, zoals de kaartjes met de prognoses laten zien. Alleen de hoog opgeslibde ingepolderde kwelders (Het Hooge Land van Groningen) blijven nog enigszins gespaard.

De gevolgen van deze verzilting van de sloten worden nu - waar dat kan - tegengegaan door polders door te spoelen. Daarvoor wordt een groot deel van het door Rijn en Maas aangevoerde water gebruikt. Als we de huidige teelten in de landbouw van zoet water willen blijven voorzien is echter steeds meer doorspoelwater nodig. Dit legt een grote druk op het wateraanvoersysteem. Uitbreiding daarvan vraagt een forse investering, maar de voor aanvoer beschikbare hoeveelheid water is waarschijnlijk eerder beperkend. Hier bestaat een groot gevaar op een *lock-in*, zoals we die feitelijk in Goeree-Overflakkee al zien in de vorm van een grote afhankelijkheid van zoet spoelwater uit het Haringvliet.

Behalve dat deze gebieden sterk afhankelijk zijn van doorspoelwater, zijn diepe polders vaak ook een bron van zout voor andere gebieden. Want de brakke of zoute kwel wordt uitgeslagen op de boezem, die daardoor verontreinigd raakt en niet goed meer bruikbaar is voor watervragers verderop. Er kan dus ook sprake zijn van afwenteling (afhankelijk van locatie en stroomrichting).

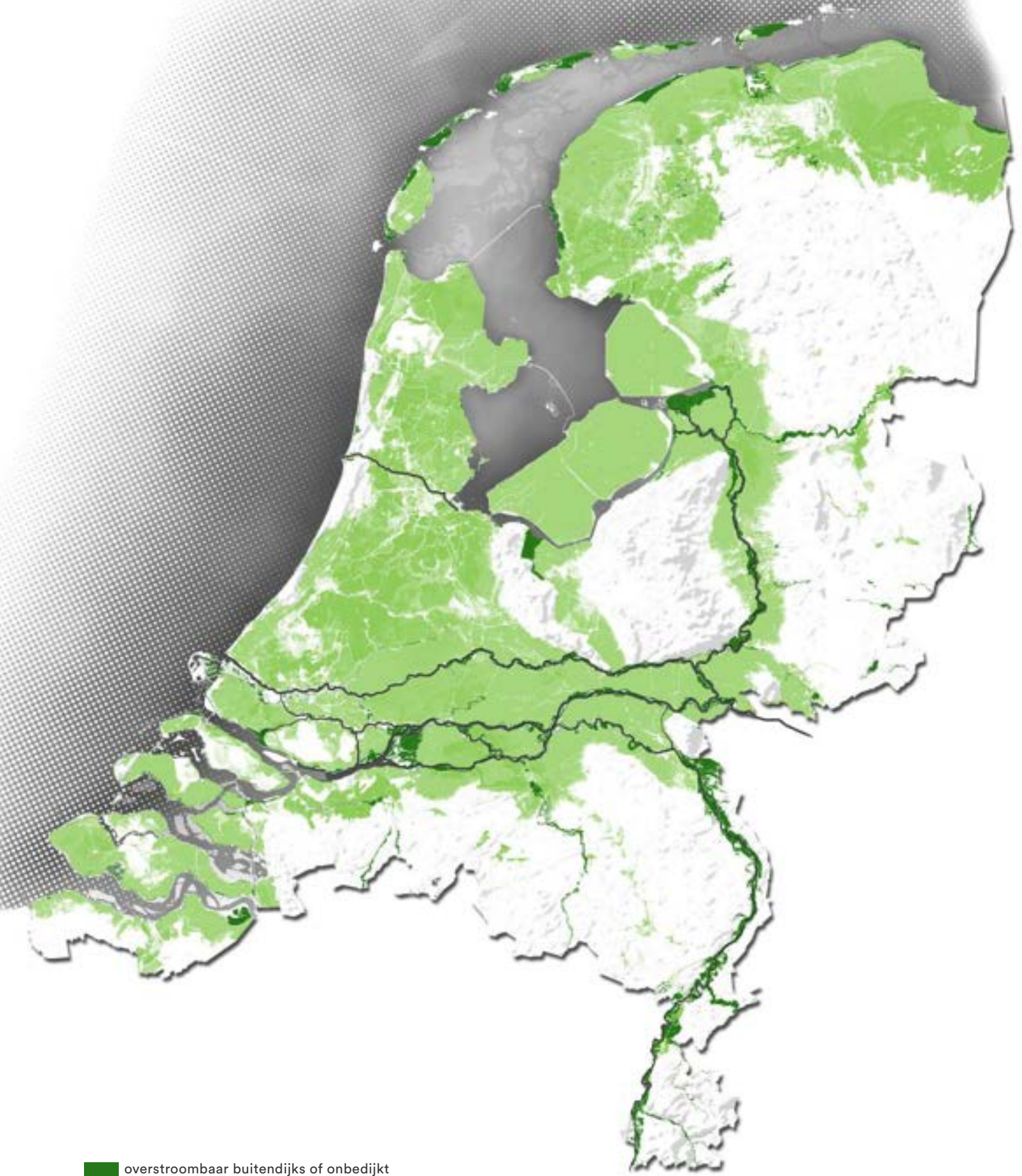
Geschiktheid

Een brakke of zoute sloot is beperkend voor de gewaskeuze in de **vollegroondsakkerbouw**, omdat veel gewassen niet tegen hoge zoutgehalten kunnen. Maar er zijn akkerbouwgewassen die al vroeg in de zomer afrijpen op alleen het neerslagoverschot uit de winter (graan, uien). Ook weidebouw is op brakke gronden nog goed mogelijk, hoewel veedrenking met brak water niet kan. Berekening uit brakke of zoute sloten wordt in ons gematigd klimaat gewoonlijk afgeraden. De geschiktheid voor landbouw is al bij al matig, in ieder geval slechter dan van zoete landbouwgebieden op dezelfde grondsoort.

Voor **wonen en werken** vormen zoute gronden geen beperking, behalve dat zout tot snellere corrosie en aantasting van beton of steen kan leiden: geschikt onder voorwaarden.

Voor **natte natuur** is verzilting evenmin een probleem, zolang de natuurdoelen maar worden aangepast aan de mogelijkheden van de ondergrond. Dus niet koste wat het kost zoetwatergebonden natuurtypen nastreven, maar eerder de natuur die we kennen van kwelders en inlagen. Plan Tureluur (op Schouwen-Duiveland) is een voorbeeld van zeer geslaagde natuurontwikkeling in aansluiting op de zoute kwel langs de Oosterschelde. Zeer geschikt.

Overstroombaar Nederland: huidig



overstroombaar buitendijks of onbedijkt

overstroombaar binnendijks

3.5 OVERSTROOMBAAR NEDERLAND

Ongeveer een derde van Nederland ligt onder de zeespiegel en nog eens bijna een derde kan overstromen vanuit de grote rivieren; in circa 60% van het land is zo sprake van enig overstromingsgevaar vanuit het hoofdwatersysteem. De lage delen van het land kunnen ook nog onderlopen vanuit boezemwateren, als regionale waterkeringen bezwijken. De kans daarop is groter dan die op een dijkdoorbraak, maar de gevolgen zijn beperkt omdat de hoeveelheid water in de boezem eindig is. En er zijn beekdalen waar water uit intense neerslag zich concentreert en tot overstromingen leidt; nog maar enkele jaren geleden ondervonden men hier langs de Geul de gevolgen van.

De mate van gevaar is afhankelijk van de kans op een overstroming en de wijze waarop een overstroming zich voltrekt: de aankomsttijd van het water, de stijgsnelheid, de maximale diepte, de einddiepte en tijdsduur voordat het weer droog wordt. Welke factoren het belangrijkste zijn verschilt; kijken we naar schade of naar (dodelijke) slachtoffers? Daarnaast is uitgebreid onderzoek gedaan voor het Deltaprogramma (Van de Pas et al., 2012) uitmondend in kaarten van overstromingsslachtoffergevaar en overstromingschadegevaar (De Bruijn et al., 2015). In die kaarten zijn alle verschillende overstromingen onder een noemer gebracht: zeldzame catastrofale en frequente ondiepe. Op basis van deze kaarten is ook een ruimtelijke zonering voorgesteld, waarbij lage buitendijkse gebieden (dus niet de duinen) als meest gevaarlijk zijn aangeduid, en als minst gevaarlijk de hoge zandgronden (met de duinen), want die zijn inherent veilig.

In plaats van hier alle ruimtelijke variaties in overstromingsgevaar te tonen (zie daarvoor het Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen: LIWO), volstaan we hier met een kaart die aangeeft wat overstroombaar is, hetzij buitendijks of niet bedijkt, hetzij binnendijks. In het Delta-programma is ingezet op een forse verkleining van de kans op een overstroming (DP-waterveiligheid). De dijken worden versterkt conform in 2017 vastgestelde nieuwe normen, waardoor het in de binnendijkse overstroombare gebieden tot 2050 nog veiliger zal worden.

Maar aangezien de bodem van Nederland plaatselijk blijft zakken en de zeespiegel blijft stijgen, ook na 2050 en waarschijnlijk versnellend, worden de waterdiepten bij overstroming groter als het toch fout zou gaan. Ook komt het water dan verder het land in omdat regionale keringen, wegen en spoorlijnen die nu nog compartimenterend werken, dan overlopen.

Uiteindelijk wordt het dus gevaarlijker, maar dat gaat langzaam. We zullen met dijken nog heel lang in staat zijn de kans op overstromingen heel klein te houden. Maar of we nu deels kiezen voor rivierverruiming of alles met dijkverzwaring, er zal ruimte nodig zijn voor de bescherming tegen overstromingen. Een dijk een meter hoger maken betekent bij taluds van 1:3 deze ook 6 m breder maken. En als er bermen nodig zijn voor grotere stabiliteit, nog veel meer. En dan kunnen we niet volstaan met alleen de primaire waterkeringen, maar moet ook over alle boezemkades worden nagedacht. Dat betekent dat er vanuit hoogwaterbescherming hoe dan ook een forse ruimtevraag voorligt (ter oriëntatie: per meter zeespiegelstijging is tussen 3.500 en 17.500 km² 6 m = 21 – 105 km² (2.100 tot 10.500 ha) nodig voor ‘gewone’ dijken, afhankelijk van meestijgen boezem of niet; en ter vergelijking: Ruimte voor de Rivier heeft langs de Rijntakken 4.400 ha extra buitendijks gebied toegevoegd). Het vrijwaren van voldoende ruimte voor hetzij rivierverruiming, eventueel grotere systeemingrepen (rivierverlegging) en dijkverzwaring vraagt dus anticiperend beleid rond bestemmingen; zeker permanente bestemmingen.

Er wordt vaak gewezen op de toenemende kwetsbaarheid voor overstromingen, en dus een grotere afhankelijkheid van de waterkeringen, als we grootschalige stedelijke ontwikkelingen in Laag-Nederland blijven concentreren. Een meer inherent veilige situatie zou kunnen ontstaan door grootschalige ontwikkelingen voor wonen en werken in niet-overstroombare landsdelen te laten plaatsvinden: van de Randstad naar de Zandstad.

Geschiktheid

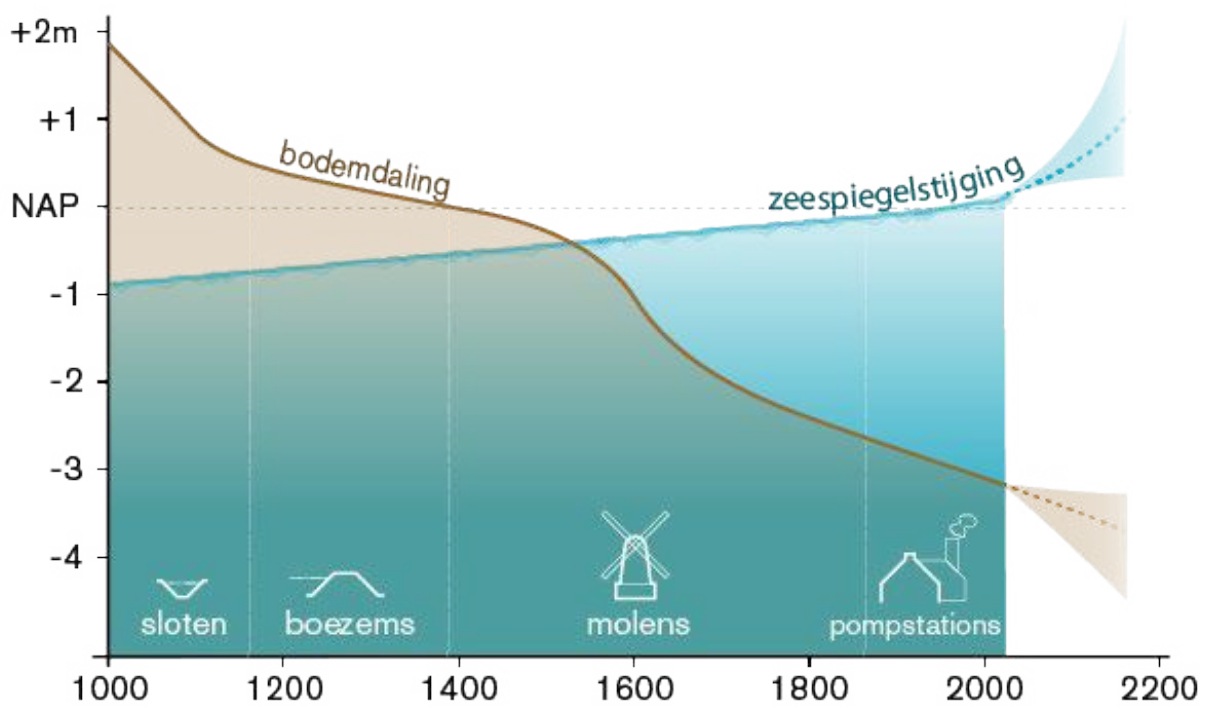
De kaart van overstroombaar Nederland kan als volgt worden geïnterpreteerd voor de drie landgebruikscategorieën:

Voor **grondgebonden landbouw** zijn gebieden die af en toe door zoetwater overstromen zeer geschikt, of deze nu binnen- of buitendijks liggen.

Maar dat geldt natuurlijk niet voor intensieve (pluim)veehouderij of kapitaalintensieve kassenteelt of de teelt van meerjarige gewassen (bomen, fruit). De evacuatie van grote aantallen dieren of de kans op totale verliezen van investeringen vragen veiliger grond dan buitendijkse grond. Voor grondgebonden landbouw bedenke men dat tot de 60-er jaren van de vorige eeuw bewuste inundaties werden gepleegd om verzuring van de grond tegen te gaan en nutriënten aan te voeren. Pas met de komst van kunstmest raakte dit in onbruik. Overstroming met zout water is natuurlijk een heel ander verhaal. Op kwelders is alleen extensieve weidebouw mogelijk, geen akkerbouw. Zomerhoogwaters langs de rivieren zijn landbouwkundig ook minder gewenst, maar raken slechts één oogst en zijn dus overkomelijk. Deels goed geschikt, deels matig geschikt voor grondgebonden landbouw.

Voor **wonen, werken en infrastructuur** zijn de buitendijkse overstroombare gebieden weinig geschikt, en langs rivieren is bebouwing vaak ook niet wenselijk met het oog op het behouden van voldoende afvoercapaciteit. Op kleine schaal kan weliswaar aangepast worden gebouwd, maar dan is extra aandacht nodig voor ontsluiting en cruciale infrastructuur. Dat vraagt dus om lagere dichtheden. De binnendijkse overstroombare gebieden zijn voor wonen en werken weliswaar nu nog geschikt, maar met het oog op de verre toekomst kan men zich afvragen of grootschalige nieuwe uitleglocaties hier wenselijk zijn.

Voor **natte natuur** worden de buitendijkse overstroombare gebieden alom zeer geschikt geacht en als zodanig zijn ze vaak ook aangewezen: de uiterwaarden, de wadden, kwelders en gorzen, de Biesbosch, de IJsseldelta: ze staan alle op de lijst zeer waardevolle natte natuurgebieden, ook vanuit internationaal perspectief (*flyway Europe* voor trekvogels). Maar ook beekdalen (Vecht, Roer, Geul, Gulp) en binnendijkse delen van het rivierengebied en langs de kust lenen zich uitstekend voor natte natuur; van matig voedselrijke hooilanden en broekbossen tot relatief voedselrijke milieus (komgrondreservaten, *re-peatng areas* in laagveen).



Illustratie toenemend hoogteverschil tussen land en zee

De nieuwe fysiografische kaart van Nederland

LEGENDA

- Slap/nat (veen) (+ overstrombaar)
- Slap/nat (veen) + zout (+ overstrombaar)
- Zettingsgevoelig (klei) + overstrombaar
- Zettingsgevoelig (klei) + zout + overstrombaar

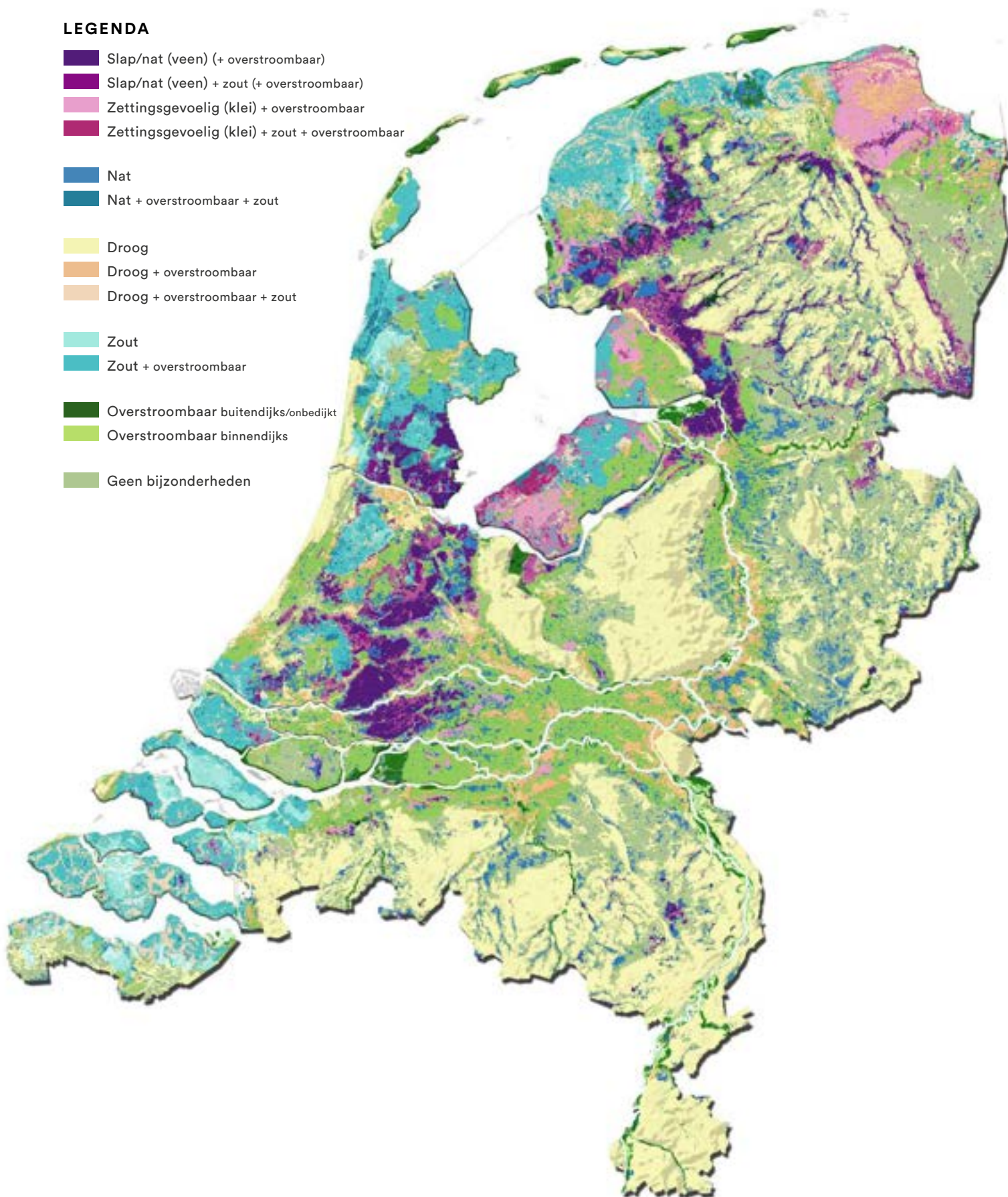
- Nat
- Nat + overstrombaar + zout

- Droog
- Droog + overstrombaar
- Droog + overstrombaar + zout

- Zout
- Zout + overstrombaar

- Overstrombaar buitendijks/onbedijkt
- Overstrombaar binnendijks

- Geen bijzonderheden



4. De nieuwe fysiografische kaart van Nederland

Op grond van de ruimtelijke analyse van de 5 urgente en voorzienbare knelpunten rond water en bodem, nu en in de toekomst, kan een nieuwe fysiografische kaart van Nederland worden samengesteld. Die wordt hiernaast getoond voor alleen de huidige situatie. De kaart is tot stand gekomen door het combineren van de eerder besproken – voor grootgrondgebruikers relevante – eigenschappen van bodem en (grond)water.

De kaart toont waar één of meer van de eerder besproken eigenschappen van (grond)water en bodem voorkomen en eventueel samenvallen (stapelen). We hebben daarbij dezelfde eenvoudige klassenindeling aangehouden. Dat wil zeggen dat natte, droge, zoute, slappe, zettingsgevoelige en overstroombare gebieden alle op dezelfde kaart zijn weergegeven.

- We zien dan droge en buitendijkse/onbedijkte gronden als enkelvoudige eenheden voorkomen. Voor droge gronden is dat logisch, want droog is vaak hoog en dus niet ook nat of slap. Die droge gronden zien we vooral op de hoge zandgronden van Zuid- en Noordoost Nederland, maar ook de duinen en de stuwwallen zijn natuurlijk droog.
- Maar we zien ook dat droge gronden in zowel het overstroombare als niet-overstroombare deel van het land voorkomen. Dat betekent dat ook Laag-Nederland door de diepe drainage van kleigronden steeds droger wordt.
- Natte gronden treffen we vooral in het overstroombare deel van het land aan, veel vaker dan in het niet-overstroombare deel. En nat gaat vaak samen met hetzij zettingsgevoelig (vaak klei) hetzij slap (veen). Nat valt in de praktijk nooit samen met droog. Met de combinatie slap, nat, zout en overstroombaar hebben we de situatie in beeld die voor groot-schalige stedelijke ontwikkeling en grondgebonden landbouw de meeste beperkingen met zich meebrengt. Daar staat tegenover dat natte natuur daar natuurlijk prima kan gedijen.
- Zoute kwel zien we vaak samenvallen met nat, al dan niet slap of zettingsgevoelig.
- En gebieden zonder bijzonderheden zijn er eigenlijk niet zo veel.

Hoewel sommige simulaties niet alleen waren uitgevoerd voor de huidige situatie, maar ook voor twee toekomstige situaties (2050 en 2100), tonen we geen kaarten voor toekomstige situaties. Daarvoor zijn twee redenen. Ten eerste omdat niet van alle eigenschappen prognoses beschikbaar zijn en sommige een veel verdere tijdshorizon vragen; ten tweede omdat de prognoses niet alleen berusten op veranderend klimaat, maar ook op veronderstelde grotere onttrekkingen van grond- en oppervlaktewater voor drinkwater en beregening in de landbouw. Ze zijn dus afhankelijk van het veronderstelde scenario, ook ten aanzien van watergebruik (cf. Deltaprogramma), maar daarmee niet geheel neutraal en feitelijk meer.

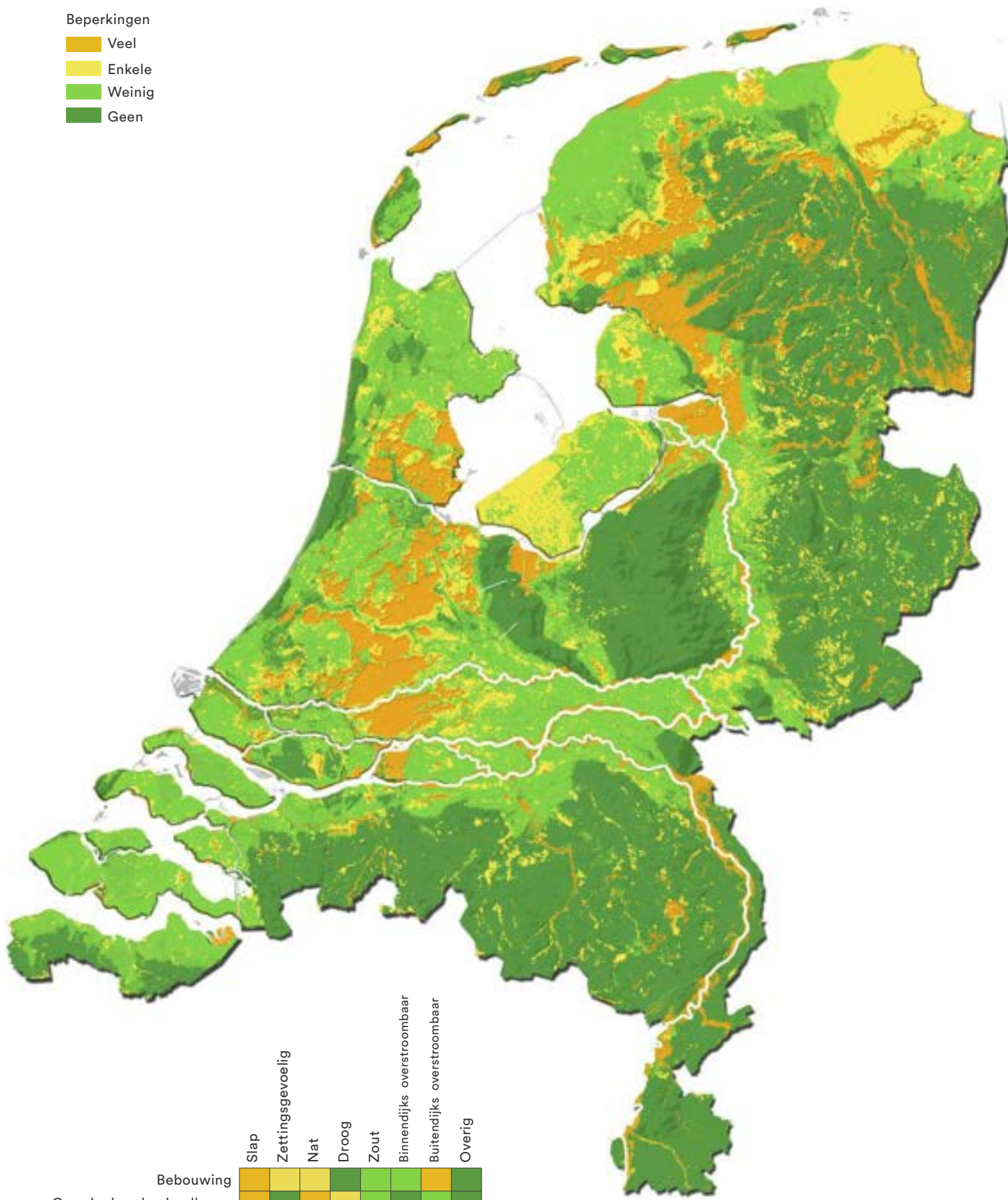
Toch valt er wel iets te zeggen over trends in de tijd. De eerder getoonde losse kaarten lieten immers zien dat de arealen nat, droog en zout toenemen. Dat weerspiegelt dat de verschillen tussen de seizoenen extremer worden en geeft aan dat gebieden van de tussencategorie - waar weinig beperkingen bestaan - kleiner worden. Zo zagen we – bij ongewijzigd beleid – een toename van natte gronden tot 20% van het land en van droge gronden tot 40% van het land. Dat betekent dat het voor landbouw geschikte areaal van vochtige gronden dus kleiner wordt. Tegelijkertijd zien we ook in de prognoses een vergelijkbaar ruimtelijk patroon terug (als in de huidige situatie), hetgeen de achterliggende idee van de lagenbenadering ondersteunt: de ondergrond biedt in grote lijnen een stabiele basis die de rest van deze eeuw persisteert.

De lange-termijnontwikkeling van het overstromingsgevaar en het voortbestaan van ons land zoals we het kennen is echter een ander geval: deze verandering is niet direct merkbaar, maar is wel voorzienbaar. Daarop reageren wordt pas als dringend ervaren als het ergens fout gaat en er een desastreuze overstroming optreedt; zo leert de geschiedenis van zowel onze Biesbosch (Elisabethsvloeden 1421 en 1425) als van de overstromingsrampen van 1916 en 1953. Maar het gevaar bestaat dat we intussen niet bijsturen en ons steeds verder in een *lock-in* situatie begeven.

Geschiktheidskaart: bebouwing (grootschalige woon- en werklocaties)

Beperkingen

- Veel
- Enkele
- Weinig
- Geen



	Slap	Zettingsgevoelig	Nat	Droog	Zout	Binnendijks overstroombaar	Buitendijks overstroombaar	Overig
Bebouwing								
Grondgebonden landbouw								
Natte natuur								

5. Over toepassing van de kaart

De fysiografische kaart is bedoeld voor gebruik in een dialoog over de gewenste toekomstige ruimtelijke inrichting van Nederland, vanuit de idee van de lagenbenadering. Dat wil zeggen dat het ruimtegebruik (occupatie- en netwerklagen) wordt afgestemd op de ondergrond. In die functie presenteren wij deze nu ook, waarbij wordt aangekend dat de voorliggende kaart in een snelle actie tot stand is gekomen.

De behoefte aan zo'n dialoog over de gewenste toekomstige ruimtelijke inrichting van Nederland wordt vooral ingegeven door enkele grote ruimtevragers:

- Een urgente vraag naar 800.000 tot 1.000.000 nieuwe woningen (circa 26.000 ha);
- Een voorziene noodzakelijke transitie in de landbouw, die momenteel ongeveer 65% van het landoppervlak gebruikt (cf. CBS);
- Een beloofde vergroting van het areaal natuur (van 14% nu tot tenminste 17% van het landoppervlak cf. afspraken op de biodiversiteitstop van de Verenigde Naties) en een verbetering van de standplaatscondities in bestaande Natura2000-gebieden en herstel van de biodiversiteit in het gehele landelijk gebied;
- De noodzaak tot een energietransitie, met ook opwekking op land (wind en zon; geschat op 22.000 ha).

Bij een zoektocht naar hoe die transitie en ontwikkelingswensen het meest duurzaam te faciliteren, is een eenvoudige landevaluatie (suitability assessment) op basis van de nieuwe fysiografische kaart een eerste hulpmiddel. Landevaluatie lag ten grondslag aan de vorige ronde landinrichting en is in de 70-er jaren ontwikkeld aan de Landbouwhogeschool Wageningen en de diverse onderzoeksinstituten van het ministerie van LNV (nu WUR) en bij het ITC en de FAO. Zo'n landevaluatie levert geschiktheidskaarten op, die inzicht geven hoe grondgebonden gebruiksfuncties weer beter kunnen worden gefundeerd op de fysieke ondergrond. Waarbij we aantekenen dat die huidige fysieke ondergrond deels door ons gebruik is beïnvloed; en dat de grondwatersituatie daarin

waarschijnlijk deels kan worden hersteld via het waterbeheer.

Bij de bespreking van de afzonderlijke ontwikkelingen is hierboven al één en ander gezegd over de geschiktheid voor grondgebonden landgebruik. Hier vatten we dat nog eens samen in enkele kaarten voor:

- grootschalige woon- en werkgebieden (stedelijke uitleg),
- grondgebonden niet-geïrrigeerde landbouw,
- natte natuur.

Hoe meer beperkingen bodem en water op een bepaalde plaats met zich meebrengen, des te minder geschikt voor die landgebruiksfunctie.

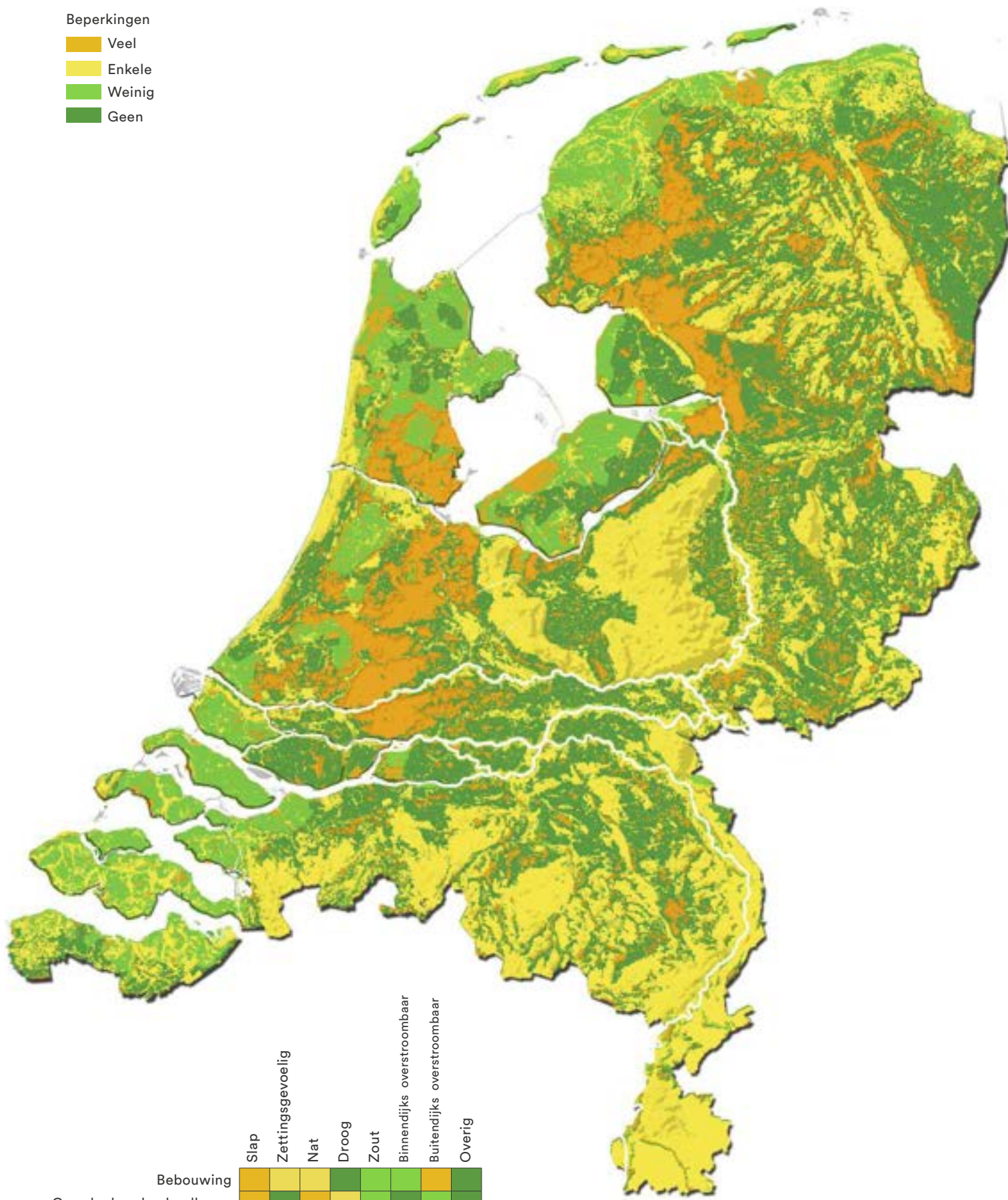
De kaart voor de ontwikkeling van **grootschalige woon- en werklocaties** laat zien dat er vanuit water- en bodemeigenschappen nauwelijks of geen beperkingen zijn op juist de hoge zandgronden, terwijl in het westen en noorden van het land op grote oppervlakken beperkingen bestaan die samenhangen met een slappe of zettingsgevoelige ondergrond, forse kans op wateroverlast en gevaar van overstroming. Die beperkingen zien we in de zandgebieden ook wel, maar dan geconcentreerd langs de rivieren en in de vele beekdalen, die eruit springen. De echt hoge zandgronden zijn inherent veilig en stedelijke en infrastructuurontwikkeling is er relatief gemakkelijk en daardoor goedkoper.

De kaart die de geschiktheid voor **grondgebonden landbouw** toont, geeft aan dat op veel plaatsen nu al sprake is van eigenschappen van bodem en (grond)water die de teeltkeuze beperken. Daar kan – zeker door een flexibele landbouwsector – op worden ingespeeld, maar de kaart geeft ook aan dat men in sommige delen van het land misschien verandering van het landgebruik zou moeten overwegen. Zeker waar de bodem hard daalt door veenoxidatie (met CO₂-uitstoot) en het eigenlijk nauwelijks rendabel boeren is. En zoals al vermeld: de prognoses voor de toekomst geven aan dat het in de toekomst plaatselijk droger wordt, en elders juist natter en/of zouter.

Geschiktheidskaart: grondgebonden landbouw

Beperkingen

- Veel
- Enkele
- Weinig
- Geen



	Slap	Zettingsgevoelig	Nat	Droog	Zout	Binnendijks overstrombaar	Buitendijks overstrombaar	Overig
Bebouwing								
Grondgebonden landbouw								
Natte natuur								

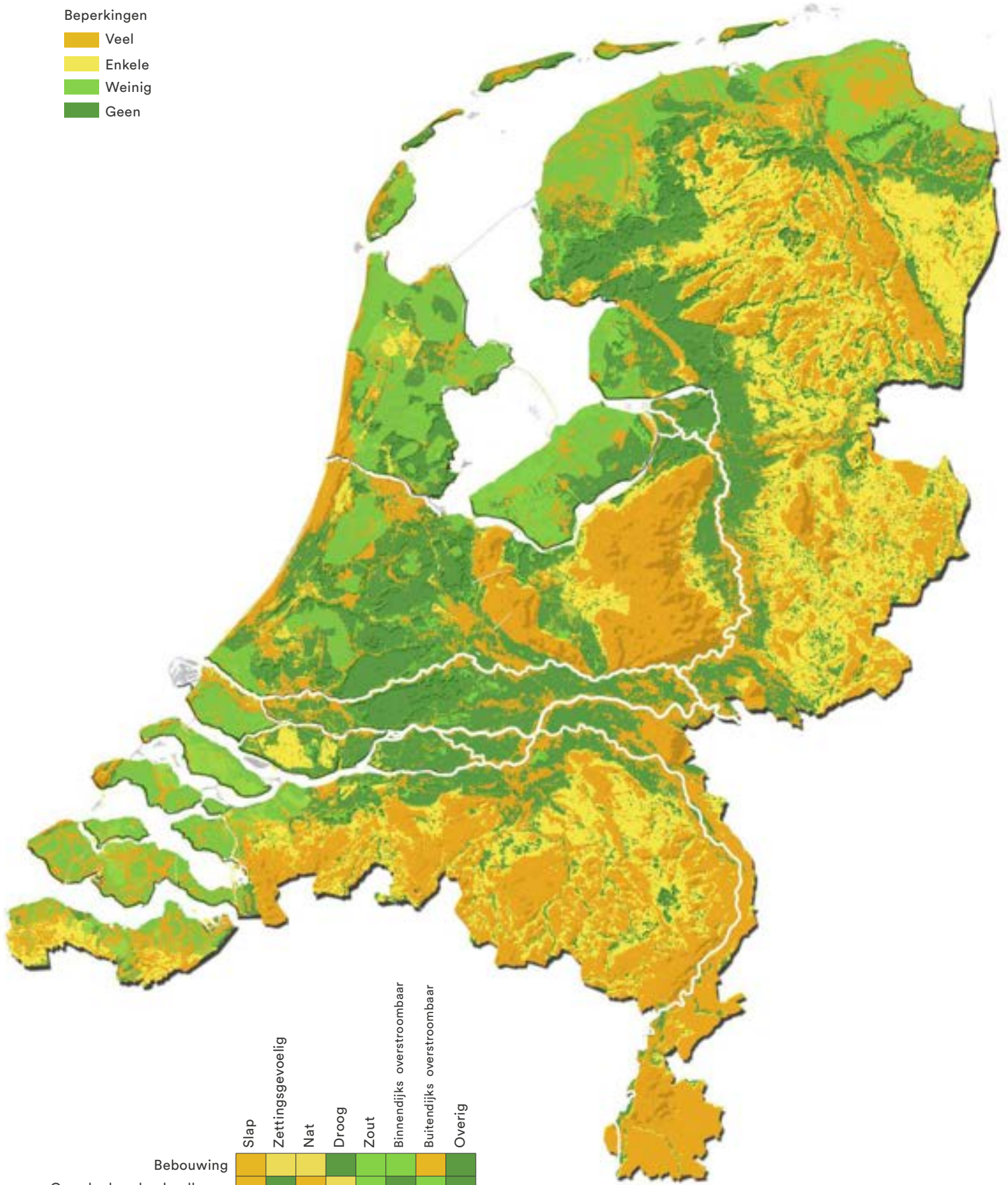
De kaart die de geschiktheid voor **natte natuur** weergeeft is een contramal van die voor groot-schalige bebouwing. Met zeer geschikte kernen in de laagveengebieden van West- en Noord-Nederland. Daarbij wordt aangetekend dat we hier naar natte natuur hebben gekeken, want voor droge natuur geldt natuurlijk iets anders (die ligt nu vaak net waar het ook voor wonen en werken zeer geschikt is). Natte natuur is vanuit internationaal opzicht meer gewaardeerd dan droge en kan uitstekend worden ontwikkeld op gronden die nu juist het minst geschikt zijn voor landbouw of wonen, omdat ze hetzij zout, hetzij nat en slap zijn. In Hoog-Nederland zien we ook op deze kaart de beekdalen er weer uitspringen, maar nu als geschikt.

De getoonde geschiktheidskaarten vormen natuurlijk slechts een partiële basis voor ruimtelijke ordening. Want als het over water gaat geven ze nog geen inzicht in de onderlinge beïnvloeding en afhankelijkheden van ruimtelijk steeds dichternaast en door elkaar gelegen gebruiksfuncties via het grond- of oppervlaktewater. Daarvoor is het bundelen van soortgelijke gebruiksfuncties in grotere ruimtelijke eenheden en het ruimtelijk scheiden van onverenigbare functies (zoning) op de juiste ruimtelijke schaal gewenst (zie ook Bakker et al., 2021).

Geschiktheidskaart: natte natuur

Beperkingen


- Veel
- Enkele
- Weinig
- Geen



	Slap	Zettingsgevoelig	Nat	Droog	Zout	Binnendijks overstroombaar	Buitendijks overstroombaar	Overig
Bebouwing								
Grondgebonden landbouw								
Natte natuur								

Epiloog


Om de dialoog over een duurzamer ruimtelijke inrichting ook op andere ruimtelijke schalen goed te kunnen ondersteunen zijn onderliggende kaarten en gedetailleerdere gegevens relevanter dan de hier getoonde. Deze informatie is op regionale schaal beschikbaar, evenals de kennis voor een juiste interpretatie. Het is ook mogelijk om in meer detail te kijken naar de verschillende landgebruiksfuncties, door bijvoorbeeld onderscheid te maken tussen verschillende soorten natuur, landbouwbedrijfstypen en bebouwing. De in dit document getoonde kaarten moeten daarom vooral worden gezien als een eerste aanzet tot dialoog en om de relevantie van kennis over ondergrond en water voor de langetermijnontwikkeling nog eens onder de aandacht te brengen, vanuit de waarneming dat nog overwegend vanuit de korte-termijnbehoeften van de vele ruimtevragers wordt geredeneerd.

 *interactieve kaart*
klik aan!



	uit	huidig	2050	2100
slap	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
nat	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
droog	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
zout	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
overstroombaar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

	uit	huidig	plannen	
bebouwing	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
achtergrond	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	uit	wit	zwart	groen

 *interactieve kaart*
klik aan!



Bronnen

- Anonymus (RWS Waterdienst, Deltares en H+N+S Landschapsarchitecten), 2012. Nederland in Zicht. Water en ruimtelijke ontwikkeling in Nederland: de diagnose. Ministerie V&W, Den Haag.
- Bakker, M., W. de Vries, G. Ros, H. Kros, T. Kuhlman, B. Mashhoodi, S. de Vries & J-Ph. Witte, 2021. Zoneren biedt landbouw toekomstperspectief. Tijdschrift Milieu – Dossier, april 2021.
- College van Rijksadviseurs, 2018. Panorama Nederland. College van Rijksadviseurs, Den Haag.
- De Bruijn, K. M., F. Klijn, B. van de Pas & C. T. J. Slager (2015). Flood fatality hazard and flood damage hazard: combining multiple hazard characteristics into meaningful maps for spatial planning. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 15, 1297–1309, doi:10.5194/nhess-15-1297-2015
- De Mulder, E.F.J., M.C. Geluk, I.L. Ritsema, W.E. Westerhof & T.E. Wong, 2003. De ondergrond van Nederland. Noordhoff Uitgevers B.V.
- Haasnoot, M., L.M. Bouwer, F. Diermanse, J.C.J. Kwadijk, A. van der Spek, G. Oude Essink, J. Delsman, O. Weiler, M. Mens, J. ter Maat, Y. Huismans, K. Sloff & E. Mosselman, 2018. Mogelijke gevolgen van versnelde zeespiegelstijging voor het Deltaprogramma. Een verkenning. Deltares rapport 11202230-005-0002.
- Massop, H. Th. L., C. Kwakernaak & P.J.T. van Bakel, 2012. Fysieke onderlegger voor het Deltaprogramma. Kansen voor waterconservatie in regionale stroomgebieden. Alterra-rapport 2287, Wageningen.
- Milieu- en Natuurplanbureau (MNP), 2007. Nederland Later. Tweede Duurzaamheids-verkenning, deel Fysieke leefomgeving Nederland. MNP, Bilthoven.
- McHarg, I., 1969. Design with nature. 25th Anniversary Edition, 1995, Wiley.
- Ministeries van VROM, LNV, V&W en EZ, 2008. Nota Ruimte. Den Haag.
- Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur (RLI), 2020. Stop bodemdaling in veenweidegebieden. Het Groene Hart als voorbeeld. RLI, Den Haag.
- Syvitski, J.P.M., A.J. Kettner, I. Overeem, E.W.H. Hutton, M.T. Hannon, G.R. Brakenridge, J. Day, C. Vörösmarty, Y. Saito, L. Giosan & R.J. Nicholls, 2009. Sinking deltas due to human activities. *Nature Geosciences* 2: 681–686
- Sweco 2021. Ruimte voor de toekomst. Flexibel invullen van investeringsopgaven om effecten van zeespiegelstijging in de toekomst te kunnen opvangen. White paper, Sweco.
- Van de Pas, B., K. Slager, K.M. de Bruijn & F. Klijn (2012). Overstromingsrisicozonering. Fase 1 en 2: Het identificeren van overstromingsgevaarzones. Deltares-rapport 1205160, Delft. 97 pp.
- Wageningen University & Research (WUR), 2019. Een natuurlijkere toekomst voor Nederland in 2120. Wageningen.
- White, G.F., 1945. Human Adjustment to Floods. Department of Geography Research Paper no. 29. The University of Chicago, Chicago
- WL (WL| delft hydraulics), 2000. Ruimte voor water: op welke gronden? Brochure, WL, Delft.
- WLO- Werkgroep Integraal Waterbeheer, 1991. Water in balans. Reeks Landschapsstudies 15, Pudoc, Wageningen.
- Witte J-Ph., P. de Louw, R. van Ek, R. Bartholomeus, G. van den Eertwegh, H.K. Gilissen, M. van Rijswick, G. Beugelink, R. Ruijtenberg, W. van der Kooij, 2020. Aanpak droogte vraagt transitie waterbeheer. *Water Governance* 03/2020: 120-131
- OLRT (Ontwerplaboratorium Rijntakken, Bureau BoschSlabbers voor Atelier X), 2017. Vizeer op de Rivier. Werkboek Ontwerplaboratorium Rijntakken 2017.

COLOFON

Werkgroep

Gerard Blom (Deltares), Nikéh Booister (Sweco), Alex Hekman (Sweco), Ad Jeuken (Deltares), Frans Klijn (Deltares), Stijn Koole (BoschSlabbers), Marjolein Mens (Deltares), Mark Niesten (Deltares), Cor Simon (BoschSlabbers), Marcel Taal (Deltares). Met grafische ondersteuning door Koen Bakker (BoschSlabbers) en Janneke Pouwels (Deltares).

Reflectiegroep

Lilian van den Aarsen (Staf Deltacommissaris), Michaël van Buuren (WEnR/WUR), Harm Duel (Deltares), Ron Franken (PBL), Frank van Gaalen (PBL), Marjolijn Haasnoot (Deltares), Tertius Hanekamp (CRa), Bas Kolen (HKV), Gerda Lenselink (Deltares), Perry de Louw (Deltares), Hasse Goossen (Climate Adaptation Services), Judith ter Maat (Deltares), Harold van Waveren (RWS), Renske de Winter (Deltares).

Auteursrecht, gebruiksrecht

Copyright © Deltares 2021

Kopiëren en distribueren van dit essay of ongewijzigde delen daarvan wordt aangemoedigd, mits onder verwijzing naar de oorspronkelijk publicatie.

Graag als volgt citeren:

Deltares, BoschSlabbers & Sweco, 2021. Copyright © Deltares 2021. Op waterbasis; grenzen aan maakbaarheid van ons water en bodemsysteem.