De WBS Atlas van Gelderland

Groeidocument, versie 10 februari 2023

Inhoud

1 Inleiding 5

2 Redeneerlijn in het kort 7
2.1. Systeemdenken 7
2.2. Meebewegen met de natuur 9
2.3. Erfgoed en klimaatadaptatie 9

3 Water en Bodem in Gelderland 11
3.1. Oppervlaktewater 11
3.2. Grondwater 15
3.3. Bodem 19
3.4. Ondergrond 23
3.5. Basiskaart WBS Gelderland 25

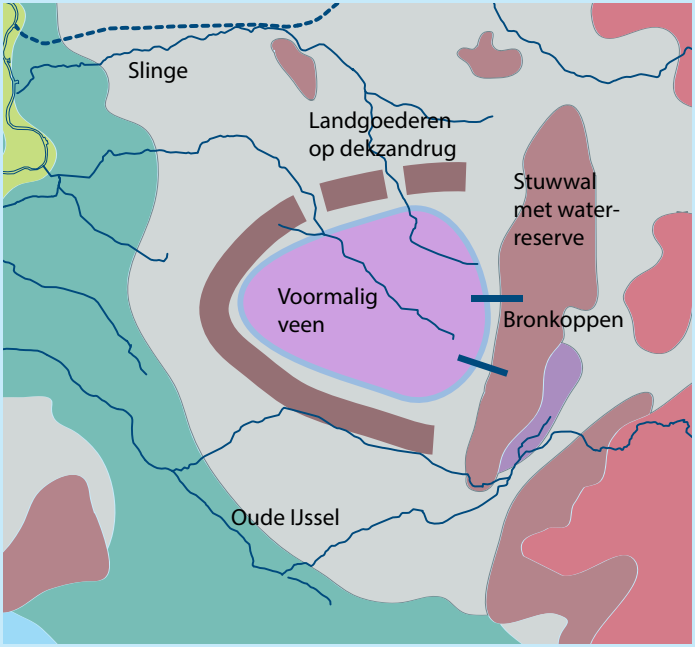
4 Dynamiek 31
4.1. Ontstaan van het natuurlijke systeem 31
4.2. Erfgoed: dynamiek door menselijk ingrijpen 33
4.3. Huidige dynamiek 35
4.4. Klimaatveranderingen (dynamiek van de toekomst) 41

5 Grondgebruik 45
5.2. Landbouw 47
5.3. Natuur 49

6 Landelijke toekomstvisies 51
6.1. Toekomstatelier NL (College Rijksadviseurs) 51
6.2. Een natuurlijkere toekomst voor Nederland in 2100 (WUR) 53
6.3. Natuurverkenning 2050, scenario Natuurinclusief (PBL) 55
6.4. Op waterbasis (Deltares, Bosch en Slabbers, Sveco) 57

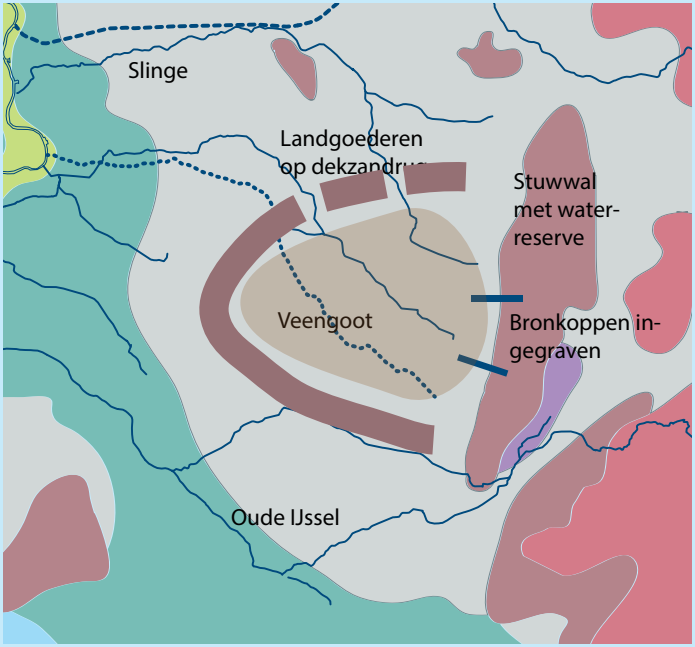
7 Overzicht adviezen 59

Colofon 60



Droogte in de Achterhoek
De droogte in landbouw en landgoederen op de dekzandgebieden van de Achterhoek kan alleen opgelost worden vanuit inzicht in het natuurlijke systeem.

Vroeger functioneerde het gebied als volgt: de watervoorraad onder de stuwwal vloeide via bronnen naar het veengebied. Dit gebied had een grote sponswerking, dat water geleidelijk aan de beken afgaf. Deze hadden het hele jaar door water dat het naar de IJssel werd afgevoerd. Het water aangevuld vanuit lokale beekjes en sloten.



Het veengebied is ontgonnen, waardoor de sponswerking is verdwenen. De watervoorraad onder de stuwwal is verminderd door drinkwaterwinning en door het verlagen van de bronkoppen. Door het graven van de Veengoot stroomt het gebiedswater in de winter extra snel uit het gebied. Individuele boeren pompen grondwater op, waardoor de waterstand extra verlaagt.

Meebewegen met natuur betekent het op peil brengen van de watervoorraad onder de stuwwal, mede door het ophogen van de bronkoppen en het verminderen van waterwinning. Het voormalige veen kan niet hersteld, wel kan door extensieve landbouw en natuur de sponswerking verhoogd. Individueel oppompen kan worden afgebouwd. Door dempen van de Veengoot en meandering van beken kan het water langer in het gebied worden vastgehouden, ook door waterberging in de beekdalen te optimaliseren.

1 Inleiding

Nederland, en daarmee ook Gelderland, staat voor grote uitdagingen die raken aan het gebruik en de verdeling van onze schaarse ruimte. De transitie van de landbouw, de versterking van onze natuur, de energietransitie en de woningbouwopgave zijn alle urgente opgaven, die stuk voor stuk verstrekkende gevolgen hebben voor de wijze waarop we onze ruimte ordenen, gebruiken en beheren.

Bij deze complexe opgaven staat het water en bodemsysteem centraal als sturend principe. Middels de Tweede Kamer brief van 25 november 22 is uiteengezet welke uitgangspunten en richtinggevende keuzes onderdeel zijn van dit principe. De provincie Gelderland geeft uitwerking aan deze brief via verschillende sporen. Water en bodem sturend is onderdeel van het Ruimtelijk voorstel, de regioarrangementen en het Gelderse programma Landelijk gebied. Qua inhoud zijn er meerdere sporen dit deze processen faciliteren. Allereerst is er een vertaling gemaakt van de Tweede Kamerbrief Water bodem sturend voor de Gelderse situatie. Aanvullend daaraan wordt deze atlas ontwikkeld. Ten aanzien van samenwerking en kennisdeling wordt gewerkt aan een Gelders samenwerkingsnetwerk waarin overheden, markt, onderwijs en kennisinstituten samenwerken.

Inhoud

Deze atlas behandelt de WBS inhoud. Ze gaat in op inhoudelijke aspecten van het Gelderse systeem van water bodem. Eerst een redeneerlijn in hoofdstuk 3. De opzet én de dynamiek van het systeem worden toegelicht in de hoofdstukken 3 en 4. De relatie van het systeem met grondgebruik (met name bebouwing, landbouw en natuur) komt aan de orde in hoofdstuk 5. WBS vraagt een transitie in planvorming, vanuit een nieuw perspectief, richtinggevend zijn een aantal landelijke toekomstvisies, die in hoofdstuk 6 worden behandeld. We ronden af met een samenvatting van adviezen.

Inkadering

Deze atlas moet gezien worden als één van de vele bouwstenen om te komen tot een goede kennisbasis, het goede gesprek en als onderbouwing van keuzes. Ze vormt verder inspiratie en de basis voor het gesprek in de regio's en tussen de regio's onderling.

Deze atlas is tot stand gekomen in samenspraak met het Rijk, Waterschap Vallei en Veluwe, Waterschap Rivierenland, Hogeschool Van Hall Larenstein, stichting CAS (Climate Adaptation Services) en de WUR.

Deze atlas is niet 'af'. We kunnen aan de atlas nieuwe thema's en inzichten toevoegen zodat deze atlas meer waarde krijgt en beter kan worden benut. In deze Atlas zijn daarom ook adviezen opgenomen. Die helpen bij het verbeteren van de Atlas en het toepassen daarvan.

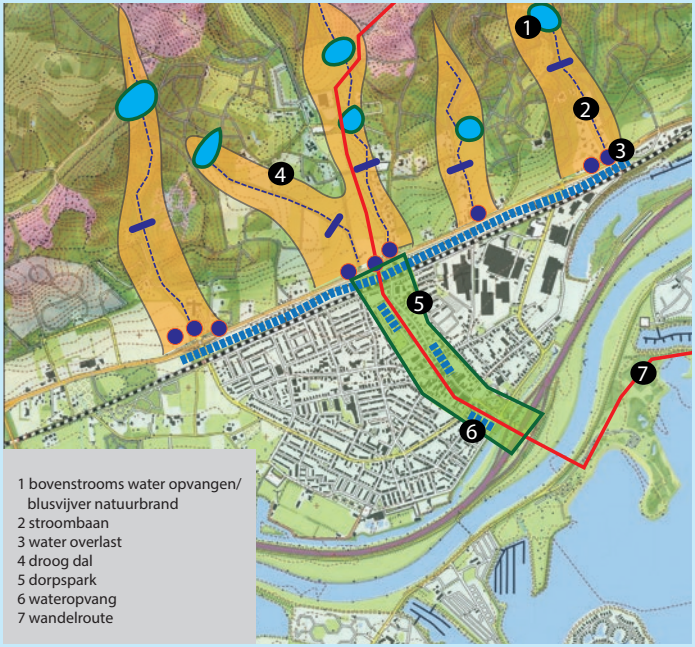
Water en bodem sturend of het natuurlijk systeem sturend?

Het principe water en bodem sturend is inmiddels ingeburgerd en wordt omarmd. Toch leidt het tot interpretatieruimte en verschillende beelden.

In dit stuk wordt vooral gesproken over het 'natuurlijk systeem'. Water en bodem zijn vaak in samenhang ontstaan en functioneren ook gezamenlijk. Maar het natuurlijk systeem omvat meer dan water en bodem, ook natuur/ biodiversiteit en de dynamiek tussen water, bodem en flora en fauna horen daarbij. Ze ontwikkelen zich samen en in samenhang en kunnen niet zonder elkaar.

Het natuurlijke systeem is 'wat de aarde ons gegeven heeft'. Vegetaties kunnen niet leven zonder bodem en water. Vegetaties geven voedsel en een leefomgeving aan dieren. Ze vormen daarmee de basis voor de voedselpiramide en het leven op aarde als geheel (waar de mens onderdeel van is).

Wateroverlast in Rheden
Op een aantal plekken ten noorden van het dorp Rheden zijn meldingen binnengekomen van wateroverlast. Het water kan op technische manier worden weggevoerd met grindkoffers (tekeningen indicatief).



De plekken liggen bij de monding van droogdalen vanaf de Veluwe. Het water stroomt al duizenden jaren van de stuwwal naar de rivier. Door aanleg van weg en spoorlijn is deze afvoer verstoord.

Meebewegen met de natuur is dat deze afstroom wordt hersteld. Dit kan gebeuren via een dorpspark centraal in het dorp, waarin ook waterberging plaats kan vinden. Het parkje reduceert hittestress en kan aan gezondheid bijdragen een doorgaande wandelroute die Veluwe en rivier met elkaar verbindt. Ook erfgoed helpt, bovenstroomse vijvers (zoals vroeger gebruikt bij watermolens) houden water vast en leveren bluswater bij natuurbranden in de bossen.

2 Redeneerlijn in het kort

2.1. Systeemdenken

Het sturen van ruimtelijke planprocessen vanuit het systeem van water en bodem kan op allerlei manieren plaatsvinden.

- *Realisatie of beheer: sturen op geschiktheid*
  Je kunt kijken of de situatie van water en bodem geschikt is om een boom te planten of een huis te bouwen. Veengrond is minder geschikt voor bebouwing, omdat daardoor de bodemdaling wordt versterkt en het risico op wateroverlast en schade aan woningen en infrastructuur toeneemt. Een eik kun je beter planten op zandgrond, op klei groeit hij minder goed. Beuken zijn gevoeliger voor verdroging dan eiken.

- *Beleid en visies: sturen op ruimtelijke structuren en kwaliteiten*
  Ruimtelijke processen kunnen gericht zijn op de functies (landbouw, wonen) die wij willen toekennen aan bepaalde gebieden of locaties maar ook op de aanleg of verbeteren van ruimtelijke structuren, zoals de bomenstructuur van een wijk, of de waterstructuur van een agrarisch gebied. In dat geval worden verschillende projecten uitgevoerd om deze verbeteringen te realiseren, zoals aanplant van open stukken in bomenlanen, en vervangen van slecht groeiende bomen. In het geval van de waterstructuur kan het gaan om realisatie van waterberging, omleg van waterlopen of aanleg van stuwen.

Je kunt ook de structuur van een ruimtelijke ontwikkeling afstemmen op de ondergrond, bijvoorbeeld de zandige oeverwallen in het rivierengebied accentueren met bebouwing en beplanting, en de lagergelegen komgronden met klei open laten voor natuur en landbouw. Behalve geschiktheid wordt dan ook beeldkwaliteit (van contrast open en dicht) en de klimaateffecten in de overwegingen betrokken.

Andere voorbeelden zijn het verbeteren van de bodem-of waterkwaliteit in een gebied. Het gaat dan om verschillende maatregelen. Gaandeweg wordt gekeken of moet worden bijgestuurd door extra maatregelen of aanpassingen.

Vaak spelen er in een gebied meerdere van dit soort processen, deze worden dan op elkaar afgestemd in overleggen. Ook wordt vaak gelobbyd om het eigen belang te laten prevaleren.

- *Gebiedsregie: sturen op herstel en beter functioneren natuurlijk systeem*
  Water en bodem zijn vaak in samenhang ontstaan en functioneren ook gezamenlijk. Ook groen en natuur horen erbij, samen vormen ze het natuurlijke systeem ('wat de aarde ons gegeven heeft'). Vegetaties kunnen niet leven zonder bodem en water. Vegetaties geven voedsel en een leefomgeving aan dieren. Ze vormen daarmee de basis voor de voedselpiramide (en het leven op aarde als geheel).

In veel plannen wordt deze samenhang niet betrokken, daardoor kan een ingreep negatieve effecten hebben op andere onderdelen of het systeem als geheel. De provincie lijkt bij uitstek de organisatie die de verantwoordelijkheid voor het systeem als geheel op zich neemt.

Advies 1
Provincie neemt verantwoordelijkheid op zich voor het systeem als geheel. Dit kan vorm krijgen door het toegankelijk maken en delen van kennis, het stellen van kaders, het verbinden en door te sturen op integraliteit en samenhang.

Barrières in groenstructuur Harderwijk
Harderwijk kent een aantal groene stroken en parkjes, maar geen groenstructuur op stadsniveau. De versnippering wordt versterkt door de barrièrewerking van spoorlijn en snelweg. Er is vrijwel geen uitwisseling van natuur en stad (tekening indicatief).

Meebewegen met de natuur kan niet vanuit het oorspronkelijke landschap worden gepland, gezien alle bebouwingen en infrastructuur. Wel kan een nieuw systeem worden geïntroduceerd, dat de huidige potenties zo goed mogelijk benut.

In de Omgevingsvisie worden daarom bestaande fragmenten verbonden en aangevuld. Ze vormen samen de ' Basisstructuur', een groenblauwe stadsstructuur. Deze structuur wordt benut voor functies als biodiversiteit, waterberging en koeltezone. Ook fiets- en wandelroutes (gezondheid) en nieuwe gezondheidscentra worden in en langs de structuur gepositioneerd. Ze geeft daardoor richting aan ordening van functies op lange termijn.

Voorbeelden

- *Beïnvloeding kwelstromen*
  Vanuit de Veluwe reiken diepe kwelstromen tot ver in de omgeving, ze zijn de voeding voor bronnen van natuurlijke beken en sprengenbeken, ook van bijzondere kwelvegetaties aan de flanken van het gebied. Door allerlei factoren verdiepen de kwelstromen zich, onder andere door winning van drinkwater en het graven van diepe zandwinplassen. Dit heeft tot gevolg o.a. droogval van de beken en verdwijnen van bijzondere vegetaties.

- *Bodemdaling*
  De veenweidegebieden hebben oorspronkelijk een hoge grondwaterstand. Voor de betreedbaarheid voor vee is vele jaren lang de stand van het grondwater verlaagd. Hierdoor oxideert het veen en daalt de bodem. De bodemdaling stimuleert de aanvoer van zoute kwel, waardoor het grondwater en het oppervlaktewater brak worden.

- *Droogte in de landbouw*
  In de Achterhoek zijn veengebieden en broekgebieden ontgonnen en omgevormd tot landbouwgebied. De veengebieden vormden de brongebieden van de beken, die het gehele jaar door vanuit de veengebieden gevoed werden. Het wegvallen van de veengebieden is een van de oorzaken van droogte.

- *Bouwen in de uiterwaarden of beekdalen*
  Beekdalen zijn de natuurlijke overloopgebieden van beken als er veel regen is gevallen. Als in de beekdalen wijken worden gebouwd vervalt deze functie, en treedt in de wijken na regen veel sneller wateroverlast op.

2.2. Meebewegen met de natuur

Het natuurlijke systeem heeft haar eigen dynamiek, waardoor landschap, water en bodem zich voortdurend aanpaste aan veranderende (klimaat)omstandigheden. De zich ontwikkelende bodem is een randvoorwaarde voor groei van biodiversiteit en een veerkrachtig natuurlijk systeem.

Cruciaal uitgangspunt in deze aanpak van WBS is de aanname dat veel opgaven en ontwikkelingen kunnen profiteren van herstel en bevordering van dynamiek in het natuurlijke systeem. Herstel en bevordering van deze dynamiek is een onderlegger voor het combinaties en integraties.

Advies 2
Communiceer actief en geef voorbeelden (via een centraal portaal) van successen en goede voorbeelden van het meebewegen met het natuurlijk systeem.

2.3. Erfgoed en klimaatadaptatie

De dynamiek van het systeem speelt op dit moment, maar is van alle tijden. Het systeem van water en bodem is voortdurend in verandering, en zal dat ook blijven, voor zover er ruimte voor is.

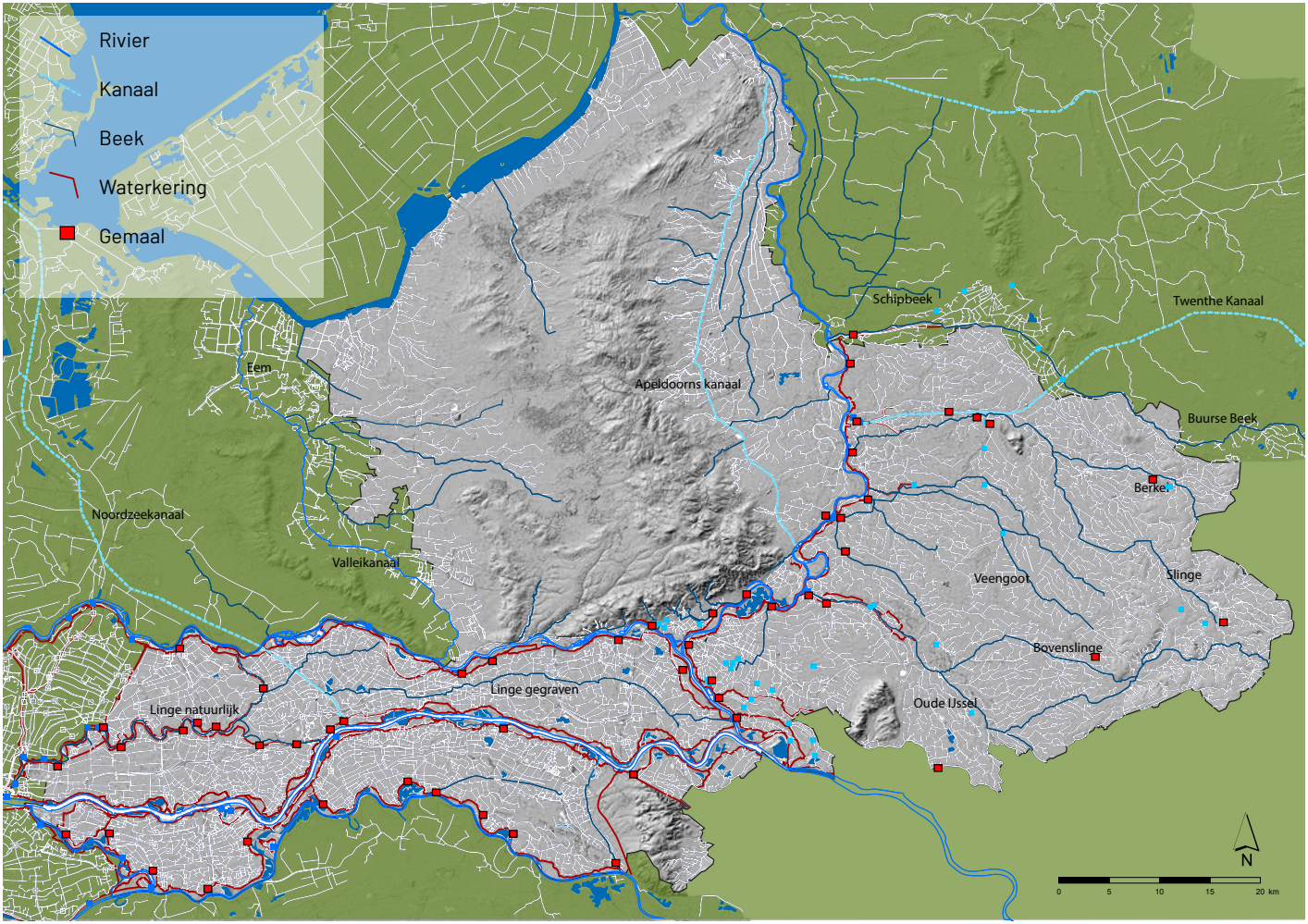
Van nature zijn onze landschappen dynamisch en bewegen ze mee met veranderingen in het klimaat: rivieren en beken verleggen hun loop bij veranderende waterafvoeren en veen groeit als het klimaat vochtiger wordt en water moeilijk weg kan. We hebben gezien dat in de hechtingsfase bewoners in nauw contact stonden met het natuurlijk landschap. Ze wisten heel goed welke plekken kwetsbaar zijn voor droogte en wateroverlast en maakten daar in hun landgebruik zoveel mogelijk gebruik van. De manier waarop de moderne mens in de onthechte fase het landschap heeft vastgelegd en ingericht, laat nauwelijks meer ruimte over voor deze dynamiek. Het vermogen van het natuurlijk systeem om zich aan te passen aan veranderingen is daardoor geblokkeerd. Het gevolg is dat de natuur, ons leefmilieu, de voedselproductie en wijzelf kwetsbaarder zijn geworden voor de gevolgen van klimaatverandering.

Onder invloed van de klimaatveranderingen zal het natuurlijke systeem in de toekomst verder veranderen en evolueren. Het rapport NL2120 geeft daar hele mooie inzichten van. Voorbeelden zijn verzilting, bodemdaling, hogere rivierstanden en verschuiving zones biodiversiteit. De oplossing voor de genoemde kwetsbaarheden en risico's door klimaatverandering en biodiversiteitsverlies moeten we vooral zoeken in het herstel van het natuurlijk systeem: wat is de wisselwerking van dat systeem met ons gebruik en onze inrichting van het landschap en hoe waarborgen we natuur en biodiversiteit daarin?

In elke fase heeft de mens het systeem van water en bodem aangepast om het gewenste grondgebruik te faciliteren, met hulp van de technische mogelijkheden en inzichten vanuit die tijd. In elke fase zijn daarin specifieke erfgoed kwaliteiten ontstaan. Deze aanpassingen hebben een eigen relatie met het natuurlijke systeem. We onderscheiden 3 fasen, mbt bebouwing, grondgebruik en waterstructuur:
A Hechting: parameters afgestemd op natuurlijk systeem
B Aanhechting: gedeeltelijke loskoppeling, opgaven leidend
C Onthechting: loskoppeling

De dynamiek van het natuurlijke landschap in de hechtingsfase wordt als inspiratie en referentie gepresenteerd. In veel gevallen is het herstel van die natuurlijke dynamiek uiterst lastig of onmogelijk, dan moeten we zoeken naar andere manieren om de dynamiek te bevorderen. Die fase noemen we vervlechting.

Advies 3
Erfgoed en klimaatadaptatie beschouwen als onderdeel van het natuurlijk systeem.


Rivier
Kanaal
Beek
Waterkering
Gemaal
Schipbeek
Twenthe Kanaal
Eem
Apeldoorns kanaal
Buurse Beek
Berkel
Noordzeekanaal
Valleikanaal
Veengoot
Slinge
Bovenslinge
Linge gegraven
Linge natuurlijk
Oude IJssel
N
0
5
10
15
20 km

3 Water en Bodem in Gelderland

Het natuurlijke systeem betreft de samenhang van de onderdelen van water en bodem, zoals het oppervlaktewater, grondwater, bodemsoorten, het reliëf, de ondergrond in samenhang met erfgoed en klimaateffecten.

De samenhang en interactie is cruciaal voor gebruik: bodemleven en vegetaties hebben alleen kans van bestaan en groeien als er voldoende water in een bodem aanwezig is. Veel bodems zijn ontstaan vanuit de dynamiek van water en klimaat. Bodem, water en natuur vormen tevens samen de natuurlijke basis waarop de steden en het landgebruik zich heeft ontwikkeld. Ze waren lange tijd bepalend voor de mogelijkheden en onmogelijkheden van de mens om huizen te bouwen, wegen aan te leggen en de grond te bewerken. Hierdoor is het systeem een onderlegger voor identiteit en toekomstige ruimtelijke ontwikkeling.

In deze atlas worden feiten mbt water en bodem gevisualiseerd, daarna wordt op de interactie en onderlinge dynamiek ingegaan. De dynamiek is ook zichtbaar door ingrepen vanuit het verleden maar ook door toekomstige klimaatscenario's te betrekken.

3.1. Oppervlaktewater

De Gelderse waterkaart toont de hoofdstructuur van het oppervlaktewater in de provincie.

Grote rivieren

De provincie maakt deel uit van het Europese netwerk van grote rivieren, met de Waal, de Maas, De Nederrijn (vanaf Wijk bij Duurstede: de Lek) en de IJssel. Gelderland is daarmee sterk afhankelijk van hoeveelheid, dynamiek en kwaliteit van rivierwater van deze rivieren vanuit het buitenland.

Kanalen

Gelderland kent verschillende grote kanalen, gegraven vanwege scheepvaart en waterbeheer. Het betreft het Twente kanaal, het Apeldoorns Kanaal, het Amsterdam-Rijnkanaal, Maas-Waalkanaal, en het Valleikanaal.

Natuurlijke beken en sprengenbeken

Overal in de zandlandschappen in de provincie komen beken voor. Het betreft veelal natuurlijke beken, die vrijwel allemaal vanaf de middeleeuwen zijn aangepast of verlegd. De beken in de Achterhoek ontspringen deels in Duitsland.

Op enkele delen van de Veluwerand liggen sprengenbeken, dat zijn gegraven beken die lagen van grondwater 'aanboren' en naar de oppervlakte leiden. De sprengenbeken hebben deels een natuurlijke oorsprong.

Gegraven watergangen en sloten

In veel stedelijke en landelijke gebieden zijn sloten en watergangen gegraven t.b.v. de afwatering. Ze vormen een fijnmazig netwerk, dat per gebied een ander karakter heeft.

Rivierenland
1 Beneden Linge
2 Betuwe
3 Bommelerwaard 0
4 Land van Maas en Waal
5 Ooijpolder
6 Groesbeek

Rijn en IJssel
7 Beek op de Paasberg
8 Rozendaalse en Beekhuizerbeek
9 Havikerwaard
10 Liemers
11 Oude Rijn
12 Bevermeer
13 Grenskanaal
14 Oude IJssel
15 Grote Beek
16 Baakse Beek / Vengoot
17 Berkel
18 Oude Flierderbeek
19 Dommerbeek
20 Eefse Beek
21 Schipbeek

Vallei en Veluwe
22 Arkemheen
23 Wolderwijd-Nuldernauw
24 Valleikanaal
25 Zuid-Veluwse beken
26 Veluwemeer
27 Apeldoorns kanaal-Grift
28 Drontemeer
29 Polder Hattem
30 Noordelijke IJsselvallei
31 Zuidelijke IJsselvallei

Stroomgebieden

Stroomgebieden zijn gebieden waarin de neerslag via een stelsel van greppels, sloten en weteringen én door de bodem via het grondwater naar een beek of rivier afstroomt. Ze worden gescheiden door waterscheidingen of door dijken.

De stroomgebieden geven het kader voor een systeemgerichte aanpak. Dat betreft het water zelf (hoeveelheid, kwaliteit, verdeling), maar ook is water richtinggevend voor herstel van organische structuur van de bodem en het bodemleven, landbouw en natuur. Andersom bepalen bodem en landschap in de stroomgebieden de wijze waarop het grondoppervlakte water zich beweegt en watersysteem in zijn totaliteit functioneert.

Voor een duurzaam systeemherstel leefomgeving/biodiversiteit is een nieuw hydrodynamisch evenwicht nodig op basis van de bodem-waterkenmerken van het stroomgebied als uitgangspunt voor herverdeling van functies.

Op de kaart zijn de belangrijkste stroomgebieden weergegeven.

Peilgebieden

De stroomgebieden in de zandlandschappen zijn min of meer vrij afstromend, dat wil zeggen dat het water met de natuurlijk helling van het landschap van hoog naar laag wegstroomt. Met stuwen wordt het waterpeil bijgestuurd. De sturing van het waterpeil is beperkt omdat deze geheel afhankelijk is van de hoeveelheid neerslag binnen het stroomgebied. Bij extreme neerslag kunnen beken buiten hun oevers treden. In lange droge periode wanneer er sprake is van een watertekort, vallen beken droog en zakt het grondwater diep weg. Aanvoer van water naar de stroomgebieden in de zandlandschappen is niet mogelijk.

Stroomgebieden of polders in de veen- en rivierenlandschappen zijn peilgestuurd, dat wil zeggen dat de waterstand geheel kunstmatig wordt geregeld door middel van gemalen en een stelsel van sloten en weteringen. Bij een wateroverschot wordt water uitgeslagen en bij een tekort wordt water ingelaten, naar en vanuit de grote rivieren. Weersextremen door klimaatverandering zorgen voor extreem hoge en lage rivierstanden waardoor mogelijkheden om het waterpeil af te stemmen op de gebruiksfunctie ook in deze gebieden haar grenzen bereikt heeft met als gevolg wateroverlast of droogteschade. Afspraken over de waterpeilen in de (deel)stroomgebieden zijn vastgelegd in peilbesluiten.

Aandachtspunten oppervlaktewateren

- Verzilting
- Erosie
- Zeespiegelstijging
- Extremen
- Waterkwaliteit
- Waterverdeling

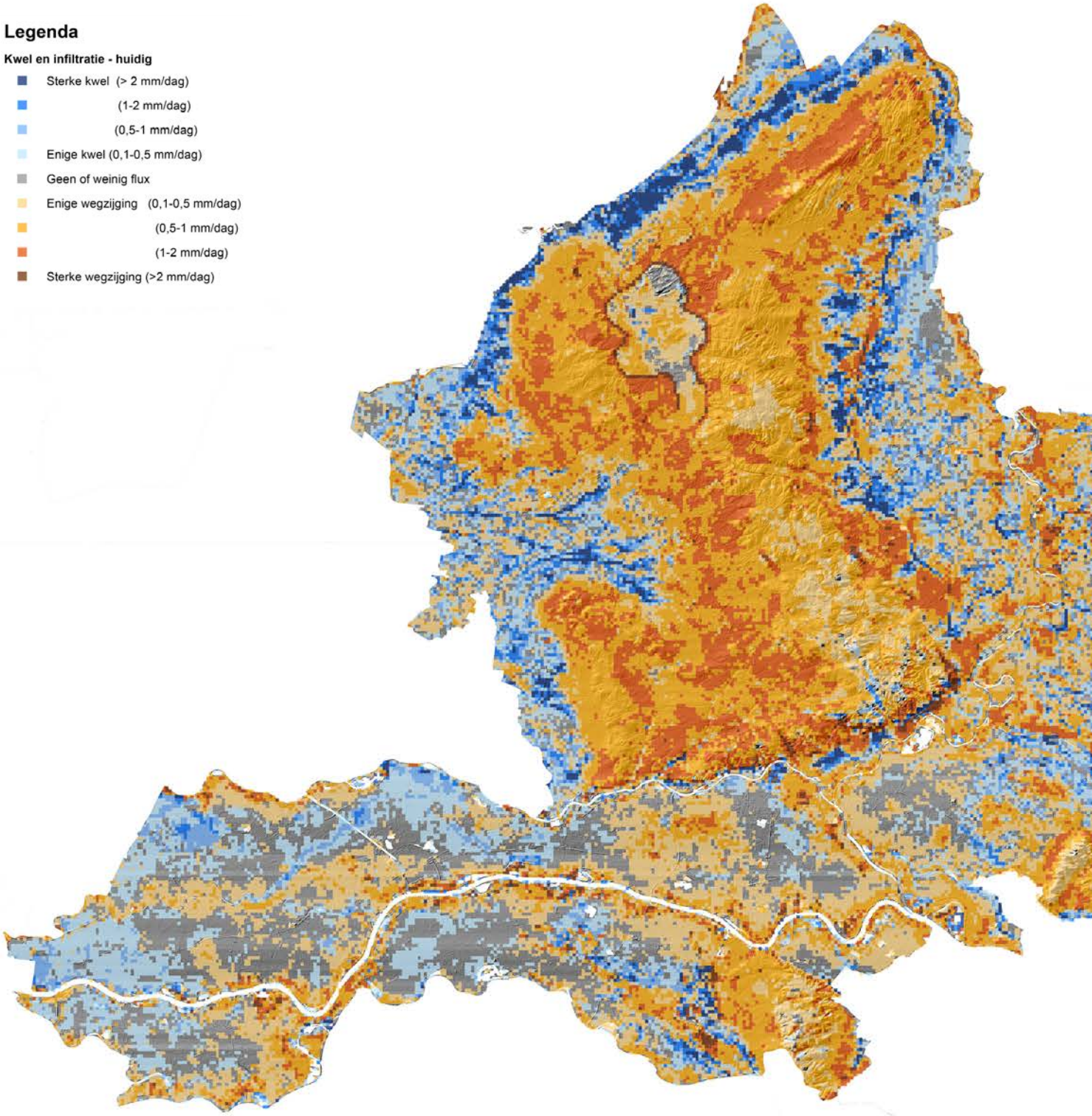
Advies 4

In belang van het inzicht in het samenhangend functioneren van de oppervlaktewateren dient één kaartbeeld te worden ontwikkeld van geheel Gelderland.

Legenda

Kwel en infiltratie - huidig

- Sterke kwel (> 2 mm/dag)
- (1-2 mm/dag)
- (0,5-1 mm/dag)
- Enige kwel (0,1-0,5 mm/dag)
- Geen of weinig flux
- Enige wegzijging (0,1-0,5 mm/dag)
- (0,5-1 mm/dag)
- (1-2 mm/dag)
- Sterke wegzijging (>2 mm/dag)

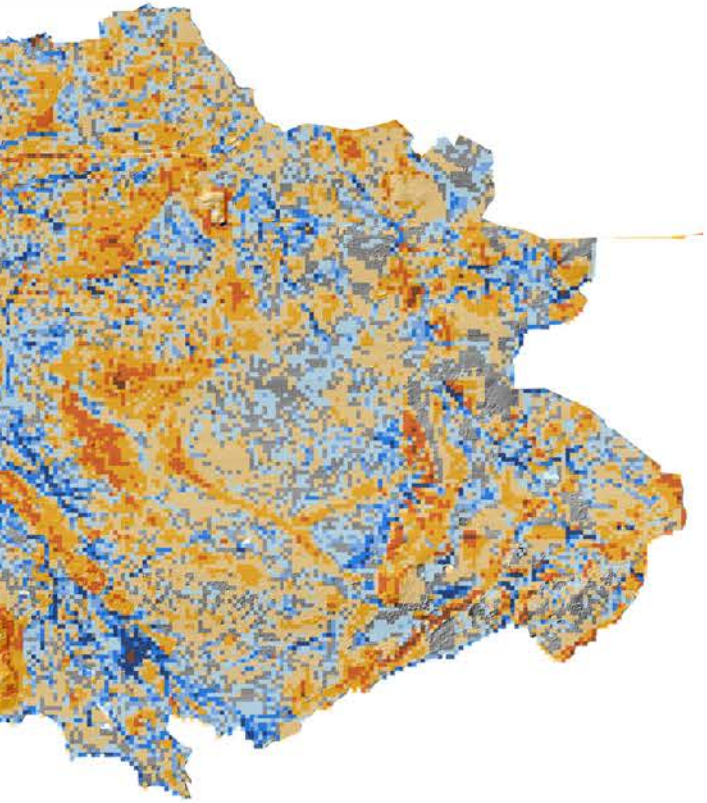


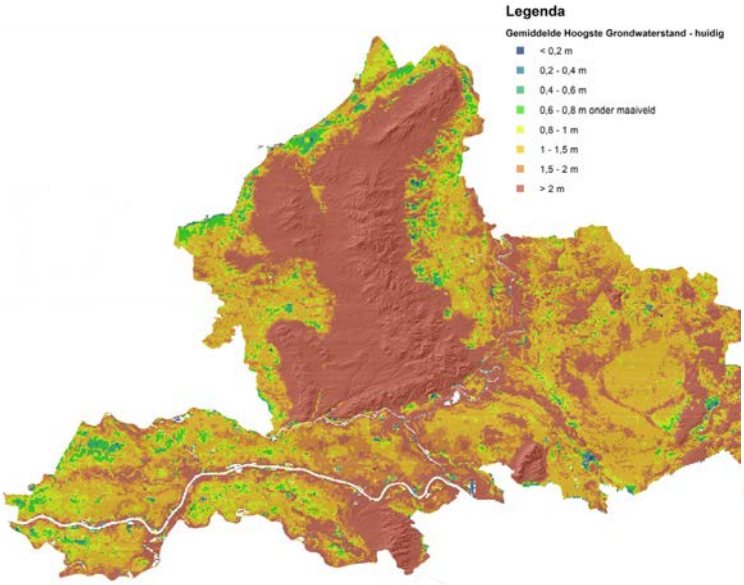
3.2. Grondwater

Het aspect grondwater kent diverse aspecten. We gaan in op kwel en infiltratie, daarna op grondwaterstanden en de fluctuaties daarin.

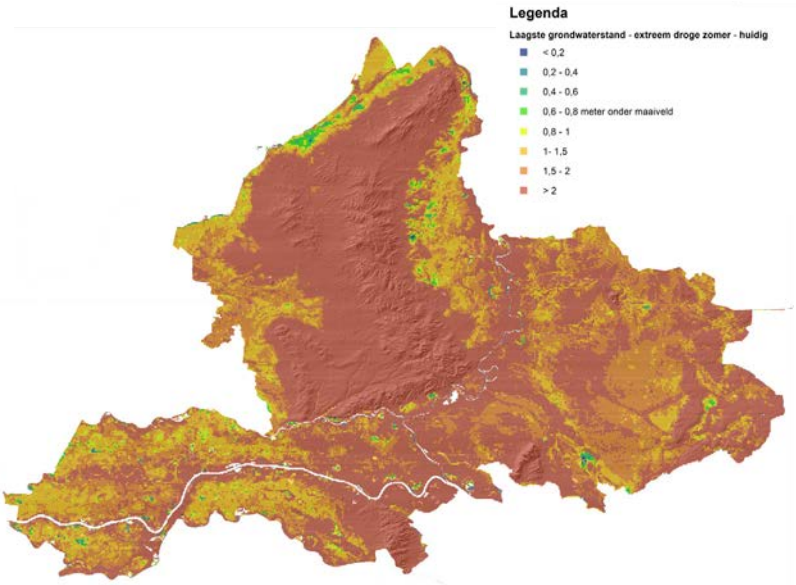
Kwel en infiltratie

De Kwel en infiltratie kaart (Landelijk hydrologisch model, NHI) geeft weer waar neerslag in de bodem kan infiltreren en waar grondwater aan maaiveld uittreedt. Kwelgebieden vinden we met name langs de randen van de stuwwallen, in de beekdalen, de veengebieden en rivierkommen. Rivierkwel door zandbanen in het rivierengebied staat niet op deze kaart weergegeven. Dit treedt op bij hoogwater op de rivier in een smalle zone achter de dijk.

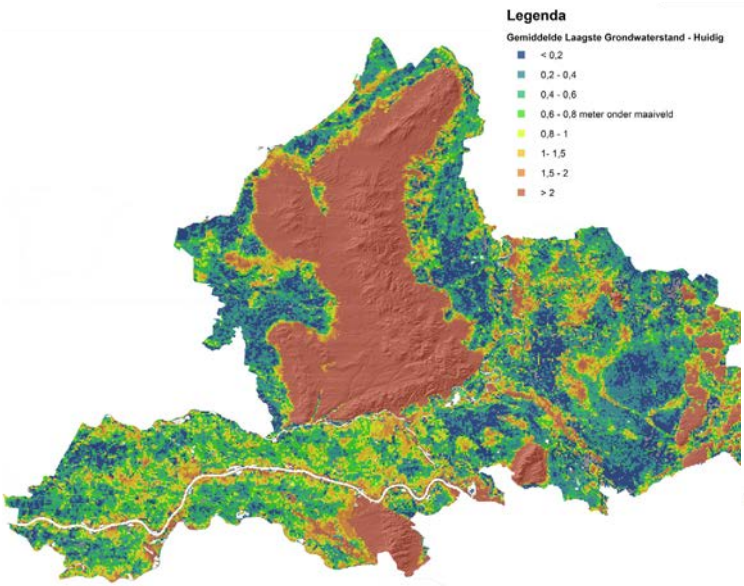




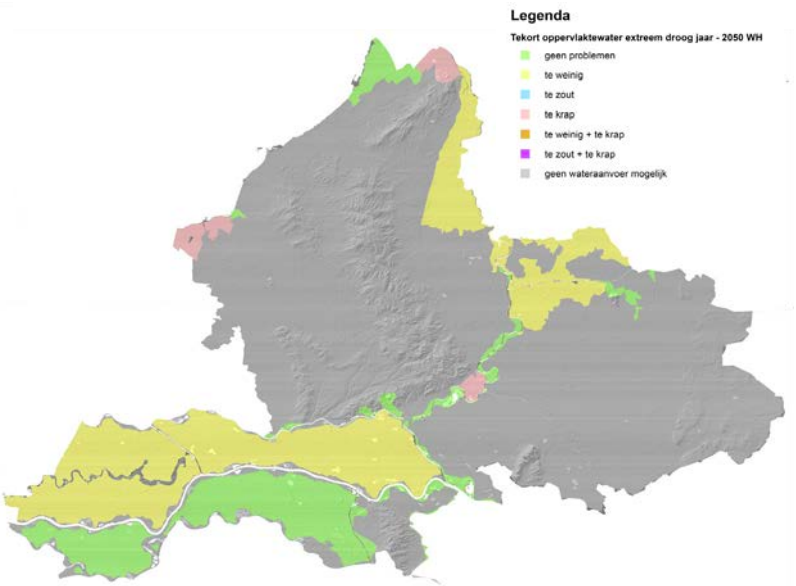
Gemiddelde hoogste grondwaterstand huidig



Laagste grondwaterstand in extreem droge zomer



Gemiddelde laagste grondwaterstand huidig



Tekort oppervlakte water in extreem droog jaar in 2050

Grondwaterstanden
De grondwaterkaarten geven de gemiddelde hoogste- (GHG) en laagste (GLG) grondwaterstand onder de huidige klimaatomstandigheden in Gelderland weer (bron: Nationaal Watermodel Basisprognose 2016). Reliëf, bodem, neerslag en verdamping bepalen onder natuurlijke omstandigheden het grondwaterpeil. Landgebruik, ontwatering en grondwaterwinning door de mens grijpen hierop in. Naast bodemvruchtbaarheid bepaalt het grondwaterpeil in grote mate de kansen voor natuur en landbouw.

Het grondwater volgt in grote lijnen het landschap. Binnen de zandlandschappen komen in de stuwwallen de diepste grondwaterstanden voor zowel de GHG als de GLG dieper dan 2m, tot 30 m beneden maaiveld. In de dekzandlandschappen reiken de hoogste grondwaterstanden (GHG) in de laaggelegen beekdalen en dekzandvlakten tussen 0 en 0,8 m -mv; in de hoger gelegen dekzandruggen tussen de 0,8-1,5m -mv. In de zomerperiode is in het dekzandlandschap de grondwaterstand (GLG) gemiddeld ongeveer 0,6-1,0 m lager.

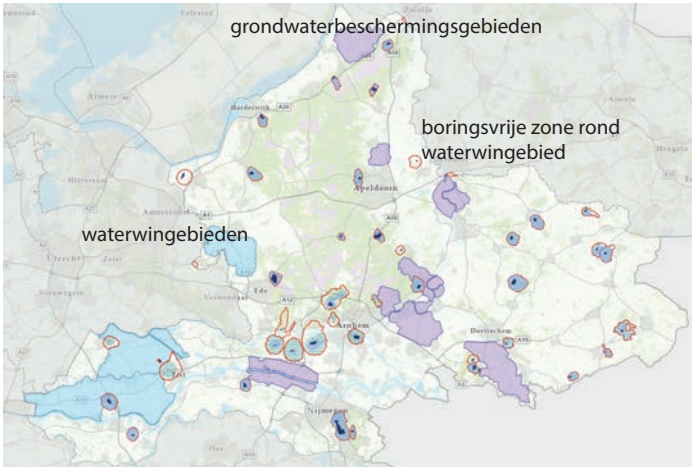
In het rivierengebied komen de hoogste grondwaterstanden voor in de komgebieden en de laaggelegen rivierterrassen; de GHG ligt hier tussen 0 en 0,6 m -mv. In de zomerperiode zakt de grondwaterstand met name in de komgebieden minder diep weg; GLG tussen 0,6 en 1,0m -mv. Het grondwater wordt door aanvoer via het oppervlaktewater op peil gehouden. Dit geldt niet voor de rivierterrassen waar geen wateraanvoer mogelijk is en waardoor de GLG ook in een gemiddelde zomersituatie (GLG) tot ver beneden 1,5m -mv kan wegzakken. De oeverwallen en rivieruiterwaarden zijn de droogste gronden in het rivierengebied. Het grondwater beweegt zich tussen de 1,0 en 2,0m -mv maar kan ook bij lage rivierstanden nog verder wegzakken.

In de veengebieden fluctueert het grondwaterpeil tussen GHG en GLG tussen ca.0-0,8m -mv. Met (dynamisch) peilbeheer wordt geprobeerd ook in de zomerperiode een relatief hoge grondwaterstand te handhaven om veenoxidatie en bodemdaling tegen te gaan.

Extreme droogte
De kaart met de laagste grondwaterstand in een extreem droge zomer laat zien dat in grote delen van de provincie de grondwaterstand daalt tot onder de 1,5- 2,0m -mv. Alleen in gebieden met sterke kwel en de komgebieden met aanvoer van water blijft het grondwater enigszins op niveau, 1m -mv of ondieper.

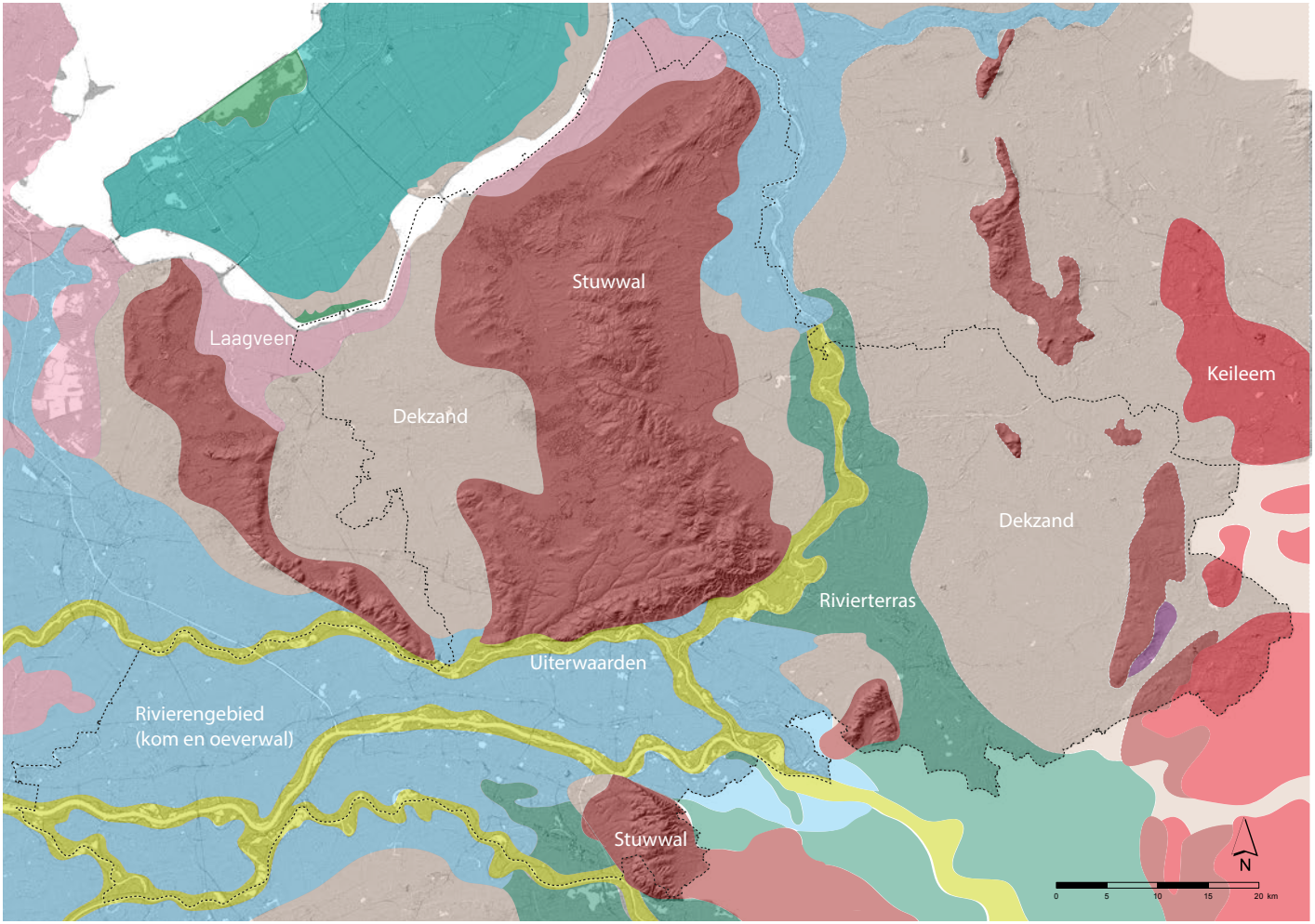
De kaart met het tekort aan oppervlaktewater bij een extreem droog jaar in 2050 geeft weer geen aanvoer van water mogelijk is, er geen problemen optreden, en waar er te weinig water beschikbaar is of het oppervlaktewaterstelsel te krap is om water aan te voeren. Alleen in het rivieren- en veengebied kan water worden aangevoerd, al zal het niet overal voldoende zijn.

Waterwinningen
Het merendeel van de drinkwaterwinningen in de provincie ligt in de hogere zandgronden. Aanvulling van het grondwater vindt alleen plaats door infiltratie van neerslag. In het rivierengebied kan grondwateraanvulling plaatsvinden vanuit het oppervlaktewater.



Aandachtspunten grondwater
- Droogte (waterbeschikbaarheid)
- Kwaliteit
- Onttrekkingen
- Combinatie met bodemenergie
- Drinkwaterkwaliteit en kwantiteit

Advies 5
Grondwater samenvatten in één kaartbeeld.


Stuwwal
Laagveen
Dekzand
Keileem
Dekzand
Rivierterras
Uiterwaarden
Rivierengebied
(kom en oeverwal)
Stuwwal
N
0
5
10
15
20 km

3.3. Bodem

De bodem van de provincie kent 2 belangrijke deelgebieden. Het gebied van de grote rivieren bestaat uit het rivierengebied en het rivierterassengebied. Het ander grote deelgebied betreft de zandgronden, met stuwwallen en dekzandgebieden.

I Rivierlandschappen

Rivierengebied
De rivieren in de provincie maken deel uit van het stroomgebieden van de Rijn en de Maas. Zodra deze rivieren de oostgrens van de provincie passeren begint de Rijn-Maasdelta. De Rijn vertakt zich in de Waal, de Nederrijn (vanaf Wijk bij Duurstede: de Lek) en de IJssel. In de delta hebben de rivieren hebben veelvuldig hun bedding verlegd en dikke pakketten zand en klei afgezet, waardoor een natuurlijk landschap is ontstaan met oeverwallen en kommen: hogere zandige en zavelige gronden en resp. laaggelegen kleigebieden. Langs de rivier (en gelegen tussen dijken of ingeklemd tussen dijken en de hogere zandgronden van de Veluwe) vinden we de uiterwaarden met kleigronden.

Rivierterras
Ten zuiden en oosten van de provincie hebben Maas en Rijn hebben zich in fasen ingesneden in het bestaande oude zandlandschap, hiermee is het rivierterrassenlandschap ontstaan. Dit landschap bestaat uit vlakke rivierzandgronden met een dun kleidek, oude geulen en rivierduinen. De grens tussen de rivierdelta en het rivierterras noemen we de terrassenkruising. Het Oude-IJsseldal is een oud rivierterras van de Rijn, uit de tijd dat deze rivier via het IJsseldal naar de Noordzee stroomde.

II Zandlandschappen

Stuwwal
De stuwwallen zijn heuvels of heuvelachtig gebieden, zoals de Veluwe, de stuwwal van Nijmegen en de stuwwal van Montferland. Ze reiken tot ca. 100 meter hoogte. De bodem bestaat uit droge, grove zandgronden, met klei- en leemlagen erin. Ze zijn ontstaan door opstuwing van ijs in de derde ijstijd. We onderscheiden o.a. stuwwalgronden zelf, droogdalen (dalen aan de rand van de stuwwal zonder natuurlijk water) en sandrs (vlakten met grof zand en grind). Op de west- en noordflank van de Veluwestuwwal en de zuidoostelijke Veluwezoom liggen uitgestrekte stuifzandgebieden.

Dekzand
Het dekzandlandschap herkennen we aan het lichte reliëf van dekzandruggen en -laagten en slingerende beken. Er komen ook gebieden voor die vrijwel helemaal vlak zijn. De dorpen in dit landschap liggen vaak op de flank van hogere ruggen, grenzend aan een beekdal. Het dekzandlandschap is een fijnzandig zandlandschap, maar in de beekdalen treffen we naast zand ook leem, klei en veen aan. Bijzondere elementen zijn de essen: opgehoogde dekzandruggen door eeuwenlange bemesting met gras- of heideplaggen.

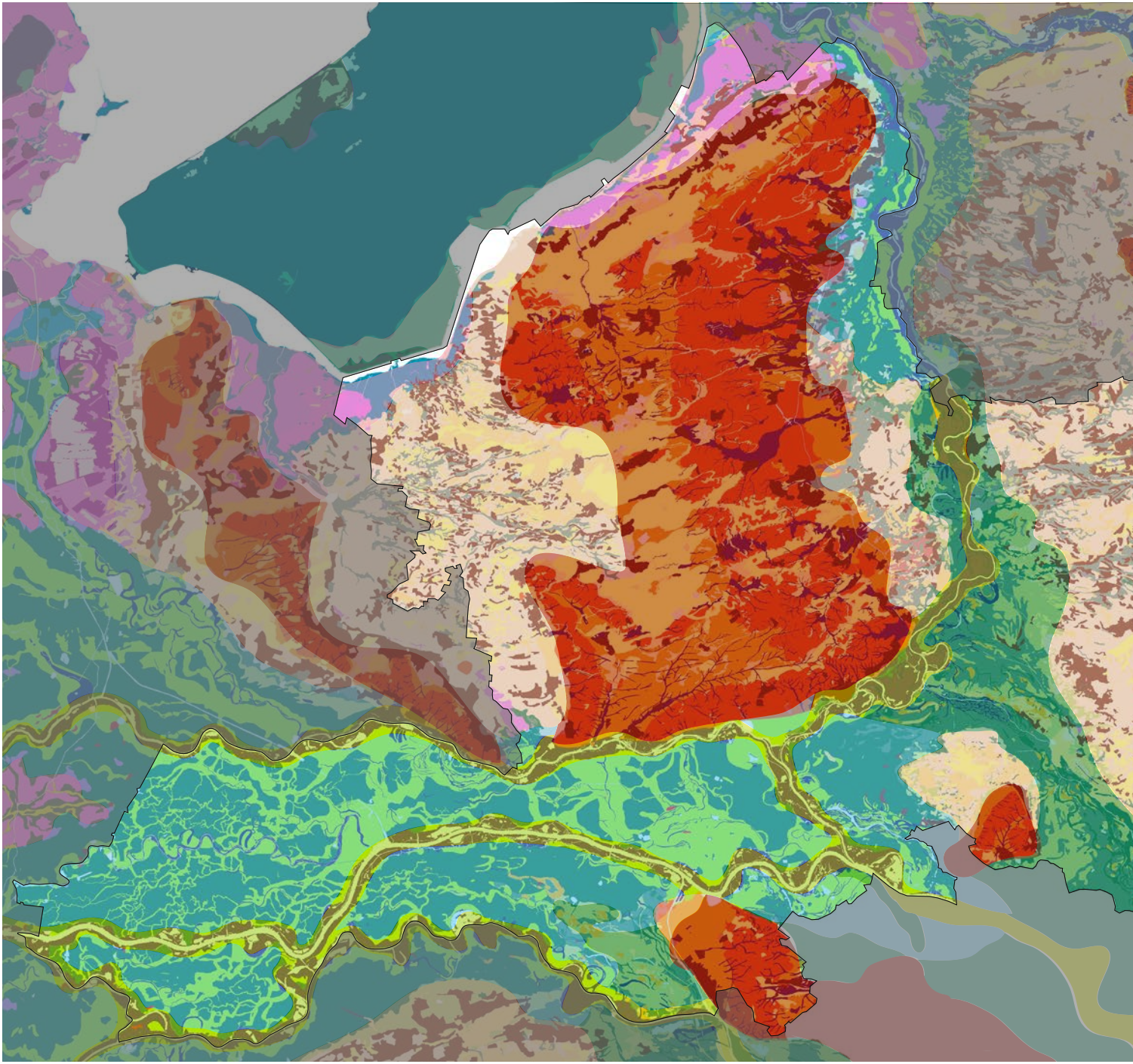
In het uiterste oosten van de provincie op het plateau van Winterswijk treffen we keileem aan onder het dekzand. Direct onder het keileem liggen nog diverse oudere gesteentelagen, zoals kalksteen en bontzandsteen. Het keileemgebied op het plateau van Winterswijk lijkt op een dekzandgebied, maar heeft door de ondoorlatende bodemlagen een geheel eigen grond- en oppervlaktewaterdynamiek.

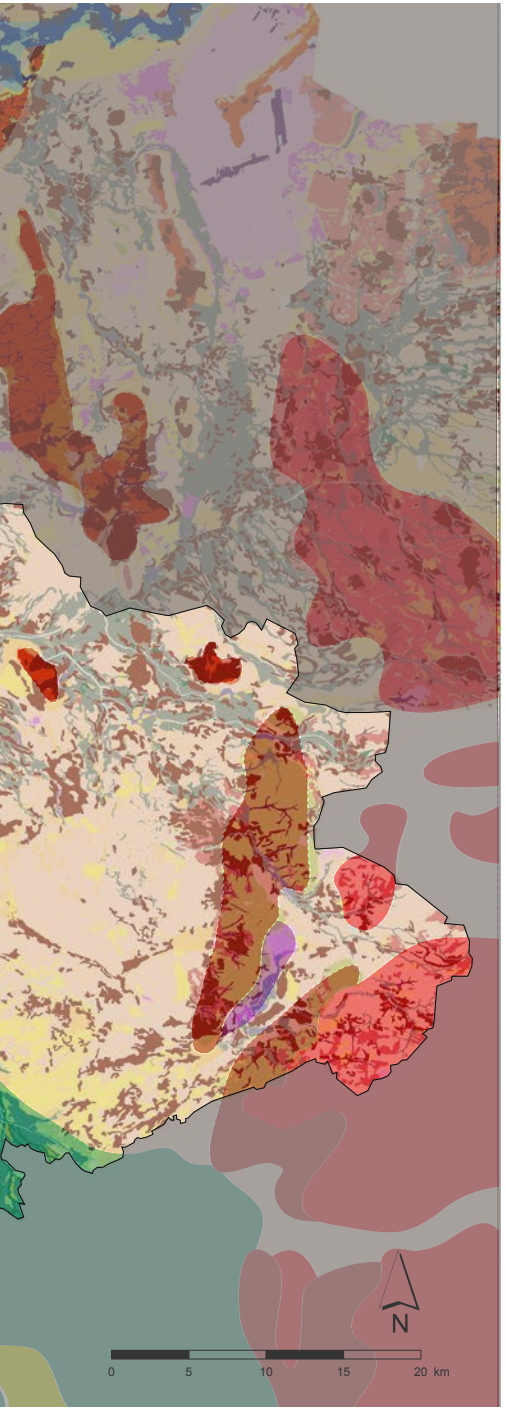
III Overig

Veenlandschap
Op de grens van Gelderland en de randmeren liggen 2 gebieden met veengronden. Het zijn de relicten van een hoogveenmoeras dat zich ooit uitstrekte over het huidige IJsselmeergebied en doorliep tot in de Gelderse Vallei (Veenendaal). Het gebied is vanaf de 10e eeuw na Chr. in cultuur gebracht. In oorspronkelijk hooggelegen veenkussens die ver boven het zeeniveau uitstaken, werden slotenstelsels aangelegd die vrij konden afwateren op de veenstroompjes en rivieren. Door zeespiegelstijging en stormvloeden is veel veen in het IJsselmeergebied weggeslagen. Elders is veel veen afgegraven voor de turfwinning. Door klink en oxidatie van het veen als gevolg van ontwatering is het landoppervlak van het veen in de loop der eeuwen meters gedaald, soms wel 5 tot 6 m. Dit proces gaat onder het huidig peilbeheer in de veenpolders nog steeds door.

Ook in het oostelijke dekzandlandschap komen nog kleine veengebieden voor, vaak ook relicten van oorspronkelijk grote veenmoerassen (Vragenderveen).

Andere landschappen
Verspreid zijn kleinere gebieden met andere landschappen in Gelderland aanwezig, zoals zeeklei, strandwal en löss. Het droogmakerijlandschap van de Flevopolders blijft hier buiten beschouwing.





BKNSN

De hoofdlandschappen zijn afgeleid van de BasisKaart Natuurlijk Systeem Nederland (BKNSN). Deze kaart combineert verschillende kaarten van boven- en ondergond in één codering en visualisatie. De ondergrond tot ca 30 meter diepte maakt onderdeel uit van de BKNSN. Voor kaart en toelichting, zie:
https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/basiskaart-natuurlijk-systeem-nederland

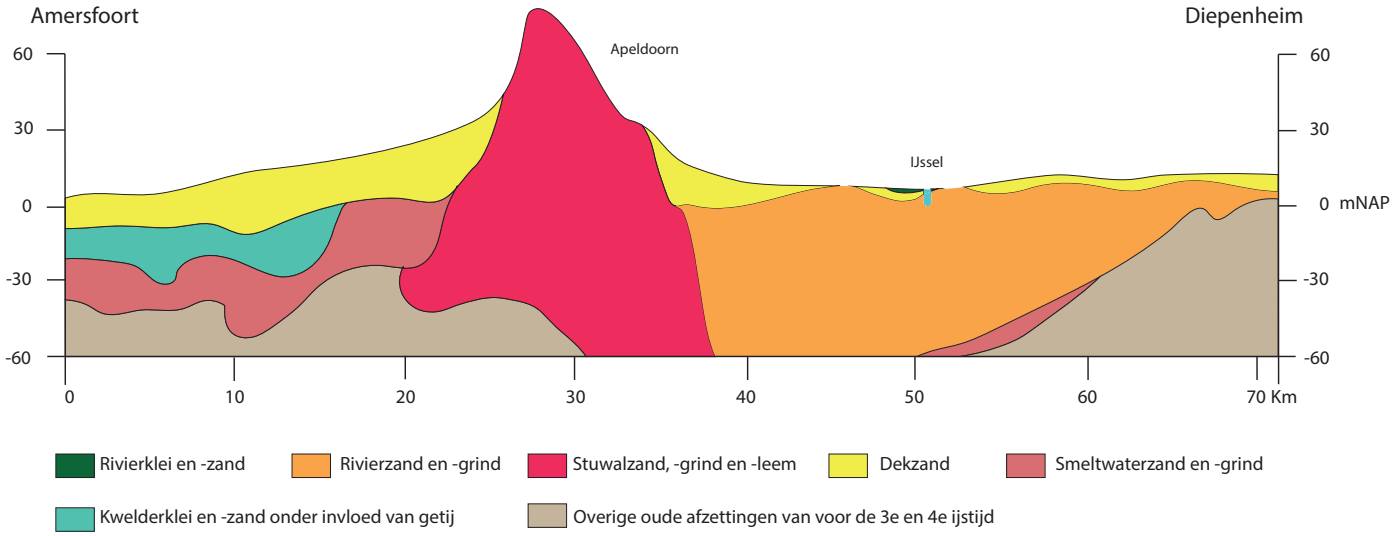
De BKNSN wordt komende tijd in samenwerking met de WUR gekoppeld aan de Basisregistratie Ondergrond, waarmee de BKNSN een bredere en landelijke toepassing krijgt.

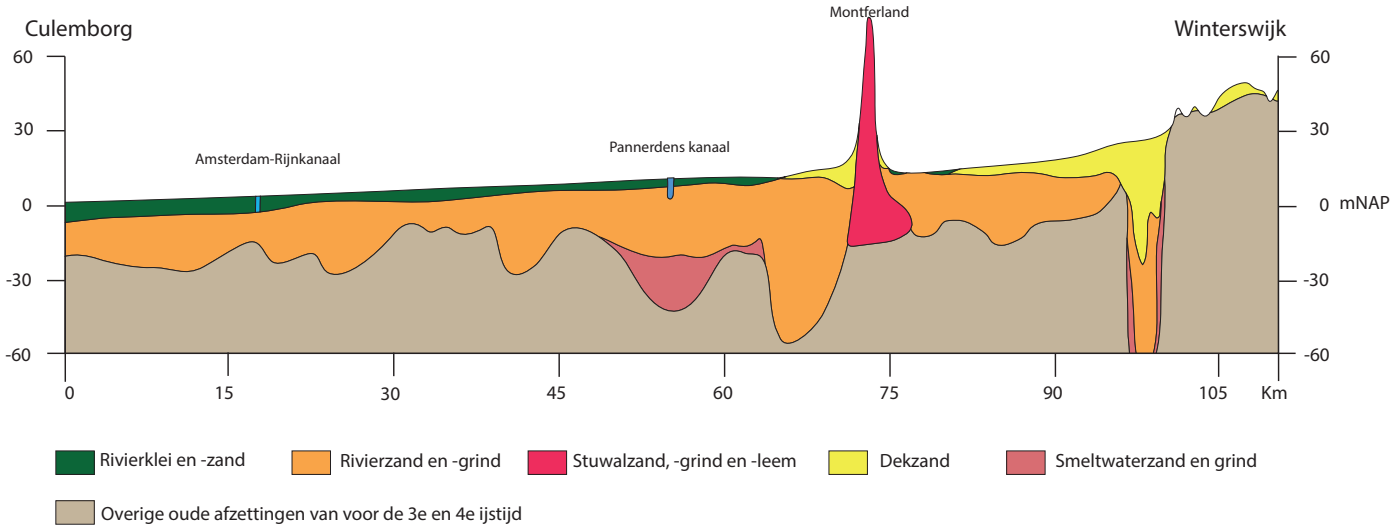
Binnen de hoofdlandschappen zijn vele subeenheden aanwezig, 2 tot 10 per landschap. Bij ruimtelijke projecten moeten de subeenheden gekend worden, het maakt nogal uit of je bijvoorbeeld in een rivierengebied in een kom of een oeverwal een plan wilt realiseren. De Gelderse kaart hiernaast geeft een beeld van de rijkheid van deze ondergrond.

Aandachtspunten Bodem
- Bodemdegradatie (erosie, verdichting, chemie)
- Beperk nieuwe afdekking
- Hoogwaardig hergebruik

Advies 6
Het is gewenst dat de provincie Gelderland, gemeenten en waterschappen uitgaan van één kaart voor bodem en ondergrond. Advies is om de BKNSN hiervoor verder uit te werken en te publiceren.

< Gelders deel van de landelijke BKNSN kaart, voor toelichting en legenda zie https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/basiskaart-natuurlijk-systeem-nederland


Amersfoort
Diepenheim
Apeldoorn
IJssel
60
30
0
-30
-60
0 mNAP
0
10
20
30
40
50
60
70 Km
Rivierklei en -zand
Rivierzand en -grind
Stuwalzand, -grind en -leem
Dekzand
Smeltwaterzand en -grind
Kwelderklei en -zand onder invloed van getij
Overige oude afzettingen van voor de 3e en 4e ijstijd


Culemborg
Montferland
Winterswijk
Amsterdam-Rijnkanaal
Pannerdens kanaal
60
30
0
-30
-60
0 mNAP
0
15
30
45
60
75
90
105
Km
Rivierklei en -zand
Rivierzand en -grind
Stuwalzand, -grind en -leem
Dekzand
Smeltwaterzand en grind
Overige oude afzettingen van voor de 3e en 4e ijstijd

3.4. Ondergrond

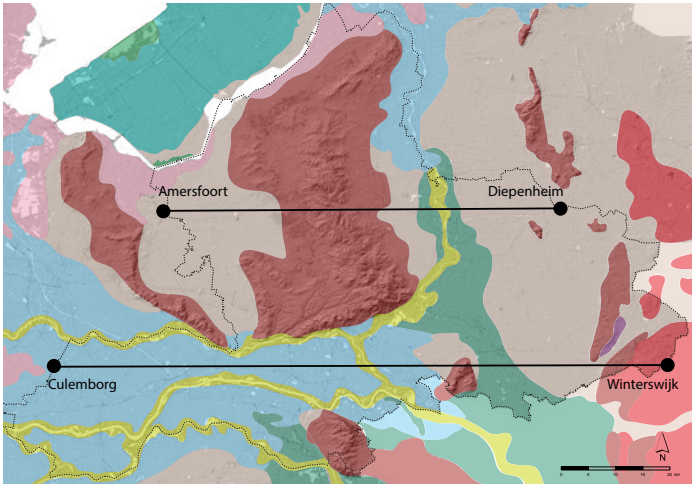
Twee vereenvoudigde geologische doorsnedes geven inzicht in de samenstelling en laagopbouw van de ondergrond van de provincie (zie voor ligging kaart; bron: BRO-loket-ondergrondmodellen Regis II)

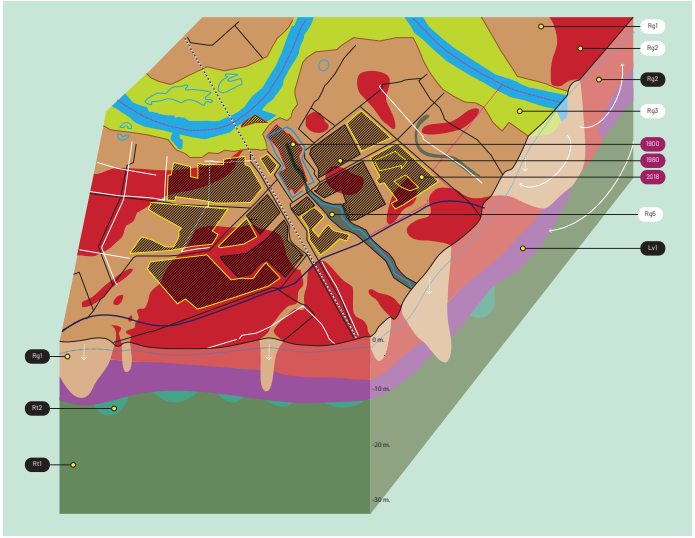
Doorsnede Amersfoort-Diepenheim loopt door de Gelderse Vallei, de Veluwe en het IJsseldal richting Twente. De verschillen tussen de landschappen zien we ook terug in de opbouw van de ondergrond. Zo is bijvoorbeeld de laag dekzand in de Gelderse Vallei veel dikker dan oostelijk van de IJssel. Ook de lagen onder het dekzand verschillen qua samenstelling en eigenschappen sterk van elkaar: kwelderklei en zand versus rivierzand en grind. Ook zien we dat het IJsseldal zich in de ondergrond veel verder naar het oosten doorloopt dan we op basis van het landschap aan maaiveld zouden verwachten.

Doorsnede Culemborg-Winterswijk loopt door het rivierengebied, Montferland, de Oude IJsselstreek naar de Achterhoek. In het rivierengebied neemt van oost naar west de laag jonge rivierklei en -zand geleidelijk toe in dikte. In de ondergrond vinden we overal rivierzand en -grind rivierterrasafzettingen uit de laatste ijstijd. Ten oosten van de stuwwal van Montferland, in het Oude IJsseldal, dagzomen deze terrasafzettingen. De laag jong rivierklei is hier maar heel dun. Verder naar het oosten neemt de laag dekzand toe in dikte. Net voor het plateau van Winterswijk ligt een diepe erosiegeul, die is opgevuld met smeltwater- en rivierafzettingen en dekzand. Het plateau van Winterswijk bestaat uit oude afzettingen met een dunne laag dekzand.

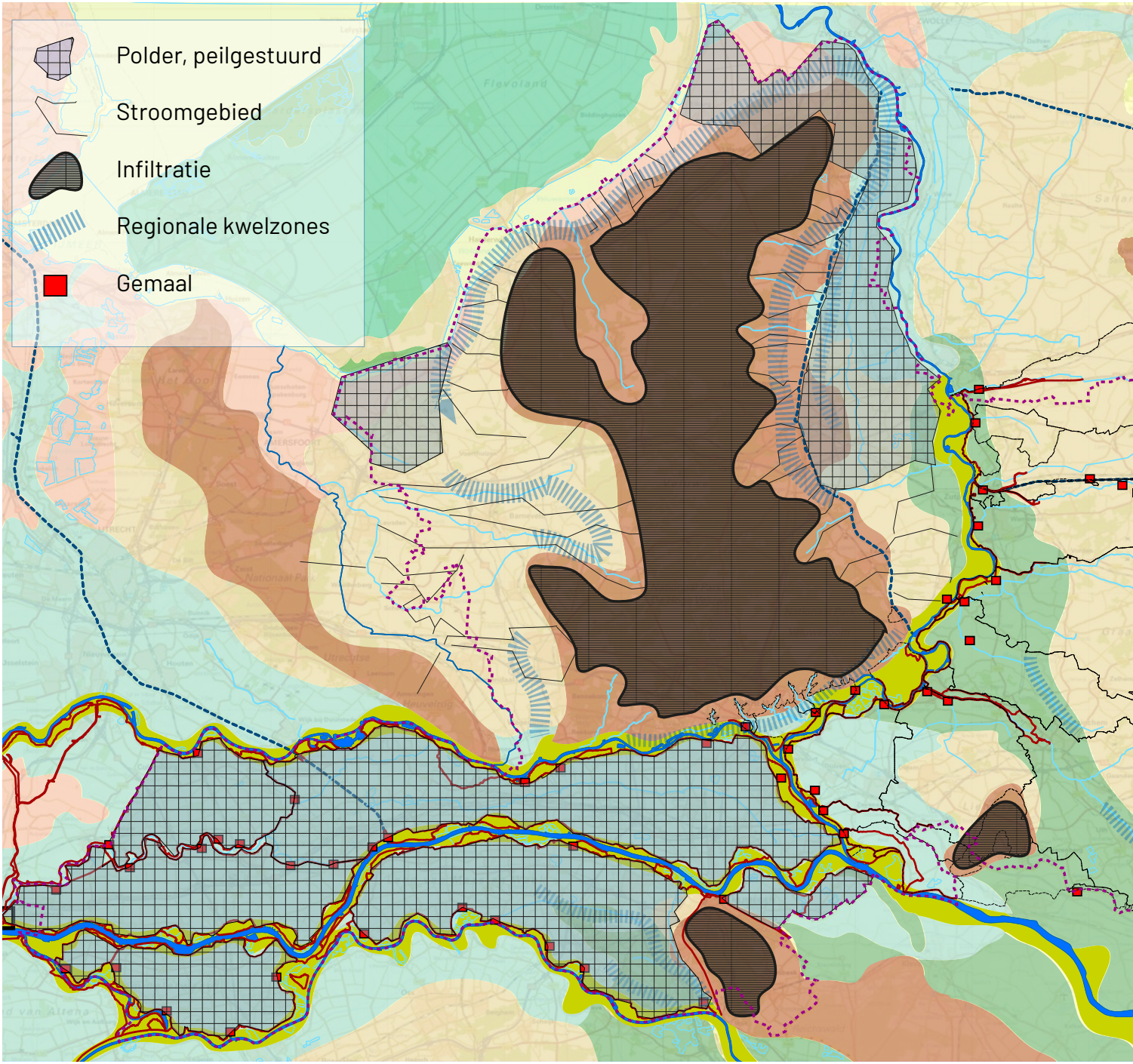
De geologische opbouw heeft grote invloed op de hydrologie, het moedermateriaal en de bodemvorming in een gebied. Elke laag in de bodem en ondergrond heeft karakteristieke kenmerken en fysische en chemische eigenschappen, zoals bijvoorbeeld waterdoorlatendheid of de aanwezigheid van kalk in de bodem. Deze eigenschappen bepalen mede de beschikbaarheid van de grondwater en nutriënten voor landbouwgewassen en natuurlijke vegetatie. Daarnaast geven de dwarsprofielen inzicht in de relaties tussen de verschillende landschappen en de mogelijkheden voor delfstof- en grondwinning en de mogelijke effecten daarvan.

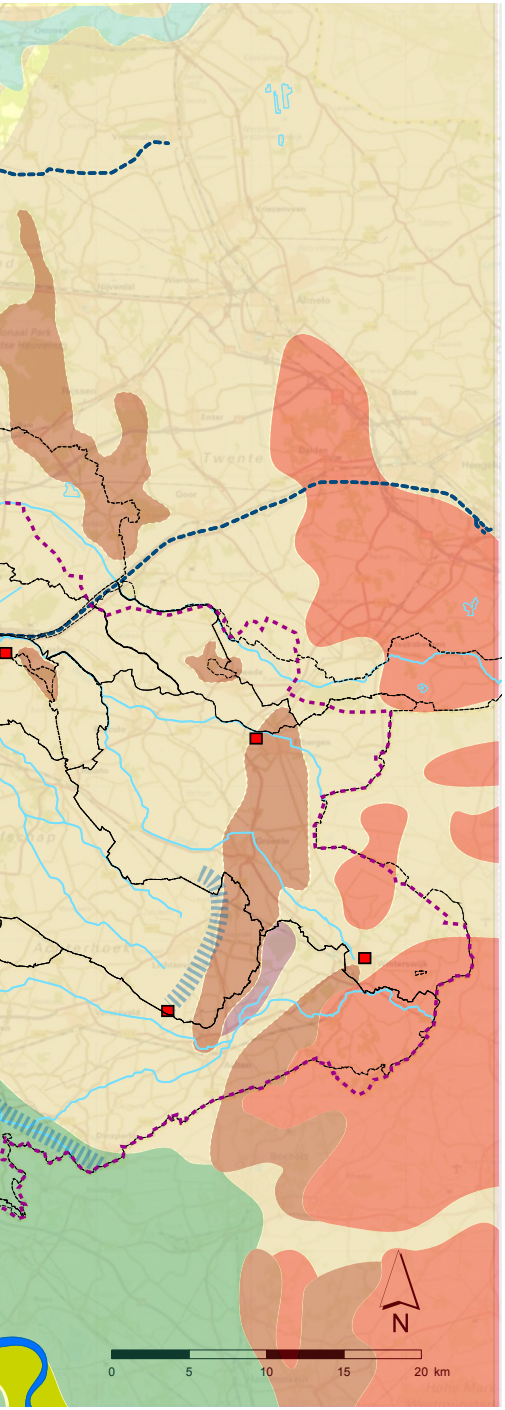
Advies 7
In de BKNSN ook de ondergrond en ondiepe geologie (tot ca 30 meter onder maaiveld) verankeren.





Voor deelgebieden is de doorsnede te globaal, dan is een uitwerking van de ondergrond gewenst en noodzakelijk. Als voorbeeld van zo'n uitwerking tonen we de stadsgenese van Culemborg (uit: boek 'de stadsgenese', RCE en STOWA, 2021)


Polder, peilgestuurd
Stroomgebied
Infiltratie
Regionale kwelzones
Gemaal



3.5. Basiskaart WBS Gelderland

De Basiskaart WBS voor Gelderland geeft de hoofdlijnen weer van het systeem van water en bodem in de provincie. In deze basiskaart zijn de belangrijkste onderdelen van water en bodem gecombineerd.

De hoofdlandschappen van de BKNSN vormen de onderlegger, we onderscheiden de Rivierlandschappen (Rivierengebied en Rivierterras), de Zandlandschappen (Stuwwal, Dekzand) en het Veenlandschap.

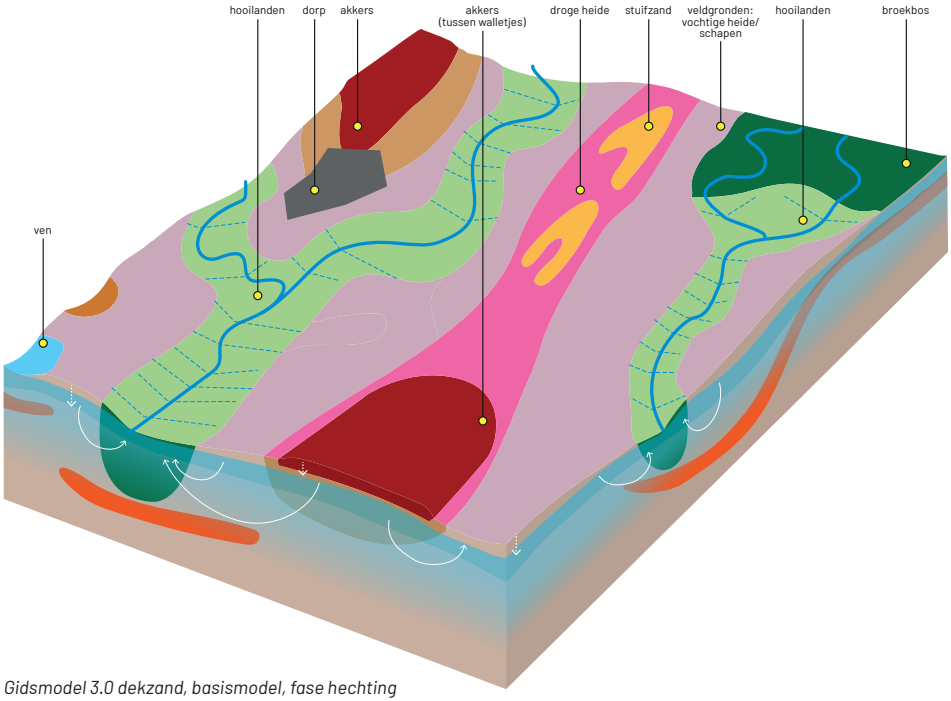
Ten tweede zijn de belangrijkste rivieren, kanalen en beken weergegeven. Met heel dunne lijnen is ook het patroon van sloten te zien.

Van groot belang zijn de stroomgebieden, dat zijn de gebieden die hun water op een beek of rivier afvoeren. Deze zijn weergegeven met stippellijnen. Ze liggen met name aan de randen van de Veluwe. Centraal op de Veluwe (en de andere stuwwallen) infiltreert regenwater in de bodem naar het grondwater.

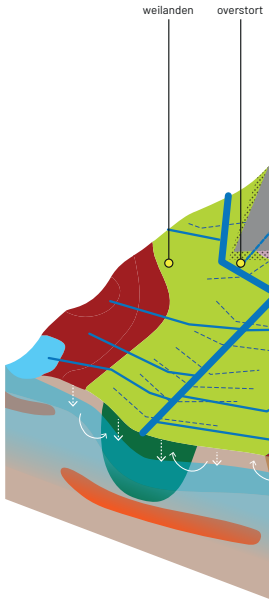
Dit grondwater stroomt deels via kwel naar de flanken van de stuwwal, de regionale kwelgebieden zijn met een blauwe arcering aangeduid.

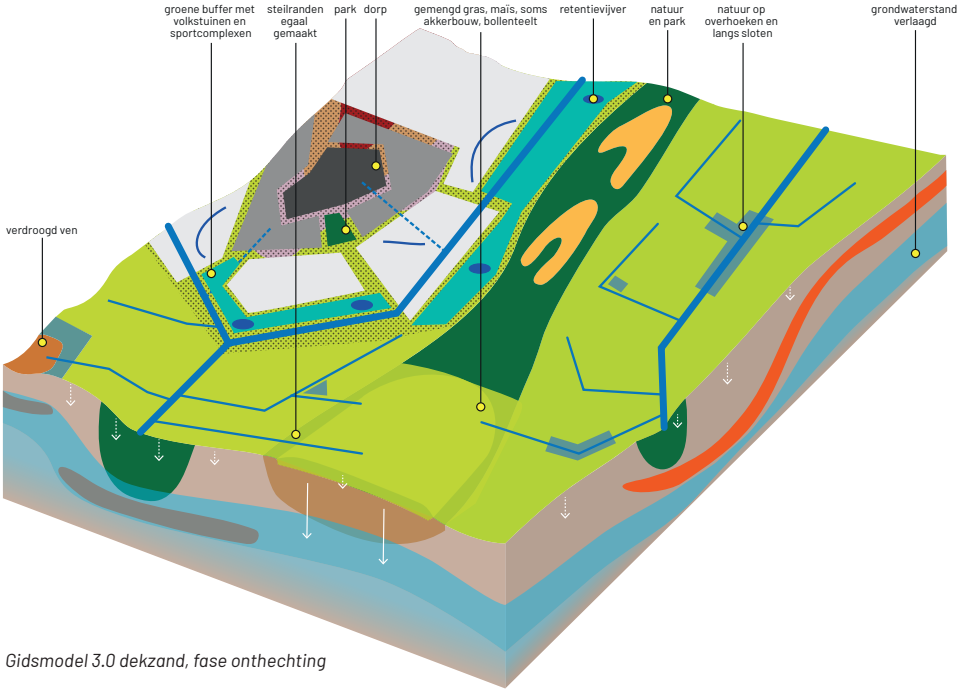
In her rivierengebied stroomt het water niet af, maar is het peilgestuurd, oa met gemalen. Dat wil zeggen dat de waterstanden kunstmatig worden gereguleerd. Dat treffen we ook in het veengebieden langs de randmeren én in de veengebieden en het noordelijke deel van de IJsselvallei.

Advies 8
Basiskaart WBS Gelderland verbeteren en documenteren, samen met waterschappen en provincie.

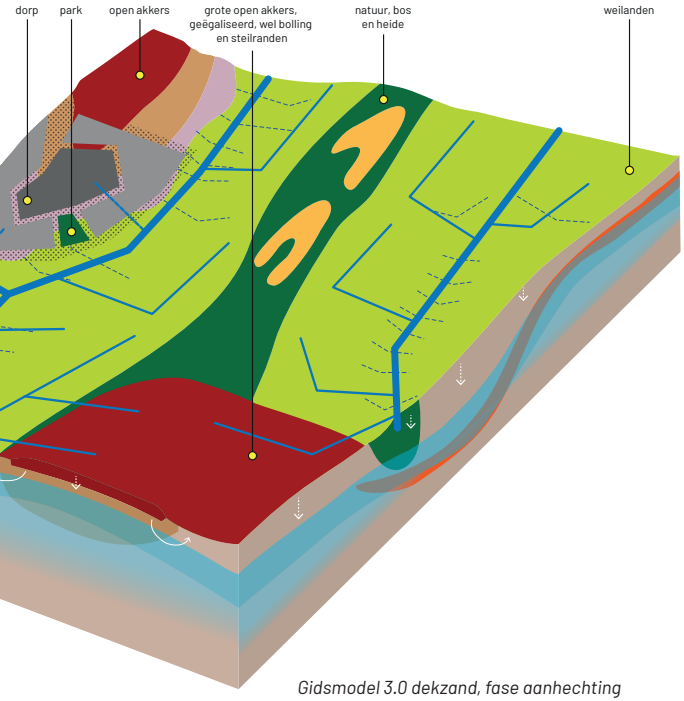


Gidsmodel 3.0 dekzand, basismodel, fase hechting





Gidsmodel 3.0 dekzand, fase onthechting



Gidsmodel 3.0 dekzand, fase aanhechting

Handelingsperspectief met gidsmodellen

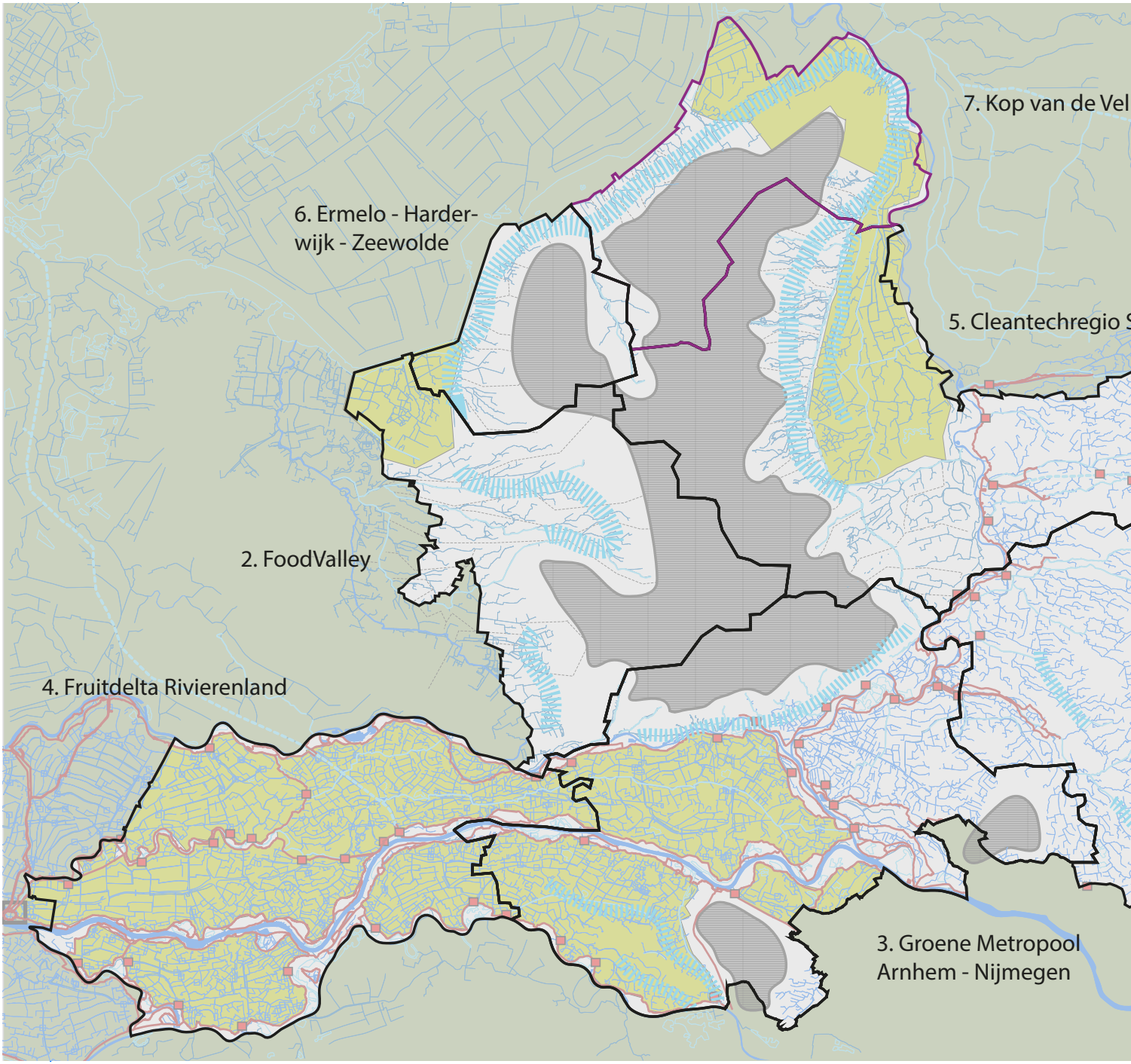
De basiskaart en de onderliggende BKNSN geven hoofdlandschappen en subeenheden weer van de 11 landschapstypen van Nederland. De samenhang tussen de landschappen en de subeenheden is niet van de kaart af te lezen, ze wordt weergegeven via gidsmodellen. Dat zijn 3D visualisaties van de landschappen van Nederland, die inzicht geven in de werking van het specifieke systeem.

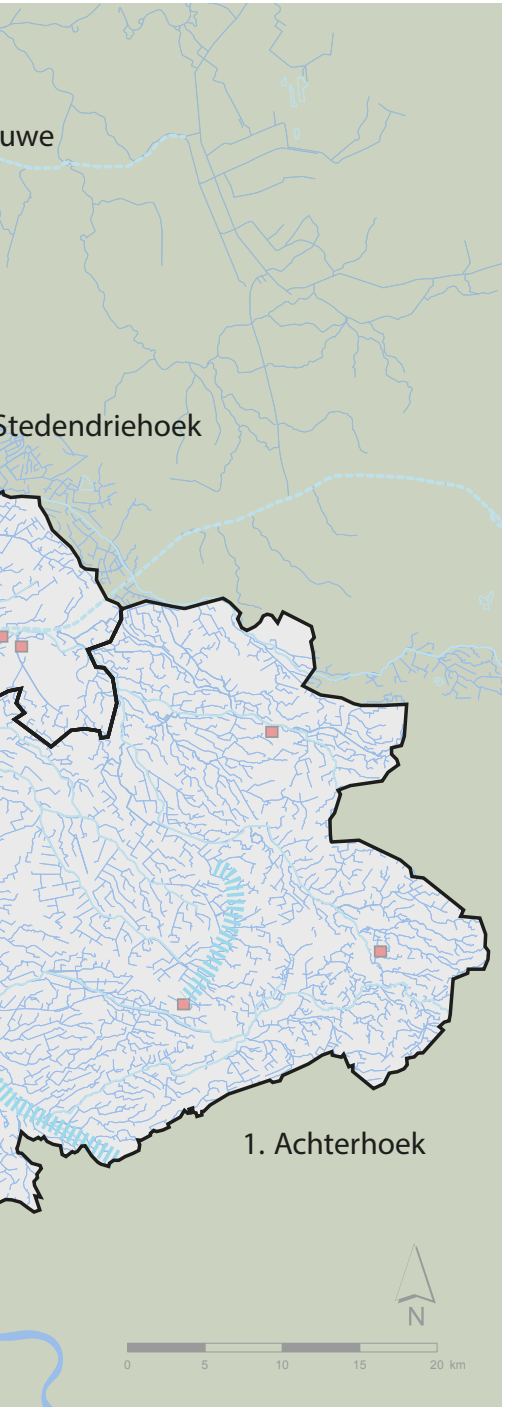
De huidige gidsmodellen 2.0 zijn te vinden op: https://gidsmodellen.nl/gidsmodellen/

Sinds het ontwikkelen van de gidsmodellen 2.0 zijn er vele nieuwe inzichten ontstaan, en gedachten over toepassingsmogelijkheden. Het Rijksvastgoedbedrijf (RVB) heeft daarom een prototype laten ontwikkelen voor het landschapstype dekzand, gidsmodel 3.0. Een van de vernieuwingen is de koppeling aan opzet en codering van de BKNSN. Ook wordt nu aandacht besteed aan de relatie met erfgoed en klimaatadaptatie. Dit gebeurt in de vorm van plaatjes per ontwikkelingsfase hechting, aanhechting en onthechting (voorbeeld dekzand zie hiernaast). Tenslotte worden per model specifieke ontwikkelprincipes vermeld, die richting geven aan plannen en visies.

Advies 9

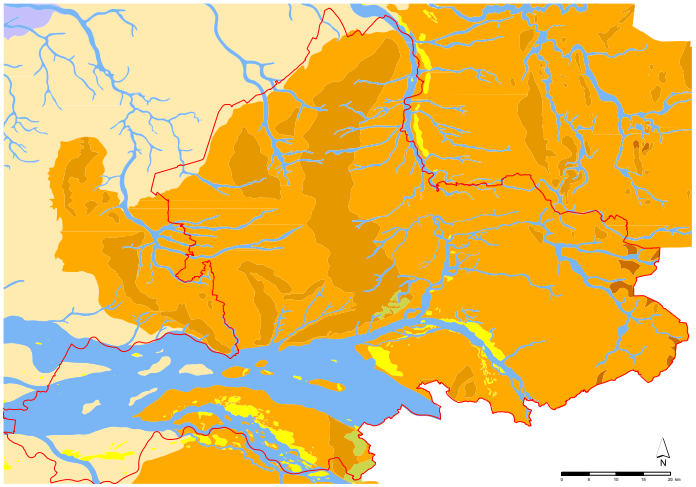
Ontwikkelen van gidsmodellen 3.0, als eerste voor de 'Gelderse' landschapstypes dekzand, stuwwal, rivierengebied en rivierterras. Samenwerking zoeken met andere overheden (LNV, I&W, RCE, andere provincies, STOWA en RVB) om dit gezamenlijk te realiseren voor alle landschappen van Nederland.


7. Kop van de Vel
6. Ermelo - Harder-
wijk - Zeewolde
5. Cleantechregio S
2. FoodValley
4. Fruitdelta Rivierenland
3. Groene Metropool
Arnhem - Nijmegen

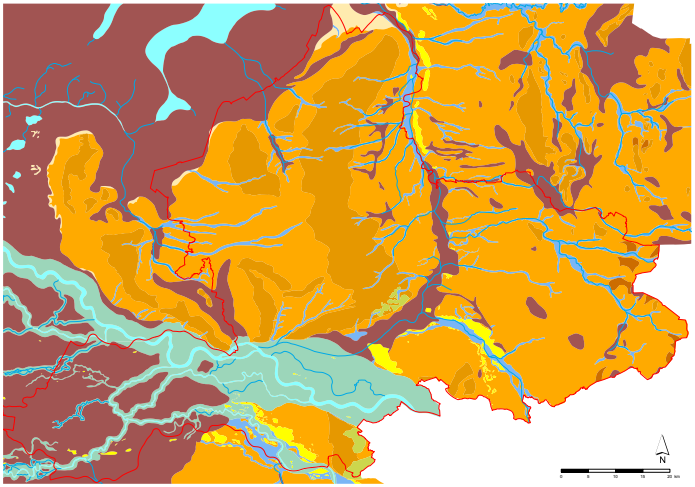


WGR regio's

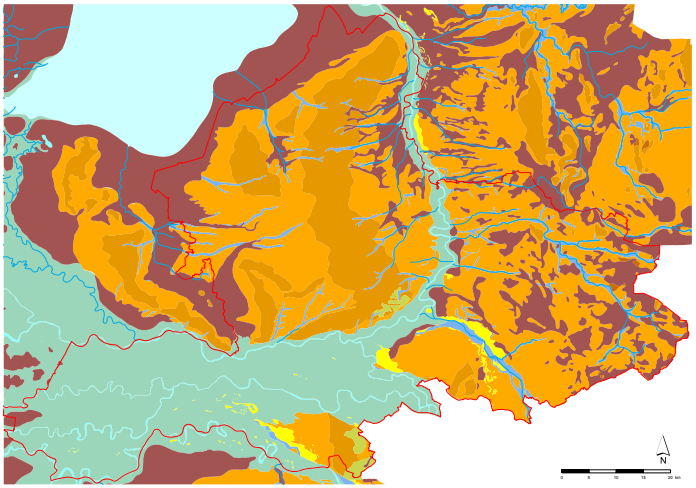
De WBS-atlas is een bron van informatie om vanuit het water en bodem systeem ruimtelijke processen te kunnen sturen. Zo kan de WBS-atlas de beleidsprocessen in de WGR regio's ondersteunen. Op de afbeelding hiernaast is te zien dat deze regio's zijn gelegen in verschillende landschapstypen. Dit inzicht is de basis voor gebiedsvisies, waarin water en bodem sturend zijn.



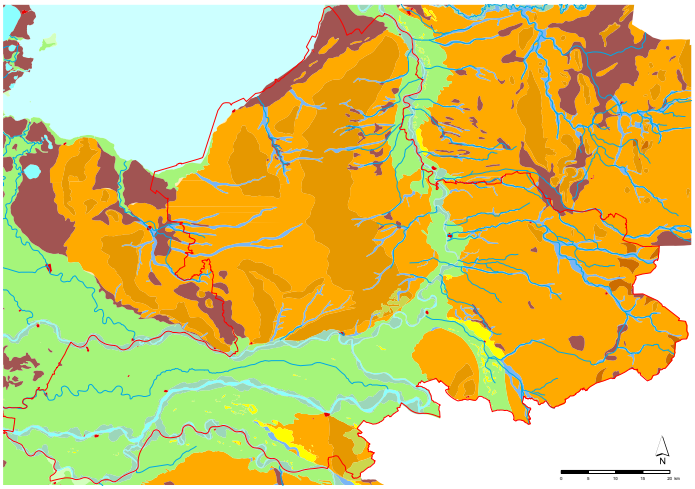
9000 vC



2750 vC



800 nC



1500 nC

4 Dynamiek

Het huidige water en bodem systeem van Gelderland is een momentopname in een heel lang en zeer dynamisch ontwikkelproces. Deze natuurlijke dynamiek is een belangrijk kenmerk van het systeem.

In dit hoofdstuk beschrijven we drie onderdelen van deze dynamiek. Allereerst in enkele hoofdlijnen het ontstaan van het landschap, vanaf de jager en verzamel maatschappij tot in de late Middeleeuwen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de paleografische kaarten van Vos et al. Daarna gaan we in op de dynamiek door menselijk ingrijpen vanaf de Middeleeuwen, en op de dynamiek die op dit moment in het natuurlijk systeem aanwezig is. Tot slot worden toekomstige klimaatveranderingen besproken, die de natuurlijke dynamiek van de toekomst sterk zullen beïnvloedden.

4.1. Ontstaan van het natuurlijke systeem

De derde en de vierde ijstijd hebben grote invloed gehad door de opstuwing van de stuwwallen, zoals de Veluwe en de stuwwal van Nijmegen. Ze zijn gevormd in de voorlaatste ijstijd, ongeveer 230.000 tot 130.000 jaar geleden. In die periode reikte een kilometers dik Scandinavisch ijspakket tot halverwege het huidige Nederland. Gletsjertongen stuwden zand, grind en andere sedimenten tot hoge morenen op en werden diepe gletsjer- en smeltwaterdalen uitgesleten. Tijdens de laatste ijstijd, die ca. 11.000 jaar geleden eindigde, zijn de stuwwallen afgevlakt tot heuvels, de dalen opgevuld, is met poolwinden dekzand aangevoerd, en door de Rijn en de Maas rivierzand en -grind.

9000 vC
Een brede smeltwaterriviervlakte domineert het landschap In het zuiden van de provincie. Vlechtende rivierlopen van Rijn en Maas voeren zand en grind naar de delta. De IJssel bestaat dan nog niet, maar via het IJsseldal stromen beken vanaf het oostelijk dekzandgebied naar de Noordzee.

De eerste bewoners in dit gebied waren jagers, vissers en verzamelaars. Ze leidden veelal een nomadisch bestaan en verplaatsten zich met de dieren gedurende de jaargetijden, op zoek naar vruchtbare grond.

2750 vC
Vanaf omstreeks 5500 voor Chr. werd door het warmere klimaat en de stijging van de zeespiegel het steeds natter en veranderde het gebied ten noorden en westen van de provincie in een lagune met geulen, kwelders en kreken onder invloed van de getijden. De Rijn en Maas, maar ook de Eem en de Overijsselse Vecht mondden in dit kweldergebied uit. Naarmate het klimaat warmer en natter werd, veranderde het lagunelandschap in een uitgestrekt veenmoeras. Ook in lage gebieden en beek- en rivierdalen ontstaan moerassen. Ongeveer 1500 vC is de veenverbreiding in de Rijn-Maasdelta maximaal. Vlechtende rivieren worden meanderende rivieren en voeren naast zand ook steeds meer klei aan.

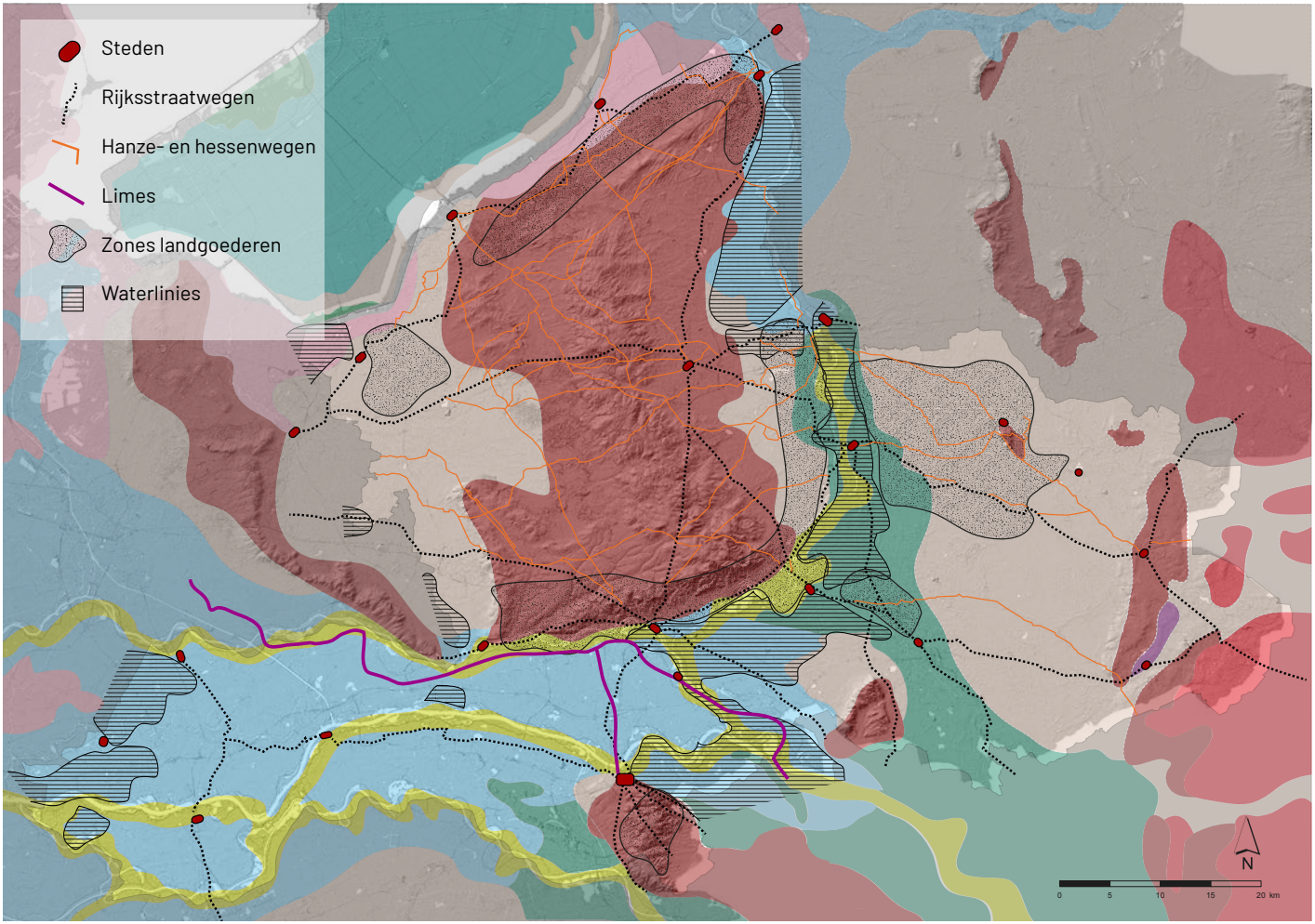
Met de introductie van de landbouw rond 3000 voor Chr. veranderde de wijze van leven drastisch. Het land werd bewerkt en het nomadische bestaan werd ingeruild voor vaste plekken om te wonen. Op de hoger gelegen delen van het landschap werden bomen gekapt voor akkers, die werden bemest, er werd vee gehouden en van klei werden gebruiksvoorwerpen gemaakt. Vanaf 300 voor Chr. begon men de veengebieden vanaf de randen te ontwateren om er landbouw op te bedrijven.

800 nC
Het werd warmer en de zeespiegel steeg verder. Gronden die eerst geschikt waren voor bewoning werden door zeewater overspoeld en dikke veenpakketten werden tijdens stormvloeden weggeslagen. Op de hogere zandgronden veranderde de vegetatie langzaam in een dicht loofbos van eiken met hier en daar open plekken en later beuken en hazelaars.

De grote rivieren verleggen voortdurend hun meanderende loop en voeren slib aan. De invloed van Rijn en Maas breidt zich naar het westen uit. Bij elke overstroming wordt er op de riviervlakte en over het veen een dun laagje klei afgezet. Het gebied slibt op en er vormt zich een landschap van oeverwallen en kommen. Rond 800 ontstaat de IJssel, als het water van de Rijn haar eigen oeverwal doorsnijdt en zich een weg naar het noorden zoekt. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de al aanwezige laagten en veengebieden.

1500 nC
Op deze afbeelding is de hoofdcontour te zien van het huidige systeem van water en bodem in Gelderland. Aan de noordzijde is de Zuiderzee te zien als open water, de IJssel is onderdeel geworden van het rivierengebied. Vanaf de 11e eeuw zijn langs de grote rivieren dijken aangelegd en zijn de uiterwaarden ontstaan. Veenmoerassen in het dekzandgebied werden drooggelegd en ontgonnen voor de landbouw of afgegraven voor de turfwinning. Op de hogere dekzandruggen werden akkers aangelegd. Arme gronden werden verrijkt met potstalmest. Door roofbouw en overbegrazing was de Veluwe echter nagenoeg kaal geworden en de bodem gedegenereerd. Daardoor ontstonden grote aaneengesloten stuifzanden, die later in bos werden omgezet.

Advies 10
Hele reeks paleografische kaarten beschrijven en verbeteren op provinciaal niveau en toegankelijk maken.



De kaart is afgeleid van de nieuwe concept beleidskaart van de provincie.

4.2. Erfgoed: dynamiek door menselijk ingrijpen

Het landschap wordt al sinds de IJzertijd (800 – 12 v. Chr) ingericht op een wijze die nu nog zichtbaar is. Relicten uit de Bronstijd zijn ook aanwezig, maar minder zichtbaar.

Op de Veluwe liggen hectares aan akkercomplexen (de zogenoemde celtic fields of raatakkers). Ook op de Veluwe, maar zeker ook in het zuidoostelijk rivierengebied liggen duizenden grafheuvels. Die zijn niet alleen om mensen in te begraven, maar dienen als letterlijk landmark. Er liggen wegen langs die in de prehistorie ontstaan zijn en tot ver in de Middeleeuwen in gebruik zijn geweest. In de Romeinse tijd zijn er aanwijzingen voor landindeling (centuriatie) ten zuiden van de rivieren, het splitsingspunt Rijn/Waal is omgeleid en er is een heel wegennetwerk aangelegd dat tot op de dag van vandaag aan de basis staat van onze ruimtelijke indeling op sommige plaatsen. Al die sporen zijn nog in het landschap aanwezig, en daar hebben we ons ook toe te verhouden. De Provinciale Kennisagenda Archeologie maakt dat inzichtelijk, dat kan later worden uitgewerkt.

De atlas richt zich in dit stadium op de periode vanaf de Middeleeuwen. Van oudsher was het natuurlijke systeem bepalend voor ruimtelijke ontwikkelingen, waardoor deze ontwikkelingen op een natuurlijke wijze met het landschap verbonden waren. Na de industriële revolutie nam de intensiteit en complexiteit van de maatschappij toe, en vanaf WOII was de techniek zo ver gevorderd dat de natuurlijke beperkingen van het landschap steeds meer konden worden genegeerd.

In plaats van het natuurlijke systeem als leidend niveau te beschouwen, werd die plek ingenomen door de belangen en opgaven van de maatschappij. Je zou kunnen zeggen dat het operationele niveau (van het maken en beheren) werd gestuurd vanuit het tactische niveau (opgaven en belangen). Het strategische niveau (natuurlijke systeem leidend) werd uit het oog verloren. De dynamiek is in veel gebieden als probleem gezien en daarom door menselijk ingrijpen verdwenen of geminimaliseerd.

De volgende structuren en gebieden zijn een weerslag van de samenhang met het natuurlijke systeem.

Watererfgoed en militaire linies

Het gaat om militaire linies en inundatiegebieden met de Nieuwe Hollandse Waterlinie, de IJssellinie en de Grebbelinie. De Romeinse Limes rekenen we hier ook bij. (zie https://data.overheid.nl/en/dataset/16711-omgevingsverordening—romeinse-limeszone-Gel-derland—provincie-Gelderland). Ook relevant zijn de (sprengen)beken, historische waterlopen, en riviergebonden erfgoed zoals dijken en hoogwatervrije terreinen. Al dit erfgoed heeft een directe relatie met van nature laaggelegen gebieden.

Archeologische relicten

Het betreft met name prehistorisch erfgoed zoals celtic fields en grafheuvels, met terreinen van zeer hoge archeologische waarde. Ze komen veel voor op de hogere delen van de provincie.

Landgoederen/buitenplaatsen

Relevant zijn de landgoedzones met historische landgoederen en buitenplaatsen. De landgoedzones komen voor op de gradiënten van het natuurlijk reliëf, met name de flanken van de Veluwe en het Rijk van Nijmegen en licht hellende gebieden in het Achterhoekse bekenlandschap.

Netwerk van historische steden en dorpen

Belangrijk zijn vooral voorbeelden van historische stedenbouw, zoals Zuiderzeestadjes en Hanzesteden en ook rijksbeschermde stads-en dorpsgezichten. De steden en stadjes liggen aan plaatsen die voor de handel goed ontsloten waren over water en land: aan de Zuiderzee en de grote rivieren, en op hoger gelegen plaatsen in laaggelegen land. Hanze-, hessen en rijksstraatwegen, gelegen op relatief hoog land, verbonden de steden en stadjes.

Advies 11

Analyse maken van de relatie van de provinciale erfgoedstructuren met het natuurlijke systeem. Deze koppelen aan de fasen van hechting, aan- en onthechting.

Dekzandgebied *Verdroging beukenlaan*

Verstuiving vruchtbare bovenlaag door droogte

Beek is verplaatst naar rand van de weg, ligt nu buiten het beekdal

Sluis Apeldoorns Kanaal overbrugt 7 meter

4.3. Huidige dynamiek

Dekzandgebied

Processen
De dekzanden zijn in een poolklimaat ontstaan door verstuiving van zand vanuit een drooggevallen Noordzee en riviervlakten. Verstuiving op deze schaal vindt onder de huidige klimatologische omstandigheden niet meer plaats, waardoor er geen natuurlijke opbouw van dekzandgebied meer plaatsvindt.

Natuurlijke landschapsvormende dynamiek vindt nu alleen nog plaats in stuifzanden en beekdalen. In stuifzandgebieden zonder vegetatie heeft de wind in droge periode vat op de bodem en treedt lokaal verstuiving van zand op. Door de snelle toename van vegetatie onder invloed van stikstof neemt de oppervlakte kaal zand echter snel af. In de beekdalen is stromend water de landschapsvormende factor. De meeste beken in het dekzandlandschap hebben van oorsprong een meanderend of slingerend verloop, waarbij de bedding van de beek zich door de jaren heen door het dal verplaatst. Dit kan door uitschuren van buitenbochten en aanzanding van binnenbochten gebeuren of door een plotselinge verlegging van de geul. Dit veroorzaakte een zeer gevarieerd landschap. De dynamiek in beekdalen is door het rechttrekken en vastleggen van de oevers ('normaliseren') van beeklopen sterk verminderd. Beken kunnen zich daardoor niet meer aanpassen aan een veranderend wateraanbod door klimaatverandering.

Een derde landschapsvormend factor is de grondwaterdynamiek. Deze is van invloed op de bodemvorming en de vegetatie ontwikkeling. Hierin zijn vooral het verloop van de grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld in het groeiseizoen en de mate van kwel van belang. Ten opzichte van de natuurlijke situatie is het waterbeheer sterk veranderd door het graven van extra waterlopen om water naar of uit het gebied te voeren (zoals de Veengoot). Natuurlijke beken werden vaak plaats vanuit veengebieden gevoed, die als een spons water vasthielden en langzaam afgaven. De veengebieden zijn veelal ontgonnen en verdwenen, waardoor deze natuurlijke aanvoer bijna niet meer plaatsvindt. Door winning van drinkwater en individuele wateroppompingen is de stand van het grondwater verder verlaagd. Daarom is het dekzandgebied extra gevoelig voor verdroging, en verstuiving van de vruchtbare bovenlaag.

Een vierde vorm van dynamiek is de bodemontwikkeling zelf. Afgestorven organisch materiaal op en in de bodem, en wordt door biologische verteringsprocessen omgezet in organische stof. Onder natte omstandigheden verloopt het verteringsproces langzaam en hoopt zich organisch materiaal op aan maaiveld (veen). Door aanvoer van mest uit extensief agrarisch gebruik zijn esgronden ontstaan met een organisch waardevolle bodemstructuur. Het gebruik van kunstmest en het injecteren van drijfmest heeft een negatieve invloed op de bodemgezondheid en de bodemstructuur en het organische stofgehalte in de bodem. In extreem droge periode kan verlies aan organische stof optreden door stofstormen. Het gebruik van kunstmest en het injecteren van drijfmest heeft een negatieve invloed op de bodemgezondheid en de bodemstructuur en het organische stofgehalte in de bodem. In extreem droge periode kan verlies aan organische stof optreden door stofstormen.

Kwetsbaarheid
Het dekzandlandschap is relatief kwetsbaar voor verstoring van bovengenoemde dynamische processen. De mogelijkheden voor herstel van natuurlijke dynamiek moeten voornamelijk uit het gebied zelf komen. Er zijn bijvoorbeeld geen mogelijkheden om water van elders naar het gebied aan te voeren.

Opties impuls natuurlijke processen
- Natuurlijke beekdalen herstellen, zowel de loop van de beek als het beekdal reserveren voor het vasthouden en bergen van water
- Herstel bron- en sponsgebieden van beken, o.a. ontwikkeling van moerasgebieden
- Herstel van grondwaterdynamiek door het bufferen van water in de bodem
- Bevorderen van de bodemgezondheid door verminderen bemesting (kunstmest) en gebruik van vaste mest in plaats van mestinjectie
- Verminderen verstoring vanuit omgeving (stikstof)
- Herstel doorlopende natuur en groenstructuren aan het watersysteem

Stuwwal

Processen
Opstuwend ijs heeft de stuwwallen gevormd, waarna door smeltwater en neerslag erin droogdalen zijn uitgesleten, Opstuwing vindt nu niet meer plaats, maar voor de dynamiek binnen de stuwwallen zijn de bestaande hoogteverschillen bepalend. Bij hevige neerslag vindt bodemerosie op de hellingen in de droogdalen plaats. Dit kan gepaard gaan met modderstromen. Het verspoelde materiaal wordt afgezet aan de voet van de stuwwal.

De grofzandige stuwwallen zijn infiltratiegebieden van neerslag en de ondergrond vormt een reservoir voor grondwater. Het water dat in de grond wegzakt en stroomt via de ondergrond naar de randen van het massief waar het uittreedt in bronnen, sprengen en kwelgebieden (diepe kwel).

De stuwwallen waren voor de middeleeuwen relatief vruchtbare zandgronden met een gevarieerd loofbos en een vruchtbare bosbodem. Deze situatie is sterk veranderd. De bodemkwaliteit is door de onttrekking van voedingsstoffen (afplagging en houtkap) verschraald. De aanplant van veel naaldbomen heeft bovendien geleid tot verzuring van de bodem.

Stuwwal *Door stikstof verandert samenstelling bos vegetaties*

Diepe insnijding door droog dal

Erosie aan de rand van de stuwwal

Op de Veluwe vinden we nog onbegroeide duinen, waar plaatselijk verstuiving van zand optreedt. De dynamiek op de Veluwe zelf wordt sterk beïnvloed door menselijk beheer en gebruik (heidevelden, bosbouw). Ook de fauna speelt een grote rol, denk aan de omwoeling van grond door everzwijnen en de vraat van het roodwild. Door stikstofdeposities wordt de bodem verrijkt en veranderen de vegetaties. Dit heeft oa betrekking op het vergrassen van heidevelden en het veranderen van de samenstelling van de bossen.

Kwetsbaarheden
De stuwwallen zijn geïsoleerde gebieden, waarbij de meeste natuurlijke landschapsvormende processen zich aan de flanken afspelen. Op de stuwwal zelf zijn de bodembiologische en -chemische processen van belang voor de natuurlijke vegetatie en fauna Ze is sterk afhankelijk van menselijk beheer en verstoringen van buitenaf (stikstof).

Opties impuls natuurlijke processen
- Bodemopbouw door loofbomen (tegengaan verzuring)
- Verminderen verstoring vanuit omgeving (stikstof)
- Verstuiving van zand
- Water vasthouden/ infiltratie

Rivierengebied

Processen
Het landschap in het rivierengebied is gevormd door de natuurlijke afvoerdynamiek van de rivieren. Sinds de laatste ijstijd voerden Rijn en Maas grote hoeveelheden sediment naar de delta. Eerst voornamelijk zand en grind, maar vanaf de fase dat het klimaat warmer en natter werd ook slib dat voor de bedijkingen was het Rivierengebied een geheel, waarin in de loop van de eeuwen rivieren hun loop voortdurend verlegden.

Dit is nu nog goed te zien in de ondergrond, een fascinerend stelsel van zandbanen is ontstaan restanten van oude rivierbeddingen. De zandbanen zijn een soort foto van de plekken waar vroeger rivieren hebben gelopen. Tijdens hoge afvoeren overstroomde het totale rivierengebied. Het meegevoerde slib kwam tot bezinking en vormde een steeds dikker wordende kleilaag. De zwaarste klei bezonk in de komgebieden In het westen van de provincie werd het veenmoeras met klei bedekt. Na de bedijking overstroomden bij hoogwater alleen nog de uiterwaarden. Door de afzetting van zand en slib kwamen de uiterwaarden steeds hoger te liggen ten opzichte van het binnendijkse rivierengebied. De afvoercapaciteit van de uiterwaarden neemt hierdoor geleidelijk af, waardoor het risico op overstroming van het laaggelegen bedijkte rivierengebied toeneemt. Door het afgraven van uiterwaarden en het verhogen van dijken wordt de afvoercapaciteit vergroot.

Kwetsbaarheden
Door klimaatverandering kent de afvoer in de rivieren steeds meer fluctuatie waardoor extreme hoog- en laagwaterstanden kunnen voorkomen. Dit komt grotendeels door processen in de buitenlandse bron- en doorstroomgebieden. Door de wijze waarop we onze rivieren hebben vastgelegd met kribben en stortsteen, de afvoerdynamiek en de wijze van sedimentbeheer ten behoeve van de scheepvaart vindt erosie van de rivierbedding plaats, De rivieren snijden zich in en komen steeds dieper te liggen. Het gevolg daarvan is ondermeer dat de rivier bij extreem laag water uit de omgeving het grondwater aantrekt, en verdroging optreedt in de uiterwaarden en het binnendijks rivierengebied. De kleigronden in de komgebieden zijn gevoelig voor inklinken en bodemdaling. Ook de scheepvaart wordt door laag water gestremd en bovendien is er dan te weinig rivierwater beschikbaar is om het waterniveau in andere gebieden aan te vullen.

Andersom kan bij hoog water rivierwater door zandbanen in de ondergrond onder de dijk doorstromen naar het binnendijkse rivierengebied, dit is rivierkwel. Rivierkwel of piping is een belangrijk faalmechanisme voor dijken. Het buitendijkse rivierengebied kent een hoge dynamiek, waarbij veel natuurlijke processen nog steeds plaatsvinden. Systeemherstel kan hier relatief snel plaatsvinden als er maar ruimte wordt geboden aan natuurlijke processen.

Mooi voorbeeld zijn de natuurontwikkelingen in de uiterwaarden. Zandafgravingen beïnvloeden regionale kwelstromen. De meest natuurgebieden in het rivierengebied liggen in de uiterwaarden, verder zijn er relatief weinig aanwezig in het binnendijkse rivierengebied.

Opties impuls natuurlijke processen
- Ruimte voor de rivier in uiterwaarden en door dijkverlegging (vergroten uiterwaarden)
- Cyclische verjonging van uiterwaarden; bodemopbouw door nieuwe sedimentatie; niet meer sediment oogsten dan wordt aangevoerd (tegengaan beddingerosie)
- Verminderen verstoring vanuit omgeving (stikstof).

Rivierengebied *Ooibos in uiterwaarden*

Verdroging bronbossen mede door verlaging kwelstromen vanaf de Veluwe, onder andere door winning van drinkwater. Ook vallen beken hierdoor droog.

Droogvallende geul in uiterwaarden in Rheden

Door het graven van diepe plassen tbv zandwinning wordt de kwelstroom verder verdiept, en het bovengenoemde effect versterkt

Rivierterras

Processen
Het rivierterrassenlandschap is ontstaan tijdens de laatste ijstijd doordat rivieren zich insneden in het omliggende rivierlandschap. De rivierterrassen liggen buiten de invloed van de huidige rivieren, waardoor landschapsvomende rivierprocessen daar niet meer plaatsvinden. De landschapsdynamiek is sterk gerelateerd aan de grond- en oppervlaktewaterpeildynamiek en het menselijke gebruik en/of beheer. Rivierterrassen in de provincie zijn relatief laaggelegen gebieden die onder invloed staan van kwel en aanvoer van water uit aangrenzende hoger gelegen landschappen. Het rivierterrassengebied nabij Nijmegen grenst aan de stuwwal en het rivierengebied; het gebied nabij de IJssel grenst aan zowel rivierengebied als het dekzandgebied.

Kwetsbaarheden
De kwetsbaarheid is afhankelijk van de omgeving (hydrologie). Afname van bijzondere kwelsituaties in oude geulen op het terras.

Opties impuls natuurlijke processen
- Herstel van kwel situaties door vasthouden en infiltratie van water op hogere gronden en vermindering van drainage
- Verbeteren bodembiologie door gezond bodembeheer
- Verminderen verstoring vanuit omgeving (stikstof)

Veengebieden

Processen
Veenvorming is de ophoping van organisch stof onder natte omstandigheden; door gebrek aan zuurstof onder water wordt de afbraak van organische stof geremd. In voedselrijke laagveenmoerassen vormden blad-, tak- en stamresten van elzen, wilgen, riet en zeggen het veen. Deze venen staan allemaal onder invloed van voedselrijk oppervlaktewater of grondwater. In voedselarme hoogvenen groeien bij voldoende regenval en hoge grondwaterstanden veenmossen steeds hoger. Zo ontstaan hoogveenkussens, met een eigen grondwaterregiem. Veenvorming vindt alleen nog plaats in laagveenmoerassen met een natuurlijke vegetatie en voldoende hoge waterstanden, zoals bijvoorbeeld broekbosjes in beekdalen. Mosveen groeit zeer lokaal in veenputjes in hoogveen relicten. Voor hoogveenvorming zijn de huidige milieuomstandigheden niet voldoende gunstig.

Kwetsbaarheden
Op de meeste plekken wordt het veen aangetast door ontwatering en oxidatie. Instandhouding van het bestaande veenpakket is in veel gevallen het hoogst haalbare. Hierdoor is veen erg kwetsbaar.

Opties impuls natuurlijke processen
Water vasthoud en infiltratie hogere gronden en herstel kwelsitutatie
Verhogen grond- en oppervlaktewaterpeil in veengebieden
Aanpassen landgebruik aan hogere waterstanden
Ontwikkelen natuurlijke moerasvegetaties
Verminderen verstoring vanuit omgeving (input stikstof)

Andere factoren
De natuurlijke dynamiek wordt niet alleen bepaald door de kenmerken van de landschappen of klimaatveranderingen, maar door nog meer factoren.

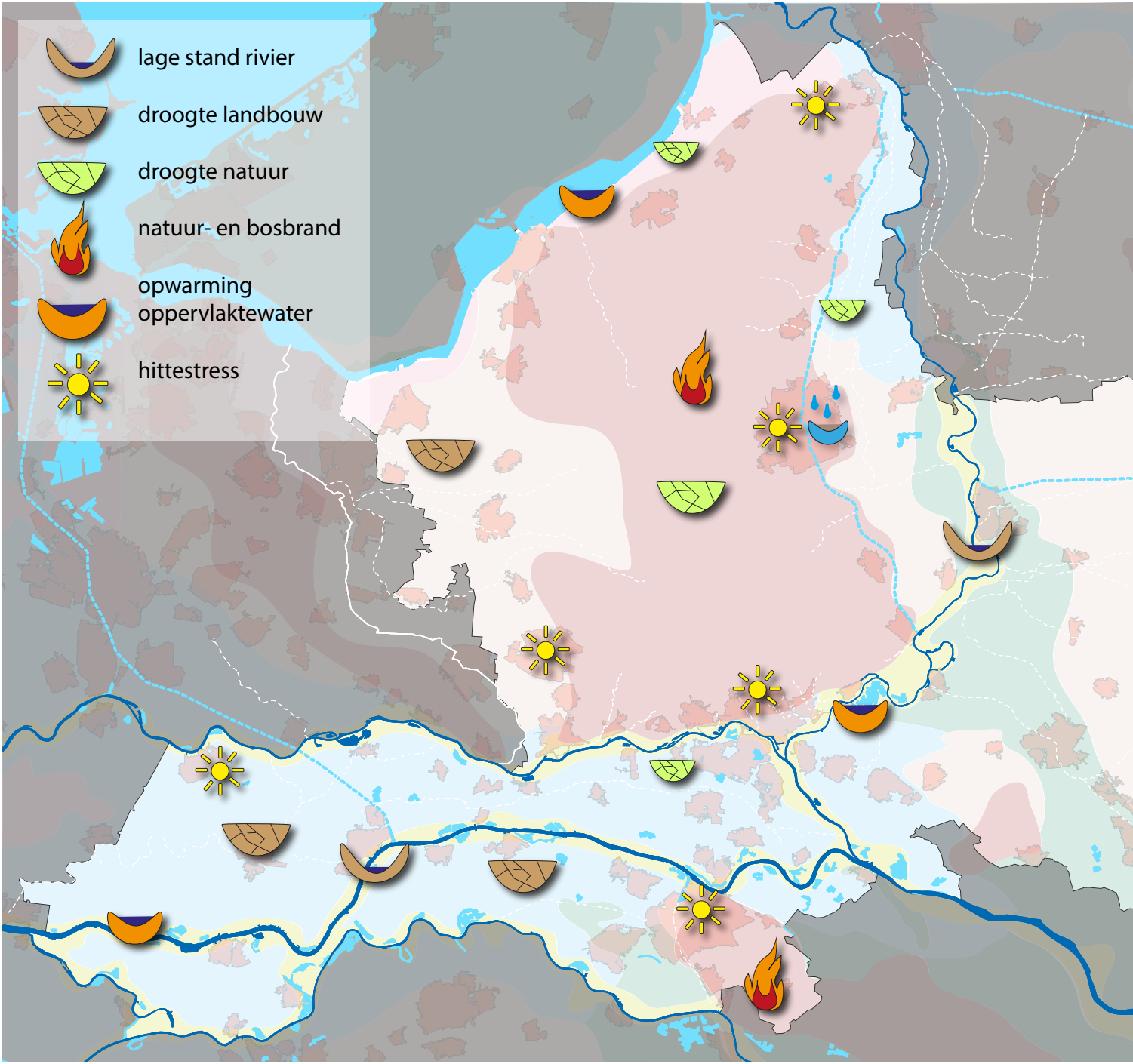
Landschappen onderling
De landschappen beïnvloeden elkaar, in Gelderland betreft dit met name de relaties van de stuwwal met de omliggende dekzandgebieden en het rivierengebied. Deze invloed wordt vooral veroorzaakt door de diepe en langjarige kwelstromen vanaf de Veluwe naar de omgeving. Deze kwelstromen zijn belangrijk voor flora en fauna, denk aan de beroemde bronbossen van Middachten.

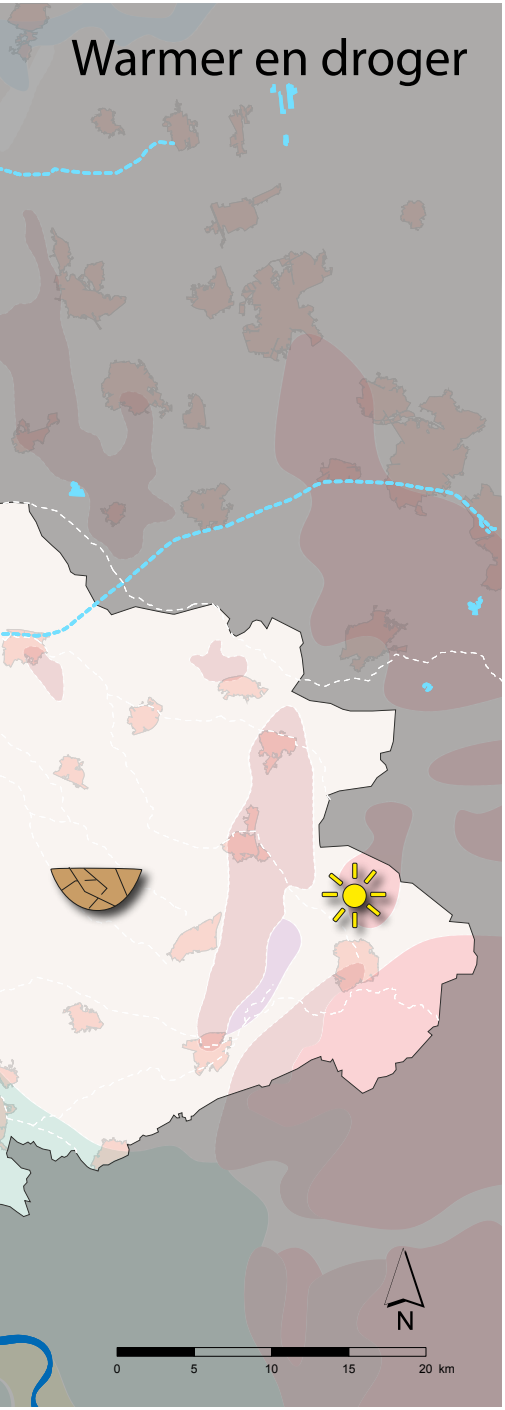
Opties impuls natuurlijke processen
- Stroomgebieden als uitgangspunt nemen

Beheerdynamiek
De dynamiek van de landschappen wordt sterk beïnvloed door menselijk beheer en ruimtelijke ontwikkelingen. Dit is bijvoorbeeld heel dominant te zien bij de graslanden, door maaien kan geen natuurlijke successie plaatsvinden.

Opties impuls natuurlijke processen
- Beheer richten op toename biodiversiteit, variatie en bloemrijke graslanden

Advies 12
Verhogen van dynamiek van natuurlijke systemen verankeren in beleid en inbrengen in gebiedsprocessen.


lage stand rivier
droogte landbouw
droogte natuur
natuur- en bosbrand
opwarming oppervlaktewater
hittestress



4.4. Klimaatveranderingen (dynamiek van de toekomst)

Het klimaat is aan het veranderen en gaat een grote impact hebben op de provincie Gelderland. Het portaal ruimtelijke adaptatie benoemt als belangrijkste tendensen: warmer, droger, natter en meer kans op overstromingen.

Warmer en droger

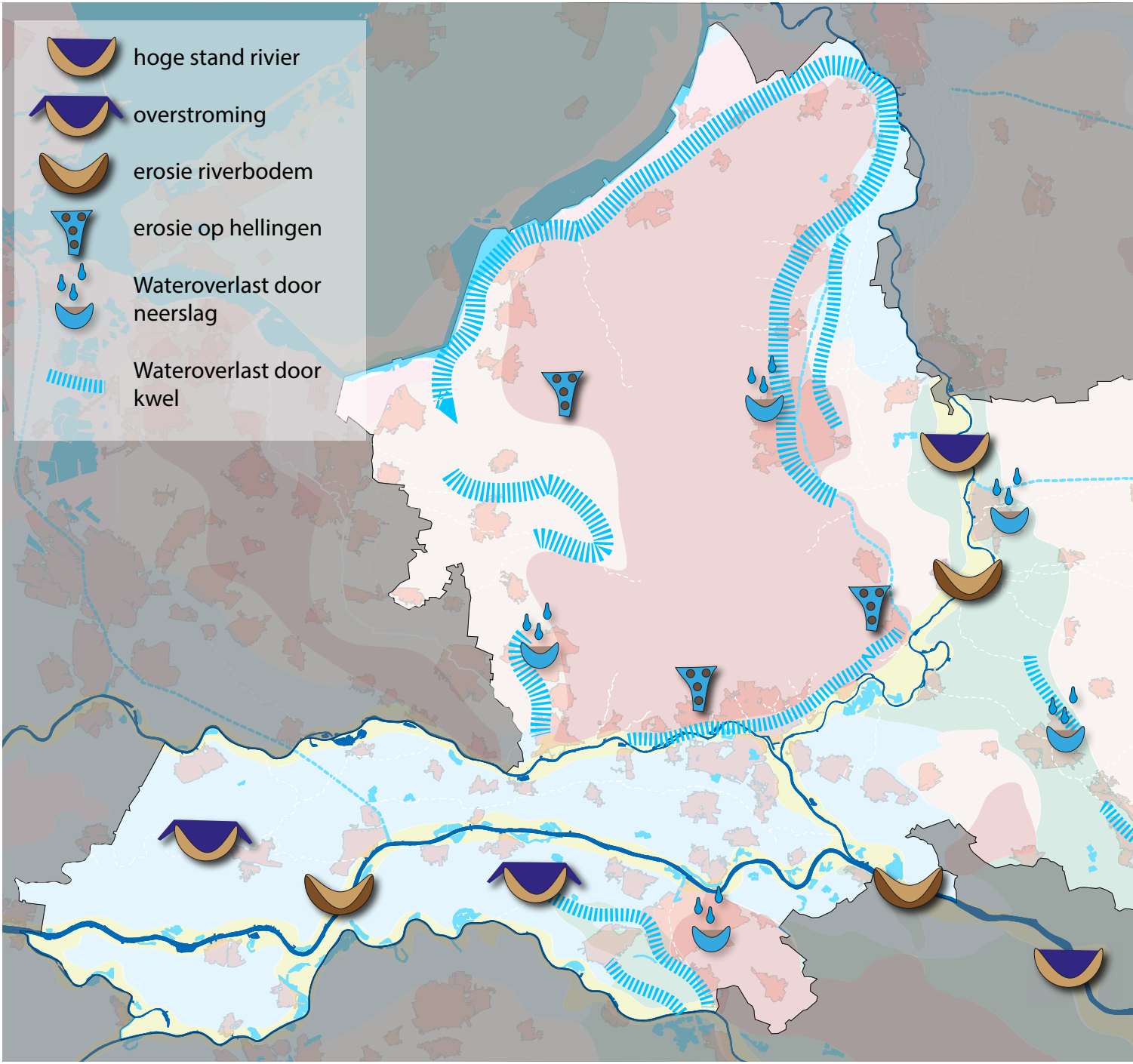
De zomers worden warmer en de kans op hittegolven neemt toe. Hittegolven komen steeds vaker voor en duren ook steeds langer. De kans op langere periodes van droogte neemt toe. De hogere temperaturen zorgen ervoor dat er meer water verdampt. Als er meer water verdampt dan dat er valt, kan er droogte ontstaan.

Ruimtelijke gevolgen

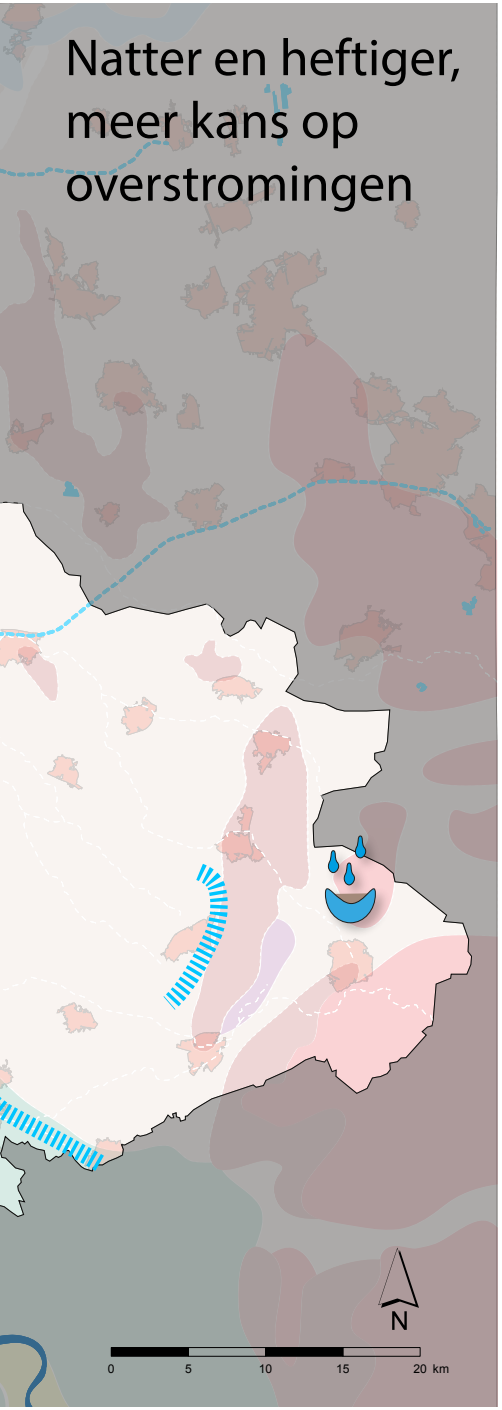
- Te lage waterstand rivieren
- Verdroging stedelijk groen
- Hittestress
- Erosie
- Verdroging natuur en landbouw
- Verwarming oppervlaktewater
- Verschuiving habitats plant en dier
- Verzilting
- Natuur- en bosbrand

Advies 13

Gevolgen van 'warmer en droger' verder toelichten en kaart uitwerken, toepasbaar maken in regioprocessen.


hoge stand rivier
overstroming
erosie riverbodem
erosie op hellingen
Wateroverlast door neerslag
Wateroverlast door kwel

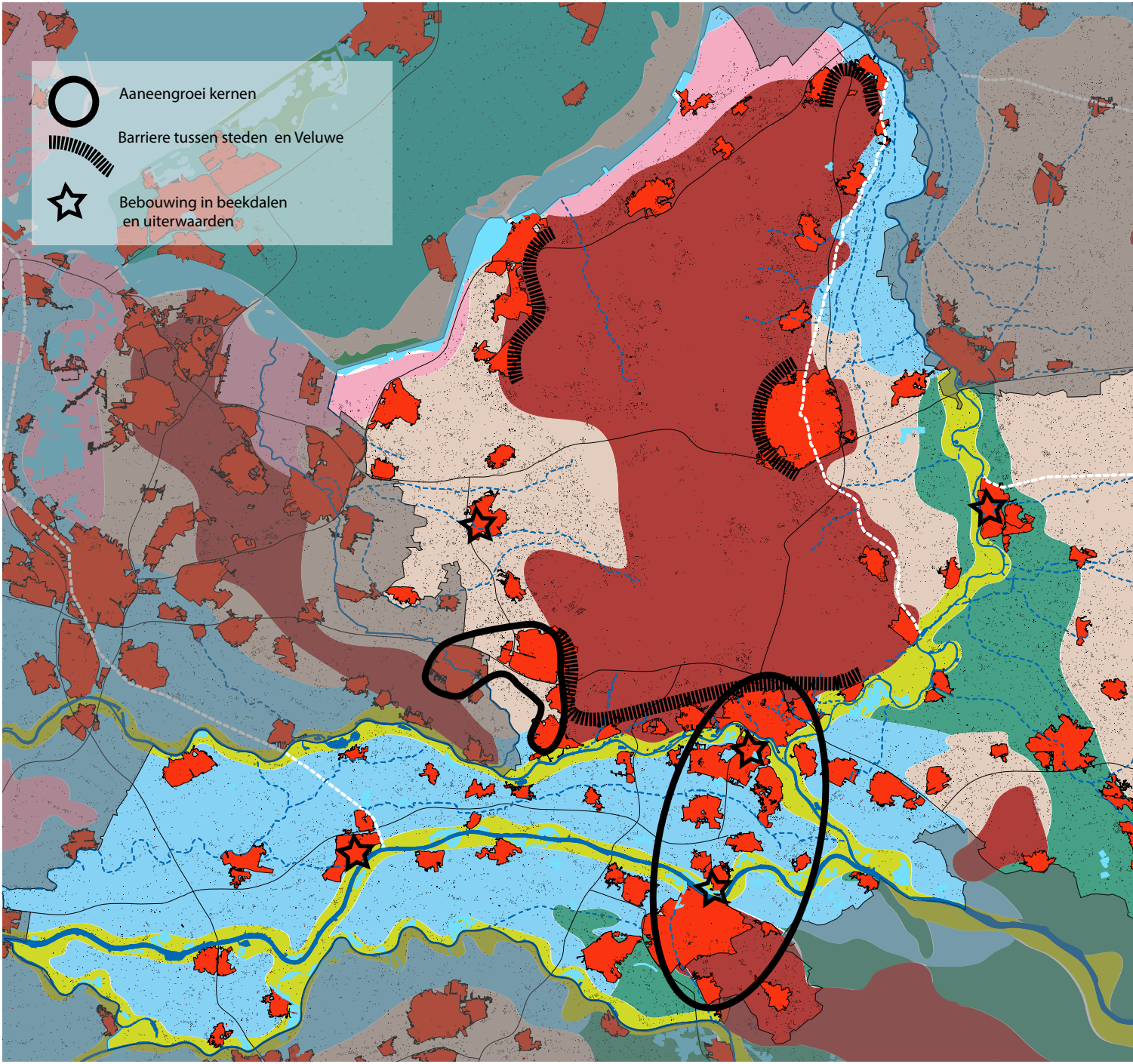
Natter en heftiger, meer kans op overstromingen

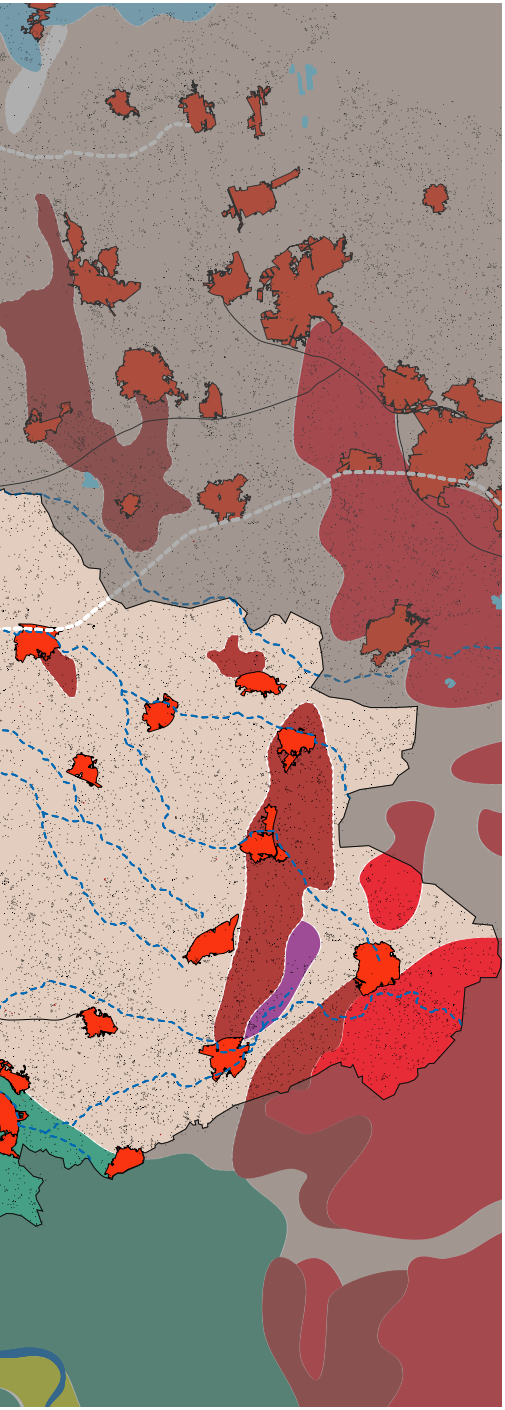


Natter, heftiger en meer kans op overstromingen
De winters worden natter en in de zomer neemt de kans op hevige regenbuien toe. Deze buien worden ook steeds extremer. Dat de neerslag toeneemt, komt doordat warmere lucht meer vocht kan bevatten. De kans op overstromingen neemt toe. Dit komt doordat de zeespiegel stijgt en er een grotere kans is op hogere piekafvoeren in de rivieren, bijvoorbeeld door extreme neerslag.

Ruimtelijke gevolgen
Te hoge waterstand rivieren
Gevaar overstroming
Erosie rivierbodems
Wateroverlast op straat
Wind- hagel en stormschade
Grondwateroverlast/ extra kwel

Advies 14
Gevolgen van 'natter, heftiger en meer kans op overstromingen' verder toelichten en kaart uitwerken, toepasbaar maken in regioprocessen.


Aaneengroei kernen
Barriere tussen steden en Veluwe
Bebouwing in beekdalen
en uiterwaarden



5 Grondgebruik

5.1. Bebouwing en infra

Van oudsher hebben de mensen bebouwingen en wegen aangelegd op logische plekken in het landschap. Dat speelt in elk landschap, elk op een specifieke manier. In het Rivierengebied zijn veel kernen ontstaan op de hoger gelegen en zandige oeverwallen, parallel aan de rivieren. Kernen op de Veluwe zijn veelal ontstaan op de flanken, waardoor zowel droge plekken voor veel en akkerbouw, en lage plekken voor hooi en water binnen korte afstand bereikbaar waren. Dat noemen we de gehechte fase van de ruimtelijke ontwikkeling.

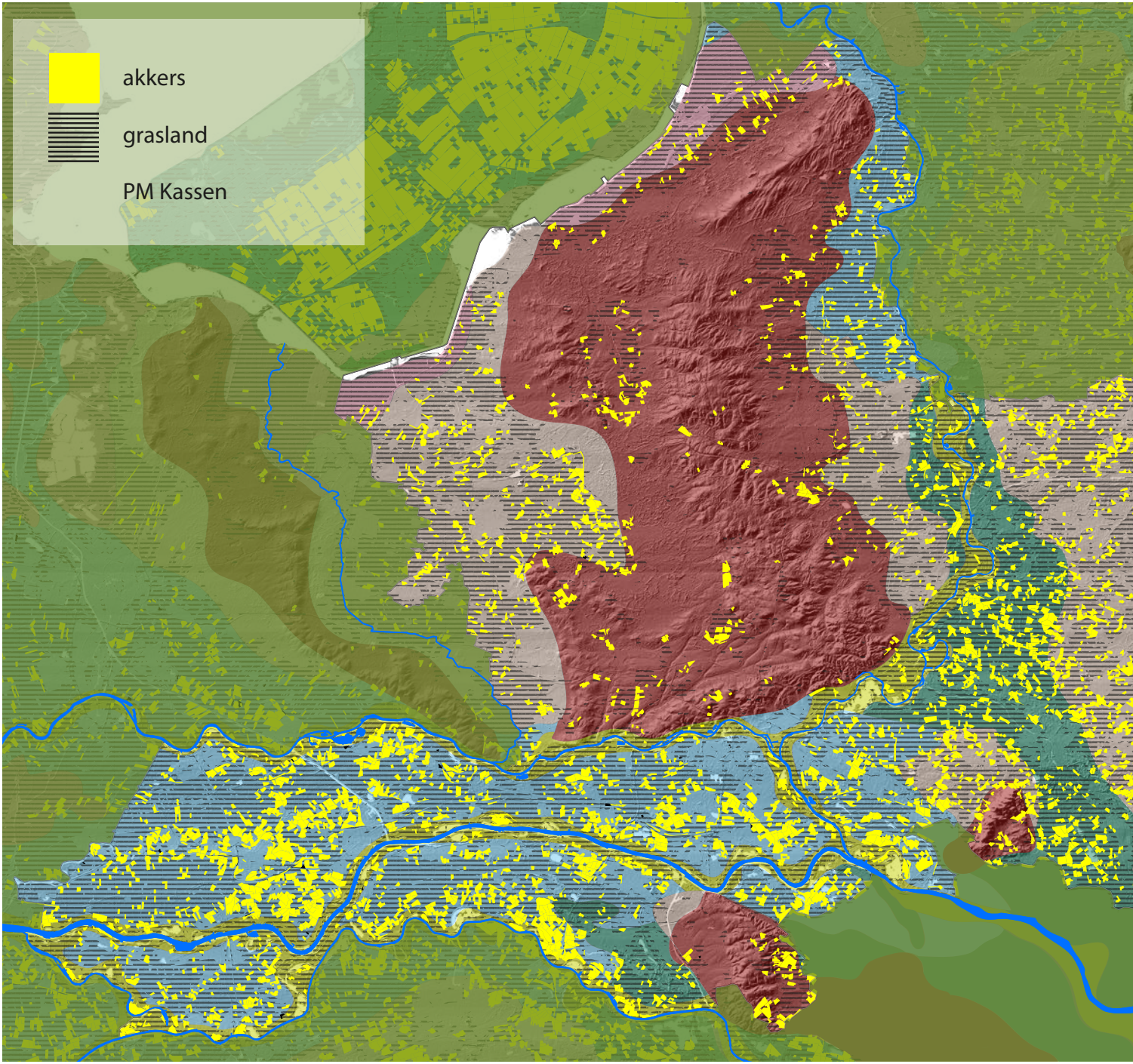
Op de kaart hiernaast zijn zowel de grote concentraties van bebouwingen te zien (in rood), en ook de losse huizen (in zwart). Bij de groei na de WOII is de logische relatie met de ondergrond veel minder leidend geweest. Dit noemen we de fase van de onthechting. Dat blijkt op allerlei schaalniveaus:

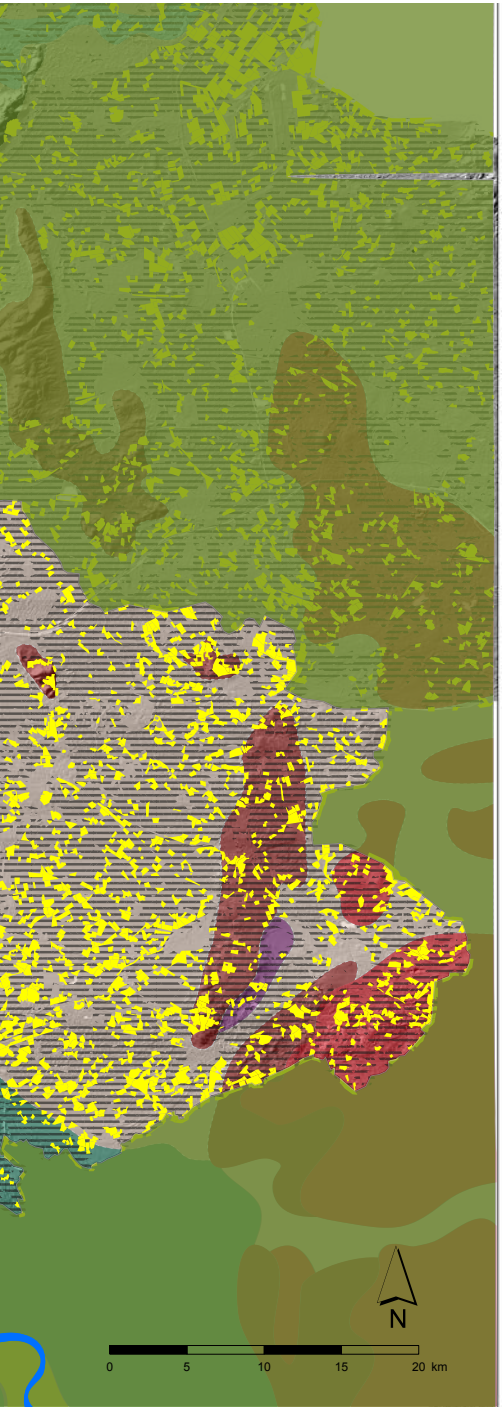
Aaneengroei kernen
Op enkele plekken in de provincie groeien kernen aan elkaar, waardoor er een barrière ontstaat tussen de Veluwe en de omgeving. Dit is met name het geval bij regio Arnhem, regio Ede/Wageningen en regio Harderwijk/ Ermelo en Putten. De westzijde van de Veluwe is minder kwetsbaar dan oostkant, hier zijn minder gradiënten en sprengenbeken.

Bebouwing rivierengebied
Het rivierengebied is kwetsbaar voor overstroming, desondanks is hier veel bebouwing gerealiseerd. Tussen Arnhem en Nijmegen is en wordt het gebied vrijwel geheel verstedelijkt. De capaciteit van het rivierengebied voor waterberging, overstromingsbuffer, landbouw en natuur wordt hierdoor sterk verminderd.

Bebouwing in uiterwaarden en beekdalen
Op veel plekken hebben uitbreidingen plaatsgevonden in uiterwaarden en beekdalen, Voorbeelden zijn Zutphen en Barneveld.

Advies 15
Kaarten en teksten 'bebouwing en infra' grondgebruik uitwerken met deskundigen provincie.


akkers
grasland
PM Kassen



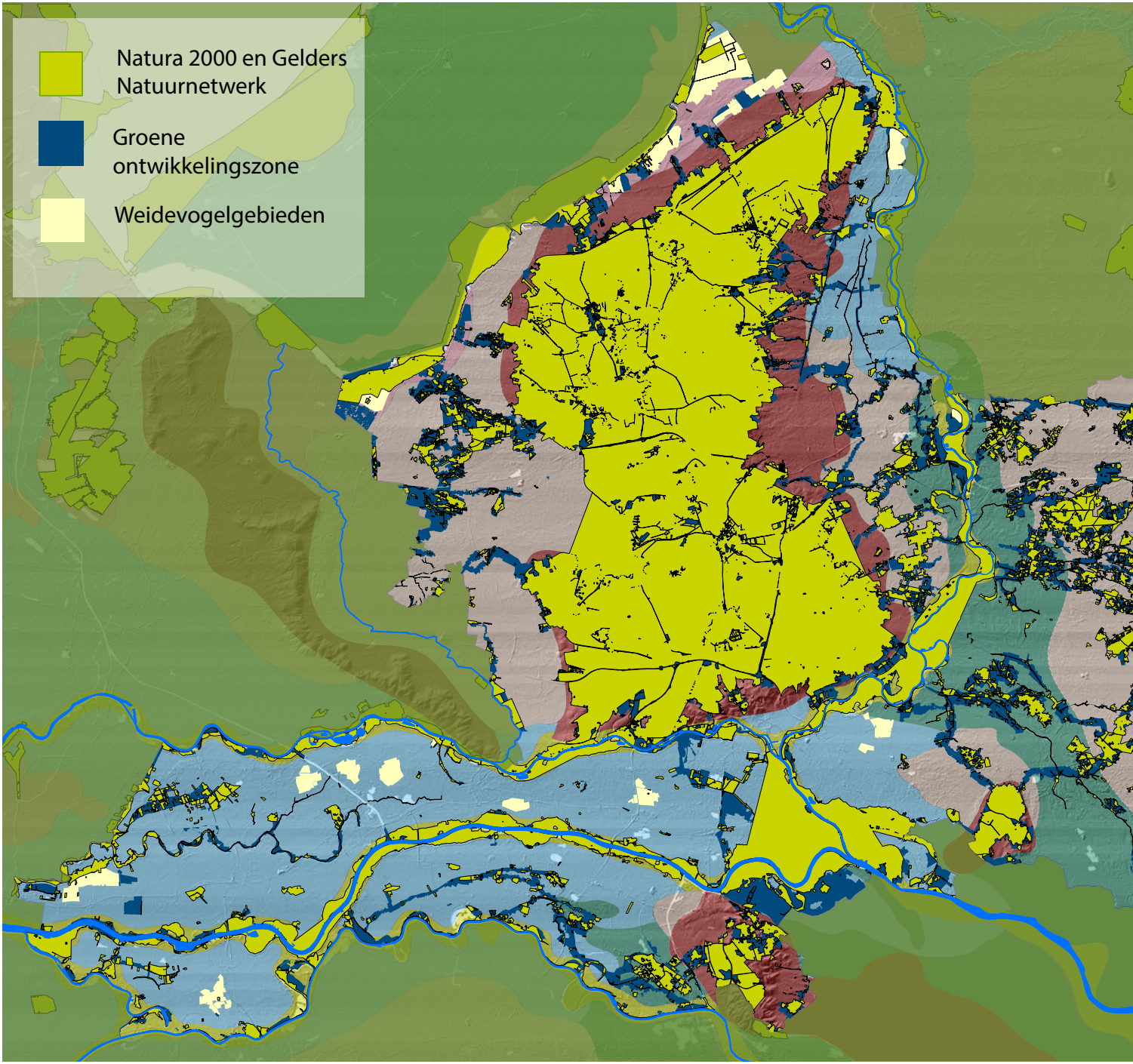
5.2. Landbouw

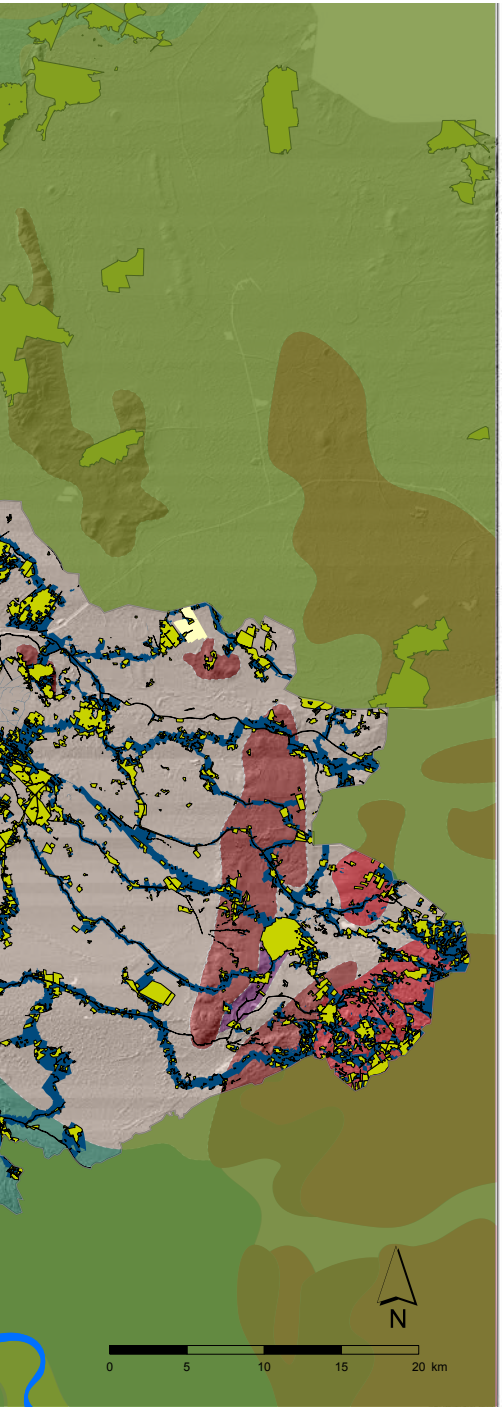
Landbouw is voor Gelderland een belangrijke functie. Er is veel veranderd aan waterstructuren en bodemopbouw om hogere producties mogelijk te maken.

Bij al deze veranderingen is de voorheen zo duidelijke relatie van agrarisch gebruik en bodemopbouw sterk verminderd. De afbeelding hiernaast geeft een globaal beeld: zowel akkers als grasland komen overal voor, de ondergrond is zo aangepast dat alle teelten mogelijk zijn. Zo zien we veel maïs in beekdalen, de waterstand wordt verlaagd om dat mogelijk te maken. Door kunstmest en infiltratie van overtollig mest is bovendien op veel plekken de bodemopbouw verschraald, dat gaat ten koste van capaciteit voor waterberging en de natuurlijke bodemvruchtbaarheid.

Voor een nauwkeurige analyse moet verder worden ingezoomd, daarbij kan gebruik worden gemaakt van de BKNSN met de subeenheden (zie hoofdstuk 6).

Advies 16
Kaarten en teksten 'landbouw' uitwerken met deskundigen provincie


Natura 2000 en Gelders Natuurnetwerk
Groene ontwikkelingszone
Weidevogelgebieden



5.3. Natuur

Gelderland kent veel natuurgebieden, de beschermde natuur is weergegeven op de kaart. Het gaat om de Natura 2000 gebieden en het Gelders natuurnetwerk.

We zien dat de meeste beschermde natuur op de Veluwe is gelegen. De Veluwe is vanuit het natuurlijk systeem gezien een tamelijk eenvormig gebied met weinig gradiënten. De status als beschermde natuur dankt het gebied vooral aan de ongeschiktheid voor landbouw.

Veel natuurpotenties heeft het rivierengebied, met al haar gradiënten en ondergrondse structuren. We vinden veel beschermde natuur in de uiterwaarden, maar weinig in het binnendijkse gebied van oeverwallen en kommen.

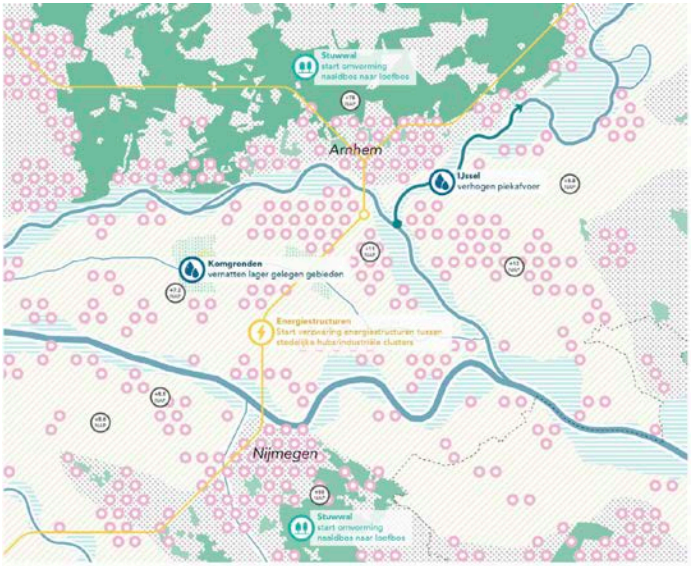
De Achterhoek heeft een uitgebreid netwerk van natuurzones rond de beken. Veeel van deze zones zijn e-in werkelijkheid niet aanwezig, daarmee geeft de afbeelding hier vooral een wensbeeld aan. Het is onduidelijk of de beleidsnatuur voldoet aan de beoogde natuurkwaliteiten.

Er is weinig bekend over de feitelijke natuurwaarden van de provincie, op provinciaal niveau. Dit is een grote omissie, een feitenrelaas voor natuurwaarden is noodzakelijk voor om aan het WBS principe richting natuur invulling te kunnen geven.

De waarden van de natuur kunnen gerelateerd worden aan de mogelijkheden ter plekke, deze natuur is niet altijd mest cruciaal of effectief voor de opbouw van de voedselpiramide.

Natuur is in deze atlas opgenomen als belangrijke vorm van grondgebruik. Ze kan ook gezien worden als cruciaal onderdeel van het natuurlijke systeem. Vanuit die optiek kan natuur een plek krijgen in hoofdstuk 2, waarin het gehele systeem wordt beschreven.

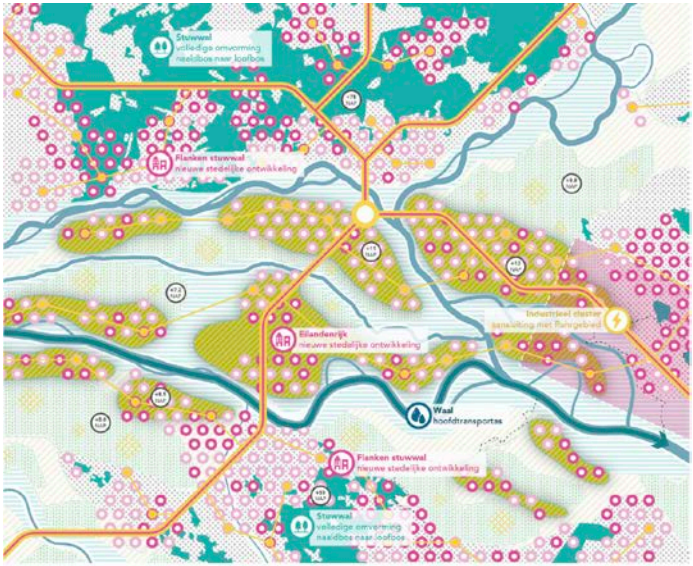
Advies 17
Kaart en beschrijving maken van 'natuur', zowel van gebieden mét en van gebieden zonder natuurbescherming



Beeld: NOHNIK

NU

- Toename van de hoeveelheid water die wordt afgevoerd door de IJssel.
- Aanpassingen om meer water vast te houden in de stedelijke gebieden, op de hoge zandgronden en in het bekensysteem langs de flanken van de stuwwallen.
- Vernatting van de lager gelegen komgronden ten behoeve van het vasthouden van water en tegengaan van droogte. Met kansen voor natuur, landbouw met natte teelten, en energieopwekking (bv. drijvende zonneparken).
- Ingrepen om meer water vast te houden op de stuwwal t.b.v. het garanderen van de drinkwatervoorziening.
- Verzwaren energiestructuren tussen de energiebiotopen van toekomstige stedelijke hubs en industriële clusters.
- Nieuwe bebouwing bestand tegen overstromingen.
- Algehele stop op bebouwing in de uiterwaarden.
- Start omvorming van monotoon naaldbos op de stuwwallen naar loofbossen om uitdroging van hoge zandgronden te verminderen en de lokale biodiversiteit te vergroten.



Beeld: NOHNIK

+5m

- Grote stedelijke ontwikkelingen in gebieden met een lage overstromingsgevoeligheid, zoals op de flanken van de stuwwallen, de hoger gelegen zandgronden en de hogere droge delen van oeverwallen.
- Dorpen en steden worden ingericht als zelfvoorzienende energiebiotopen waarbinnen energie, voedsel en water op een circulaire en duurzame manier worden geproduceerd en geconsumeerd.
- De regio Arnhem Nijmegen wordt verbonden met de industriële clusters in het Ruhrgebied.
- Het naaldbos op de stuwwallen is volledig omgevormd tot loofbos. Hiermee wordt de uitdroging van de hoge zandgronden op de stuwwal voorkomen.
- De Waal wordt aangewezen als hoofdtransportas en wordt door middel van baggeren diep genoeg gehouden voor de scheepvaart. Ook aanpassing van de grootte van de schepen is een mogelijkheid waardoor baggeren in mindere mate nodig is. De andere rivieren hebben uitsluitend een functie voor waterafvoer. Doordat de rivierbedden hierdoor minder diep hoeven te zijn, kan de waterafvoer vertraagd worden. Hierdoor wordt de natuurlijke aanwas van sediment hersteld, wordt toenemende droogte in deze gebieden tegengegaan en ontstaat ruimte voor natuurontwikkeling en verwildering van de rivierstroom.

6 Landelijke toekomstvisies

6.1. Toekomstatelier NL (College Rijksadviseurs)

Het College van Rijksadviseurs wil met het ToekomstatelierNL2100 de lange termijn weer centraal stellen in het nadenken over de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland. Men wil tijd en ruimte organiseren om vakgemeenschap en maatschappij te bekwamen in het toekomstdenken, omdat de keuzes die we nu maken, van invloed zijn op de opgaven van morgen.

Men concludeert dat het principe bodem en water sturend moet zijn in de ruimtelijke ordening van Nederland. Dit gezien de onontkoombare impact die zeespiegelstijging zal gaan hebben. Men benoemt andere stromen (mensen, goederen & grondstoffen, energie en data) als 'faciliterende' netwerken, die zorgvuldig afgestemd moeten worden op natuurlijke systemen. Het rapport geeft 6 leidende principes

1. Systeemherstel: het geleidelijk instorten van ecosystemen als deze bedreigt tegelijk ook het leven van de mens op de aarde. Bescherming en gedeeltelijk herstel van hun natuurlijke habitats heeft dit tij niet kunnen keren. Een daadwerkelijk levende delta vraagt om herstel op systeemniveau, waarbij met name naar de samenhang tussen de verschillende componenten van het ecosysteem gekeken moet worden.
2. Op waterbasis: hoe meer de regulering van ons watersysteem is afgestemd op hoe water zich van nature gedraagt, hoe kleiner de inspanningen zullen zijn om het water duurzaam dienstbaar te laten zijn aan onze maatschappelijke behoeften.
3. Inlands estuarium: Als we vanuit ecologisch en energetisch oogpunt een blijvende open verbinding met de zee willen hebben, moeten we ons dus opmaken voor een geleidelijke landinwaartse verschuiving van de overgang tussen rivier en estuarium.
4. Combineren opgaven: Nederland staat de komende decennia voor grote ruimtelijke opgaven op het gebied van water, natuur, grondstoffen, goederen, energie en mensen. Elk van deze stromen legt een claim op de ruimte, die alleen optimaal ingevuld kan worden als deze opgaven op elkaar worden betrokken. Aangezien de trends in bodem- en waterhuishouding onder invloed van klimaatverandering nog lang zullen doorwerken dienen zij leidend te zijn bij het ontwikkelen van oplossingen.
5. Adaptief ontwerpen: Naarmate ontwikkelingen sneller gaan en onzekerheden toenemen moeten de normen ruimer gesteld worden en/of moet gezocht worden naar adaptieve oplossingen.
6. Zeespiegel als planhorizon: Het is bruikbaarder om de stand van de zeespiegel zelf als planningshorizon te nemen, en zo plannen te maken voor 0,75 (straks), 2 (later) en 5 (ooit) meter zeespiegelstijging.

In het rapport wordt ingezoomd op 2 regio's, waaronder de regio Arnhem-Nijmegen.
Men verwacht dat het door de zeespiegelstijging in de loop van de tijd wonen en werken langzamerhand steeds meer oostwaarts migreren. Op de hogere gronden van de Utrechtse Heuvelrug en het Veluwemassief, tot aan het Ruhrgebied ontstaat een nieuw, metropolitaan landschap. Gelegen boven de stijgende zeespiegel en op afstand van de rivieren, biedt deze regio een plek om veilig te wonen en te werken. In verbinding met de industriële activiteiten in o.a. Duisburg, Essen en het Ruhrgebied ontwikkelt de regio zich tot de nieuwe Randstad. Als een stedelijk eilandenrijk op de flanken van hoog Nederland.

Advies 18
Toekomstvisies aanscherpen voor provincie Gelderland

De kaart van Nederland in 2020 en het toekomstbeeld van Nederland in 2120

6.2. Een natuurlijkere toekomst voor Nederland in 2100 (WUR)

Wageningen University & Research heeft een toekomstvisie voor Nederland in 2120 geschreven, waarin natuur en natuurlijke processen een hoofdrol spelen. Deze toekomstvisie voor het Nederland van 2120 werkt kansen uit voor de economie, biodiversiteit en leefbaarheid van ons land. Het is een nieuw verhaal voor Nederland met een hoofdrol voor de natuur en natuurlijke processen.

Veranderopgaven voor NL

1. Duurzame energie: In 2050 moet de energievoorziening in ons land volledig duurzaam zijn.
2. Landbouw, tuinbouw, bosbouw en veehouderij: drastische koerswijziging vanuit milieu- en klimaatafspraken én de toenemende vraag naar voedsel en andere agrarische producten en grondstoffen te voldoen. Onder ander door Kringlooplandbouw (zuinig gebruik van grondstoffen en energie, lage belasting van klimaat, milieu en natuur en een goede opbrengst voor de boer) en Klimaatslim en natuurinclusief beheer van venen, bossen en akkers (onder water zetten van veengebieden, bebossen van gronden, teelt van droogte- en zouttolerante gewassen en het maximaal vastleggen van koolstof in landbouwbodems).
3. Circulaire en biobased economie
4. Verstedelijking/bouwopgave: In het komende decennium worden miljoen huizen bijgebouwd. Nederland heeft een veerkrachtige ruimtelijke inrichting nodig, gestoeld op leefbaarheid, een goede bereikbaarheid, voldoende productie van duurzame energie, een reductie van CO2-uitstoot en aanpassing aan de gevolgen van klimaatverandering.
5. Herstel van de biodiversiteit. De biodiversiteit gaat wereldwijd achteruit. Een analyse van vijfhonderd experts uit vijftig landen gaf een waarschuwing voor het wereldwijd uitsterven van één miljoen plant- en diersoorten. De grootste veroorzaker van dit verlies is de mens. Ook in Nederland neemt de biodiversiteit af.
6. Water: Door klimaatverandering hebben we vaker te maken met een overschot, of juist een tekort aan water en met water op het verkeerde moment of op de verkeerde plek. Hierdoor komen de leefbaarheid en veiligheid van steden en economische centra onder druk te staan, net als de biodiversiteit en sociaaleconomische veerkracht van Nederland.

Leidende principes

1. Natuurlijk systeem aan de basis: Het natuurlijke systeem is uitgangspunt voor de oplossingen die aangedragen worden voor een klimaatbestendig en biologisch divers Nederland.
2. Optimaal benutten van water: Maximaal vasthouden, benutten, bergen en dan pas afvoeren van water.
3. Natuur-inclusieve samenleving. Bij alle keuzes houden we rekening met de natuur. We kijken naar de gevolgen van menselijk handelen voor natuur, het beschermen 'oude natuur' strikt(er) en zetten in op natuurlijke processen, mogelijk in combinatie met technische oplossingen. We zien ruimte voor het ontstaan van nieuwe natuur, maken optimaal benut van de baten voor de mens (ecosysteemdiensten) en werken aan ecologische verbindingen die flora en fauna helpen hun verspreiding te verschuiven.
4. Circulaire economie: meer broeikasgassen vastleggen dan uitstoten. Dat vraagt om een transitie richting een circulaire economie gericht op duurzaamheid, met een focus op de dienstensector en een sterk ontwikkelde kringlooplandbouw. Ook op zee.
6. Meebewegende (adaptieve) ruimtelijke inrichting. De noodzakelijke aanpassingen aan de gevolgen van klimaatverandering, de energietransitie, verdere verstedelijking en toenemende mobiliteit, leiden tot sterke veranderingen in de (natuurlijke) omgeving en biodiversiteit. Om een veilige, leefbare, welvarende en duurzame toekomst te garanderen, moet Nederland slim met de natuur meebewegen en natuurlijke processen optimaal benutten in de ruimtelijke inrichting, zoals bijvoorbeeld door Bouwen met Natuur oplossingen voor hoogwaterveiligheid.

Figuur 2.3 *Visualisatie van het scenario Natuurinclusief.*

6.3. Natuurverkenning 2050, scenario Natuurinclusief (PBL)

Het Natuurinclusief-scenario voor Nederland in 2050 is het derde en laatste scenario dat is ontwikkeld in het kader van de vierjaarlijkse Natuurverkenning. In dit scenario is verkend wat een natuurinclusieve inrichting van Nederland kan bijdragen aan het oplossen van maatschappelijke opgaven. Het rapport gaat in op de vraag hoe gaan we Nederland zodanig gaan inrichten dat de natuurkwaliteit wordt verbeterd, de landbouw verduurzaamt waarbij ook andere belangrijke beleidsdoelen, zoals klimaatdoelen en voldoende huisvesting, worden gehaald? Hoe krijgen we dat ruimtelijk inpasbaar? Dit vraagt om een verbreding van het natuurbeleid naar een meer samenhangend natuur-, landbouw-, klimaat- en huisvestingsbeleid.

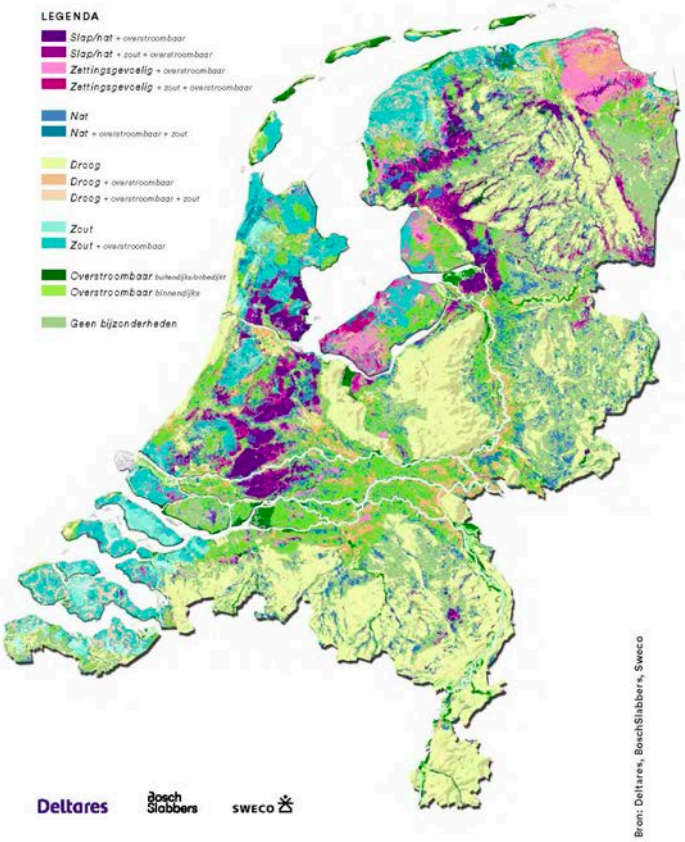
Uitgangspunten

1. De kracht van natuurlijke systemen en processen benutten om maatschappelijke opgaven op te lossen. Natuurinclusief houdt in:
2. Het zorgen voor behoud en herstel van natuur en biodiversiteit (planten, dieren, hun leefgebied en natuurlijke processen), binnen én buiten natuurgebieden.
3. Menselijke activiteit zoveel mogelijk plaatsvindt binnen de grenzen van natuurlijke systemen.
4. Verbeteren van de natuurkwaliteit is alleen mogelijk als andere ruimtegebruiksfuncties natuur benutten, vooral de landbouw, maar ook klimaat, waterbeheer en verstedelijking (ecosysteemdiensten). Natuur als basis, effectief gemaakt door toename van de diensten van natuur (ecosysteemdiensten). Dit vind ik dan weer verenging.
5. Natuurinclusief impliceert dat slim gebruik wordt gemaakt van de lokaal aanwezige condities en dat functies in lijn worden gebracht met de draagkracht van het bodem- en watersysteem. Dit uitgangspunt hebben we 'functie volgt vorm' genoemd.
6. Verlies van voedsel en voedingsstoffen zoveel mogelijk beperken.
7. Bij het benutten van het natuurlijke systeem is een cruciale rol weggelegd voor het
8. Bodem- en watersysteem. De grote opgaven van deze tijd (klimaat, natuur, waterbeheer, landbouw, verstedelijking) hebben met elkaar gemeen dat de bodem en het water een gezamenlijke onderlegger vormen. Er is sprake van een groeiende (h)erkenning dat de randvoorwaarden die dat bodem- en watersysteem aan ruimtelijke ingrepen stelt, en de aangrijpingspunten vanuit datzelfde systeem voor bijvoorbeeld klimaatadaptatie, (weer) veel meer dan voorheen centraal moeten komen te staan in het omgevingsbeleid.

Principes

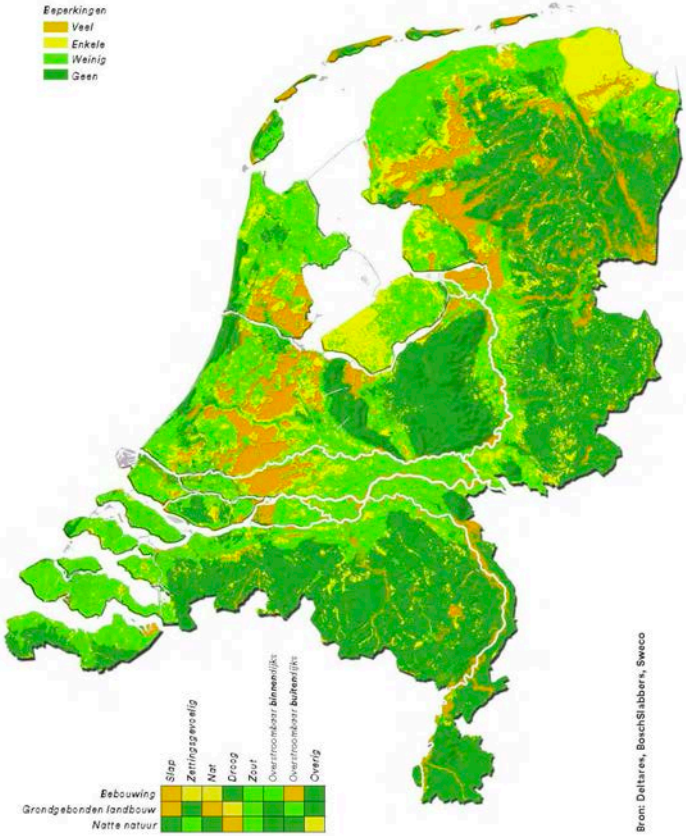
In dit scenario zien wij de principes van 'functie volgt bodem' en 'functie volgt peil' als een belangrijk fundament voor natuurinclusief handelen. Deze hebben we samengevat onder het principe 'functie volgt vorm'. Met de vorm bedoelen wij in dit geval het samenhangende bodem- en watersysteem. Om grip te krijgen op dat bodem- en watersysteem hebben we gebruik gemaakt van de zogenaamde Landschappelijke Bodemkaart. Deze gedetailleerde kaart is samengesteld uit een combinatie van de Geomorfologische kaart en de Bodemkaart van Nederland en bevat gecombineerde informatie over vormingswijze en hoogteligging, bodem- en substraateigenschappen, en hydrologie (zie ook 4.4.1). Vanuit die kenmerkende eigenschappen is vervolgens per eenheid van de Landschappelijke Bodemkaart gekeken welke (combinaties van) functies passen bij die eenheid en welke opgaven op die plek het hoofd kunnen worden geboden.

De nieuwe fysiografische kaart van Nederland



38 Deltares - BoschSlabbers - Sweco

Geschiktheidskaart: bebouwing (grootschalige woon- en werklocaties)



42 Deltares - BoschSlabbers - Sweco

6.4. Op waterbasis (Deltares, Bosch en Slabbers, Sveco)

Motto is het stellen van grenzen aan de maakbaarheid van ons water- en bodemsysteem. Met het veranderend klimaat, de toenemende water- en ruimtevraag en de hogere eisen die we stellen, komen de grenzen van wat nog veilig, rendabel en leefbaar is in zicht. Gericht op delta

Kernboodschappen:

1. Uiteindelijk vormt de ondergrond (water en bodem) onze bestaansgrond.
2. Deze bestaansgrond verandert onder externe invloeden en door eigen toedoen
3. Onze water- en bodemsystemen kunnen de (onderling strijdige) gevraagde geo-ecosysteemdiensten niet lang(er) meer leveren
4. Een ruimtelijke herordening op fysiografische grondslag vergt vele decennia, dus nu overeenstemming over de koers

Men heeft een 'nieuwe fysiografische kaart van Nederland' gemaakt met indelingen bestaande uit kenmerken (slap, nat, zout, zettingsgevoelig) van Nat Nederland, Droog Nederland en Overstroombaar Nederland (relevant voor GLD, ook nog Zout). Deze kaart is geïnterpreteerd naar geschiktheidskaarten voor grondgebonden bebouwing, landbouw, en natte natuur.

7 Overzicht adviezen

Deze atlas is een aanzet voor een door de hele provincie gedeelde kennisbasis over het natuurlijke systeem op provinciaal niveau. De atlas is een start, maar nog lang niet compleet en zorgvuldig genoeg gedocumenteerd.

In de verschillende hoofdstukken zijn daarom adviezen opgenomen voor vervolgacties. De adviezen zijn hier themagewijs geordend.

Verantwoordelijkheid

Advies 1
Provincie neemt verantwoordelijkheid op zich voor het systeem als geheel. Dit kan vorm krijgen door het toegankelijk maken en delen van kennis, het stellen van kaders, het verbinden en door te sturen op integraliteit en samenhang.

Visie en redeneerlijn

Advies 2
Communiceer actief en geef voorbeelden (via een centraal portaal) van successen en goede voorbeelden van het meebewegen met het natuurlijk systeem.

Advies 3
Erfgoed en klimaatadaptatie beschouwen als onderdeel van het natuurlijk systeem.

Advies 18
Toekomstvisies aanscherpen voor provincie Gelderland

Verbeteren en aanvullen inhoud

Advies 4
In belang van het inzicht in het samenhangend functioneren van de oppervlaktewateren dient één kaartbeeld te worden ontwikkeld van geheel Gelderland.

Advies 5
Grondwater samenvatten in één kaartbeeld.

Advies 6
Het is gewenst dat de provincie Gelderland, gemeenten en waterschappen uitgaan van één kaart voor bodem en ondergrond. Advies is om de BKNSN hiervoor verder uit te werken en te publiceren.

Advies 7
In de BKNSN ook de ondergrond en ondiepe geologie (tot ca 30 meter onder maaiveld) verankeren.

Advies 10
Hele reeks paleografische kaarten beschrijven en verbeteren op provinciaal niveau en toegankelijk maken.

Advies 11
Analyse maken van de relatie van de provinciale erfgoedstructuren met het natuurlijke systeem. Deze koppelen aan de fasen van hechting, aan- en onthechting.

Advies 13
Gevolgen van 'warmer en droger' verder toelichten en kaart uitwerken, toepasbaar maken in regioprocessen.

Advies 14
Gevolgen van 'natter, heftiger en meer kans op overstromingen' verder toelichten en kaart uitwerken, toepasbaar maken in regioprocessen.

Advies 15
Kaarten en teksten landbouw uitwerken met deskundigen provincie

Advies 16
Kaart en beschrijving maken van 'natuur', zowel van gebieden mét en van gebieden zonder natuurbescherming

Basisset WBS tbv toepassing in regio's

Advies 8
Basiskaart WBS Gelderland verbeteren en documenteren, samen met waterschappen en provincie.

Advies 9
Ontwikkelen van gidsmodellen 3.0, als eerste voor de 'Gelderse' landschapstypes dekzand, stuwwal, rivierengebied en rivierterras. Samenwerking zoeken met andere overheden (LNV, I&W, RCE, andere provincies, STOWA en RVB) om dit gezamenlijk te realiseren voor alle landschappen van Nederland.

Advies 12
Verhogen van dynamiek van natuurlijke systemen verankeren in beleid en inbrengen in gebiedsprocessen.

Uit diverse adviezen
Uitwerkingen voor toepassing in regio's, o.a. erfgoed, klimaat en natuurwaarden

COLOFON

De WBS-atlas voor Gelderland
Groeidocument
10 februari 2023

Kernteam
Henk Driessen (provincie Gelderland)
Vincent Grond (GrondRR)
Gilbert Maas (Geo-Inspiratie)

Met dank voor meedenken en bijdragen
Provincie Gelderland
Anita van Evert (klimaat)
Kees van der Velden (ruimte)
Henri Stakenburg (landschap)
Theo Fonville (ruimte)
Paul Thissen (erfgoed)
Suzanne van den Bos (water)
Roy Hendriks (water)
Teun Spek (water)
Mark Kemperman (wonen)
Maarten Cornelissen (wonen)
Jeroen Huneker (wonen)

Overig
Mireille Grobben (waterschap Rivierenland)
Kees Broks (STOWA)
Rebecca Planteijdt (Rethinklandscape)

Grafisch ontwerp
Duplo studio (Guido van Gerven), Arnhem

Informatie
Henk Driessen: h.driessen@gelderland.nl
Vincent Grond: vincent@grondrr.nl