

HET WATERSYSTEEM OP EN RONDOM DE VELUWE

'ALTIJD OP WEG NAAR EEN BALANS'

Introductie

Te droog. Te nat. Voldoende water voor drinkwater, natuur en landbouw, maar ook weer niet zo veel dat kelders of velden onderlopen. Hoe gaan we om met het water op de Veluwe? En met de soms contrasterende belangen die voor onbegrip en conflict kunnen zorgen? **We zijn allemaal afhankelijk van hetzelfde watersysteem: bodem, grondwater, sprengen en beken.**

Hoe dat systeem werkt is een complex samenspel van klimaat en weer, landschap en ondergrond, en van hoe wij als mensen het systeem inrichten en gebruiken. Klimaatverandering en bevolkingsgroei zetten het watersysteem verder onder druk. Hoe gaan we hiermee om? Een gezamenlijk beeld van de werking van het watersysteem, de belangen en de uitdagingen is daarvoor essentieel. In dit document wordt de lezer stap voor stap meegenomen door de werking van watersysteem op en rond de Veluwe. Het biedt zo een **basis voor een gezamenlijk begrip, als startpunt voor het goede gesprek.**



1 oktober 2025



BOVI 2050
WATERSCHAP VALLEI & VELUWE

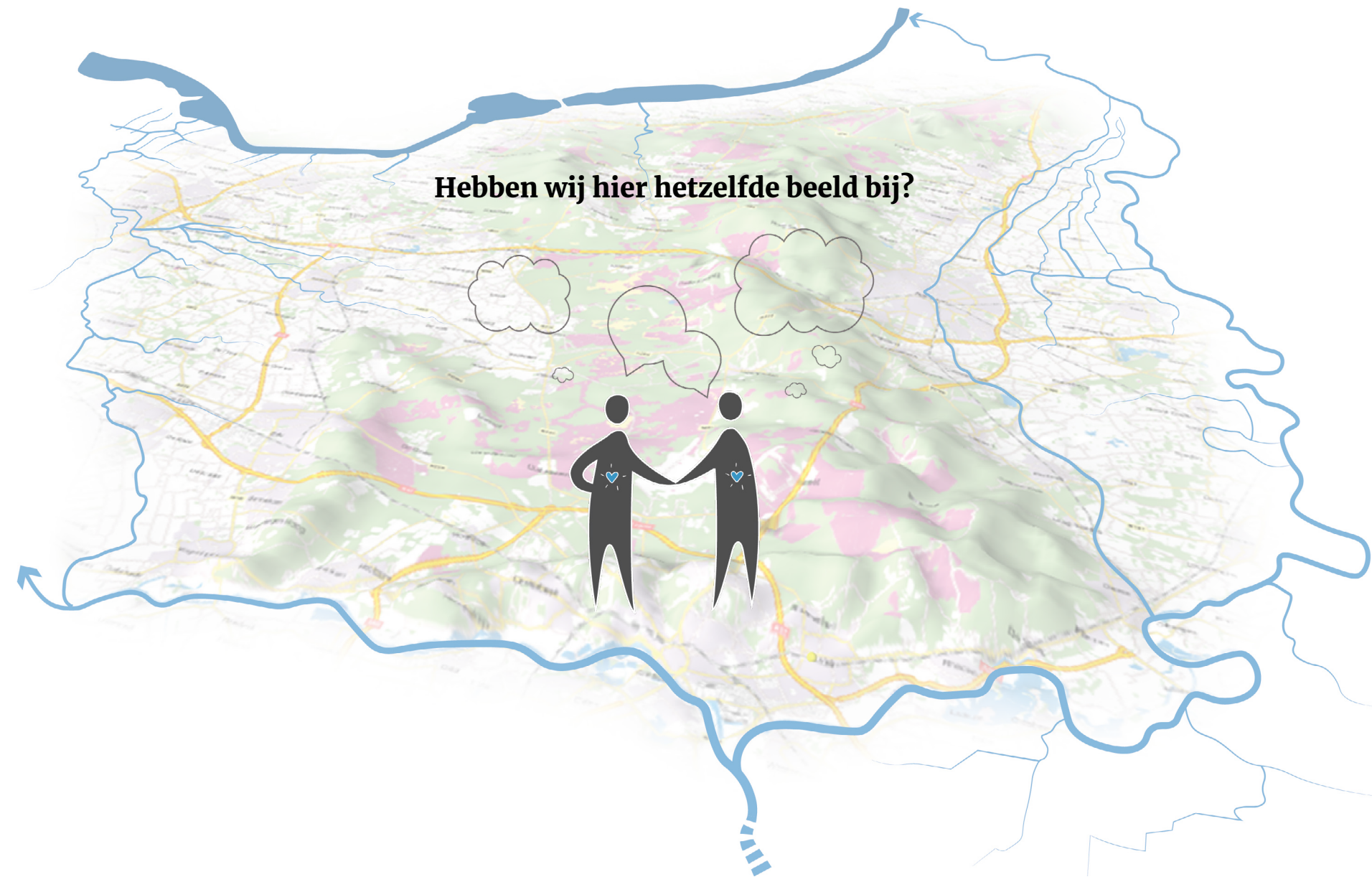


PANORAMA WATERLAND
VITENS

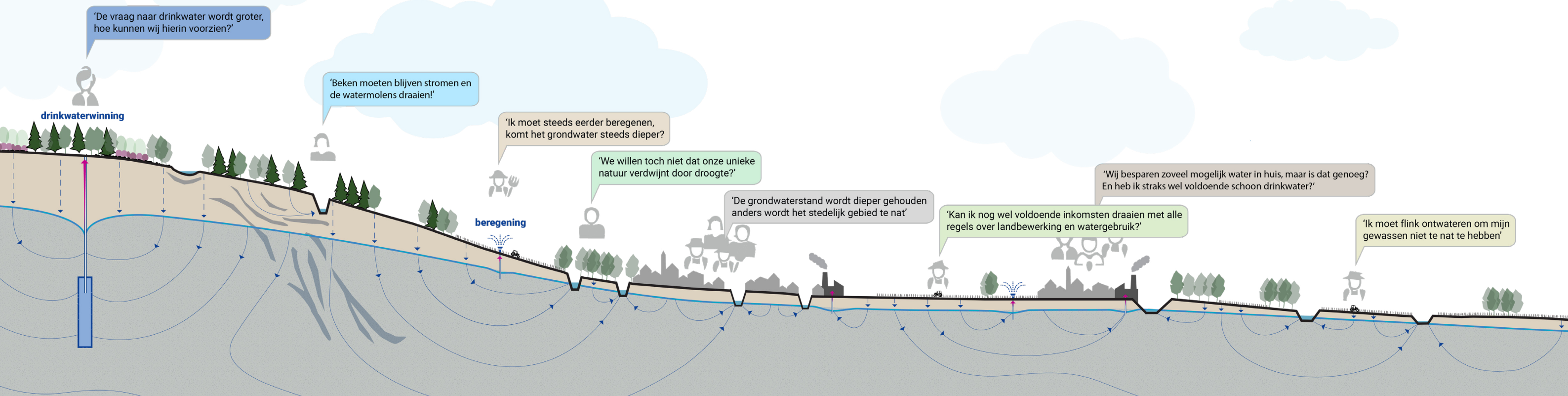


Het dilemma

- **In principe willen we allemaal hetzelfde:** voldoende schoon water in een gezonde en mooie leefomgeving, en om te kunnen drinken of te gebruiken voor andere doeleinden.
- **Toch zijn er veel uiteenlopende belangen en meningen** (op elk schaalniveau) omtrent de problematiek en hoe we om 'moeten' gaan met water.
- Vaak heeft dit te maken met **contrasterende belangen en beleefwerelden**, wat voor onbegrip en conflicten kan zorgen. Maar ook omdat het functioneren van het bodem- en watersysteem zeer **complexe materie** is waardoor misverstanden kunnen ontstaan.
- Dit vereist een bepaald niveau van **inzicht in en begrip van elkaars belangen en kennis over het systeem** waar we over praten.
- Daarnaast kunnen belangen en meningen, **afhankelijk van ruimte en tijd**, nogal sterk wisselen. Daarom is het van belang om samen te komen en elkaars beleefwereld met elkaar te delen.
- We zijn **met velen afhankelijk van hetzelfde watersysteem**. Hierdoor kan een verandering in het systeem al snel gevolgen hebben voor een ander. Specifiek voor de Veluwe kunnen we niet altijd goed voorspellen hoe veranderingen in het watersysteem doorwerken. Dit komt door de complexe ondergrond met opgestuwde kleilagen ('schotten'). Daardoor is het lastig te voorspellen waar effecten exact optreden.



Het dilemma verwoord vanuit verschillende perspectieven:

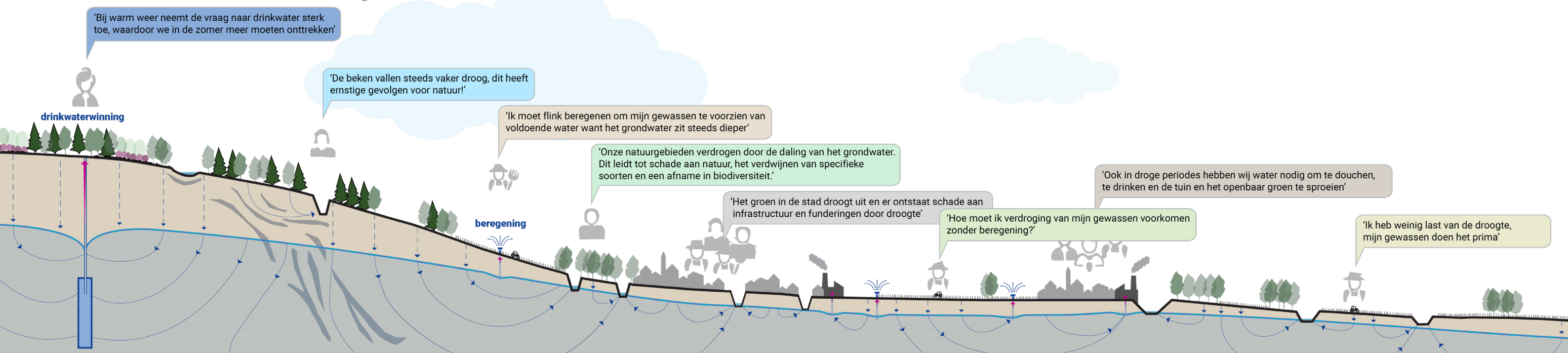


Te droog of te nat

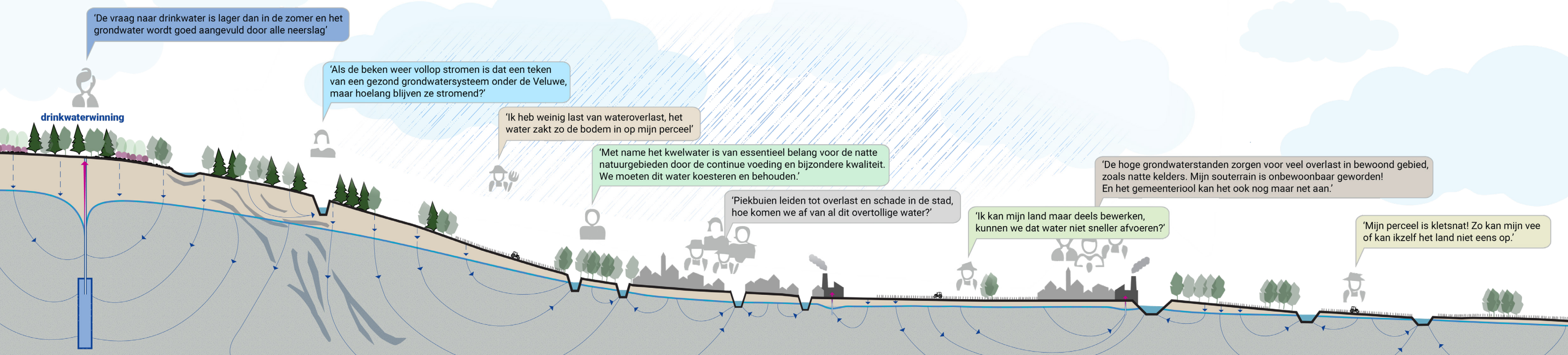
Tijdens droge situaties zien we de volgende gevolgen van de mismatch tussen wateraanbod en vraag op verschillende functies en belangen:

- Droogte in hooggelegen gebied geeft **risico op natuurbranden**.
- **Lagere grondwaterstanden of vermindering van kwelstromen** bedreigt natuur en beken.
- (Extra effect van) **grondwaterstandsverlaging nabij onttrekkingen**, met invloed op natuur of landbouw.
- Extra vraag naar beregening en drinkwater.

Het dilemma verwoord in een droge situatie:



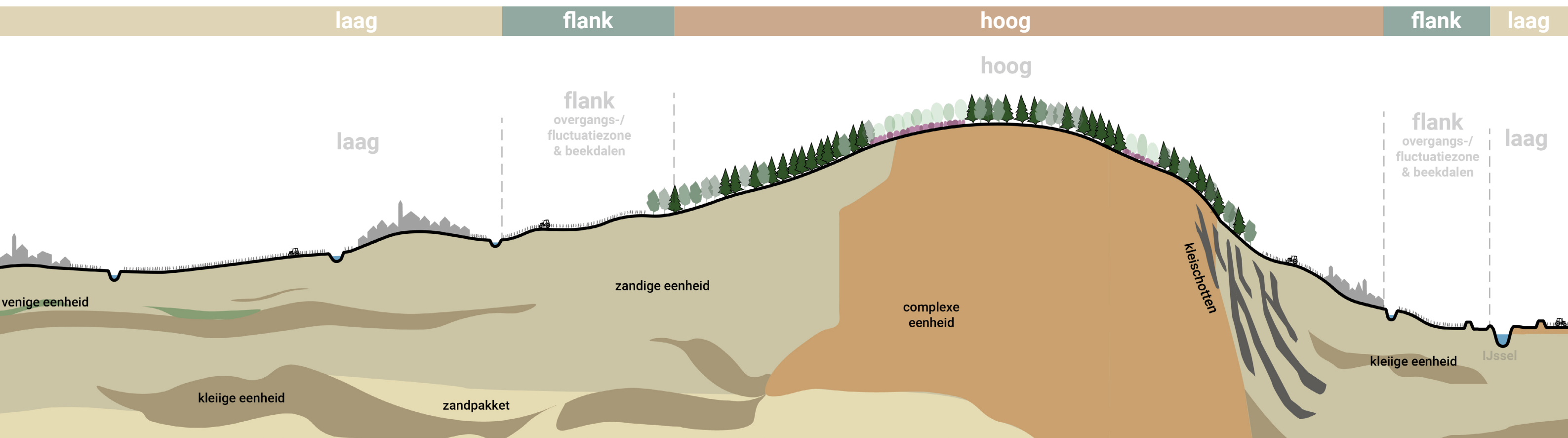
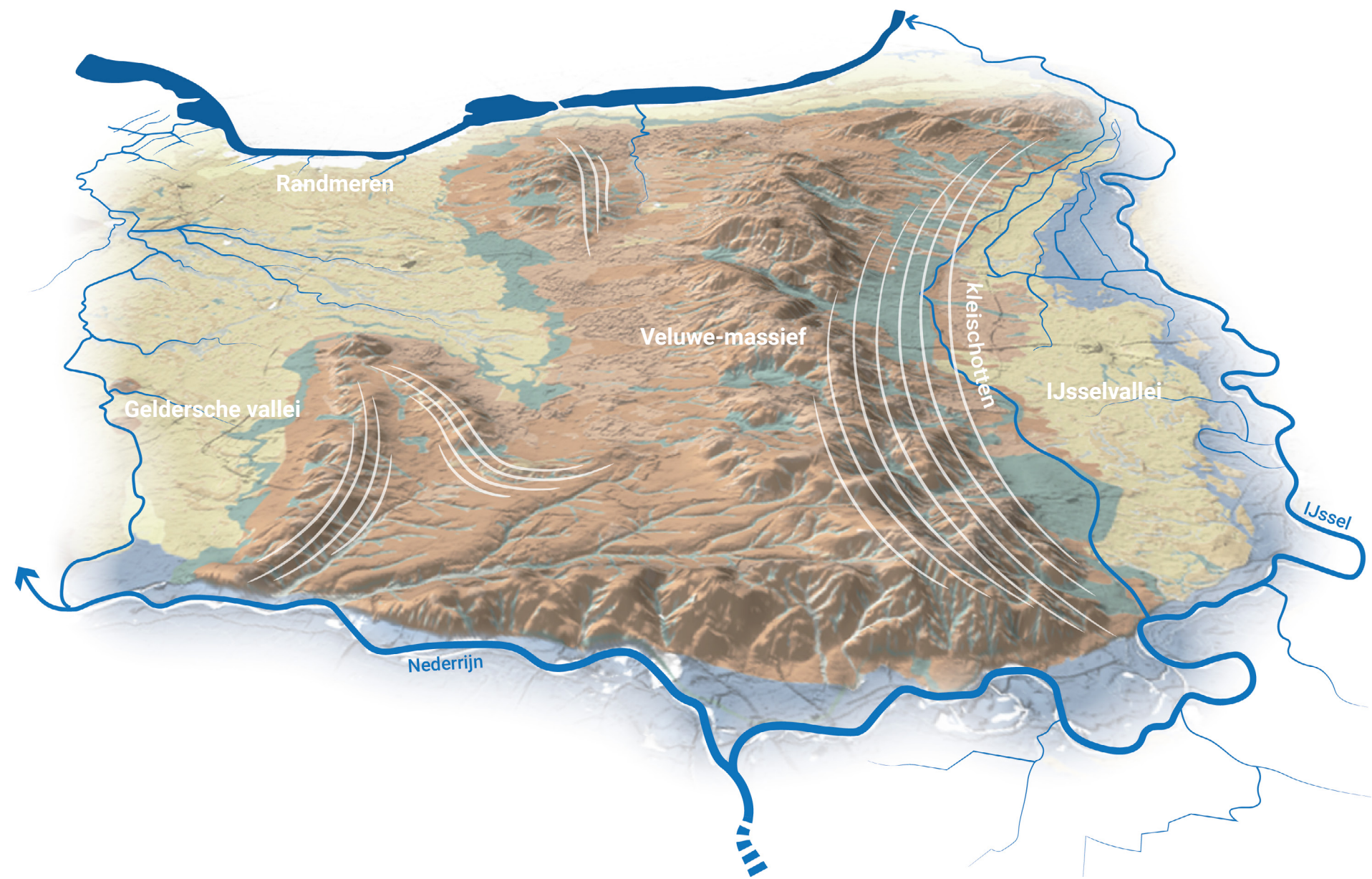
Het dilemma verwoord in een natte situatie:



Ondergrond

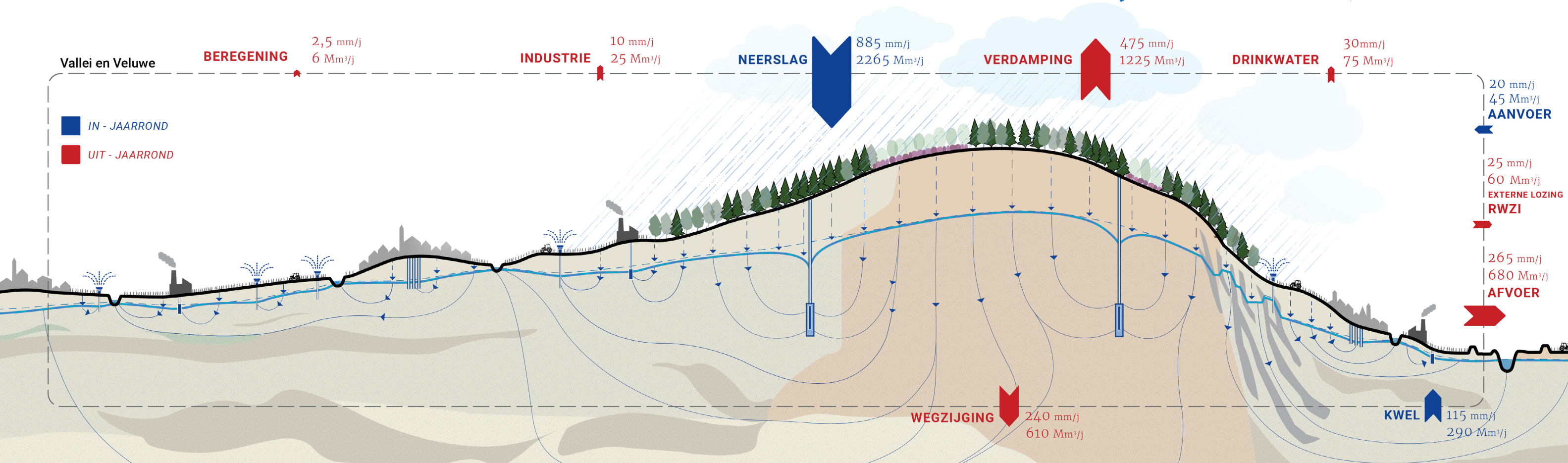
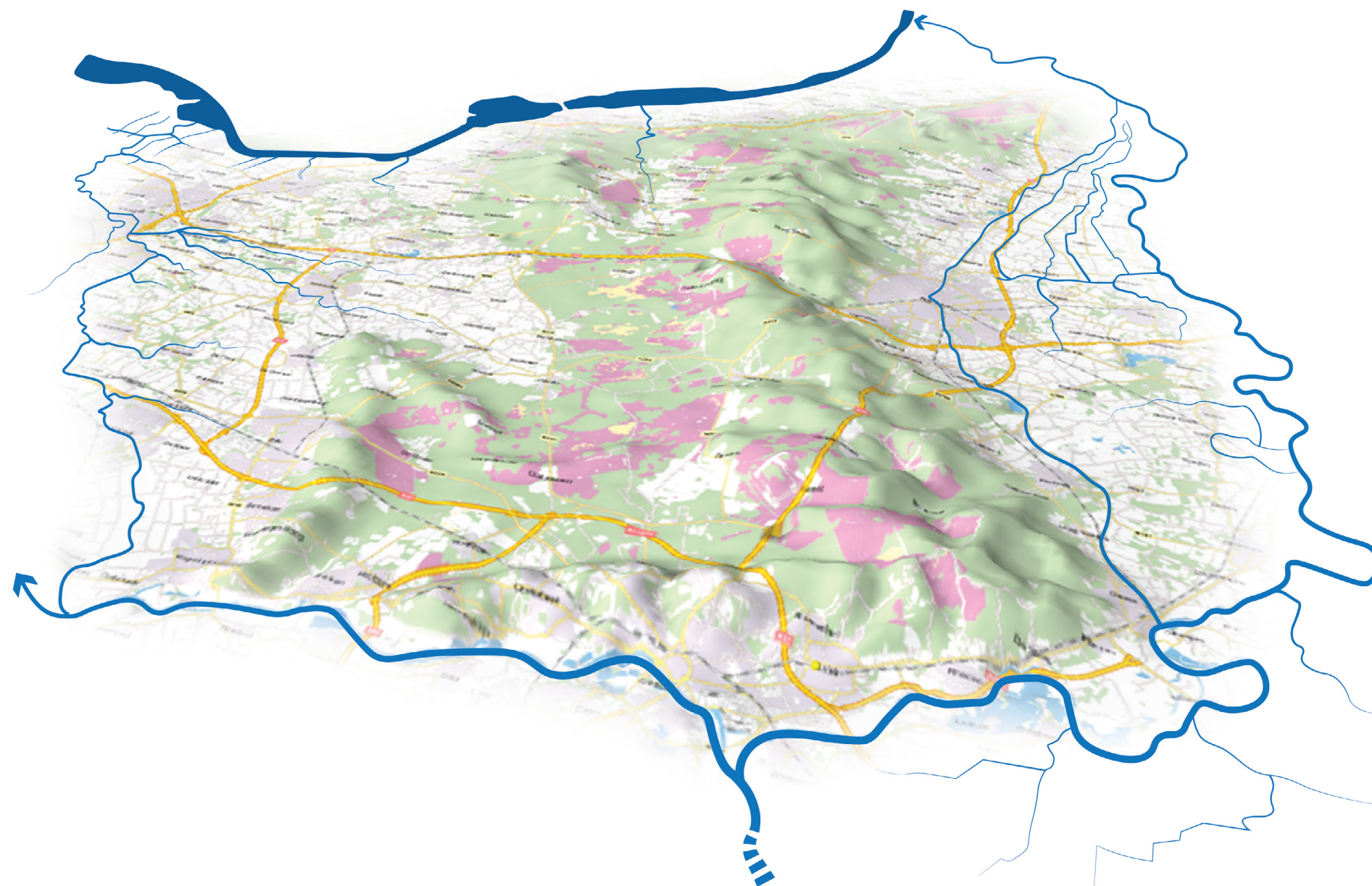
In de regio Vallei & Veluwe onderscheiden we drie deelgebieden met sterk verschillende eigenschappen:

1. De **hooggelegen Veluwe** is ontstaan door opstuwing in de ijstijd. De ondergrond is grotendeels zand maar 'complex' met ondoorlatende keileemlagen en kleischotten die grondwaterstroming in de ondergrond belemmeren. Het dominante landgebruik is natuur.
2. Op de **flanken** van de Veluwe ontspringen beken en sprengen (door mensen gegraven bronbeken) op de plekken waar het grondwater als kwelwater weer aan de oppervlakte komt. Het kwelwater is van bijzondere kwaliteit en is een belangrijke continue voeding voor natuur en beken. De meeste beken liggen aan de flanken op de zuid- en oostkant van de Veluwe en werden ooit gebruikt voor watermolens en bijbehorende industrie.
3. De **Gelderse Vallei, de IJsselvallei en het gebied bij de Randmeren** liggen veel lager. Dit gebied bestaat uit een gevarieerd landschap van de nog net wat hoger gelegen dekzandruggen en de echt lage gebieden zoals dekzandvlaktes, overstromingsvlaktes, beekdalbodems, etc. In de laag gelegen polders wordt het waterpeil kunstmatig beheerd door het waterschap of de landeigenaren, bijvoorbeeld door bemaling en stuwen. Het dominante landgebruik is landbouw.



De waterbalans jaarrond

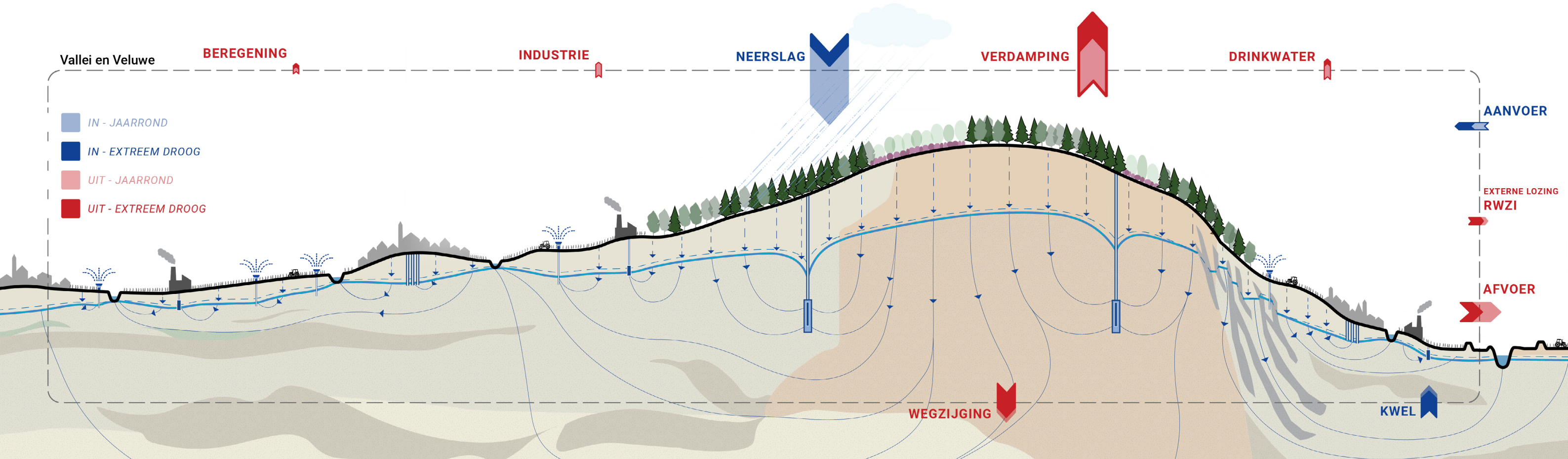
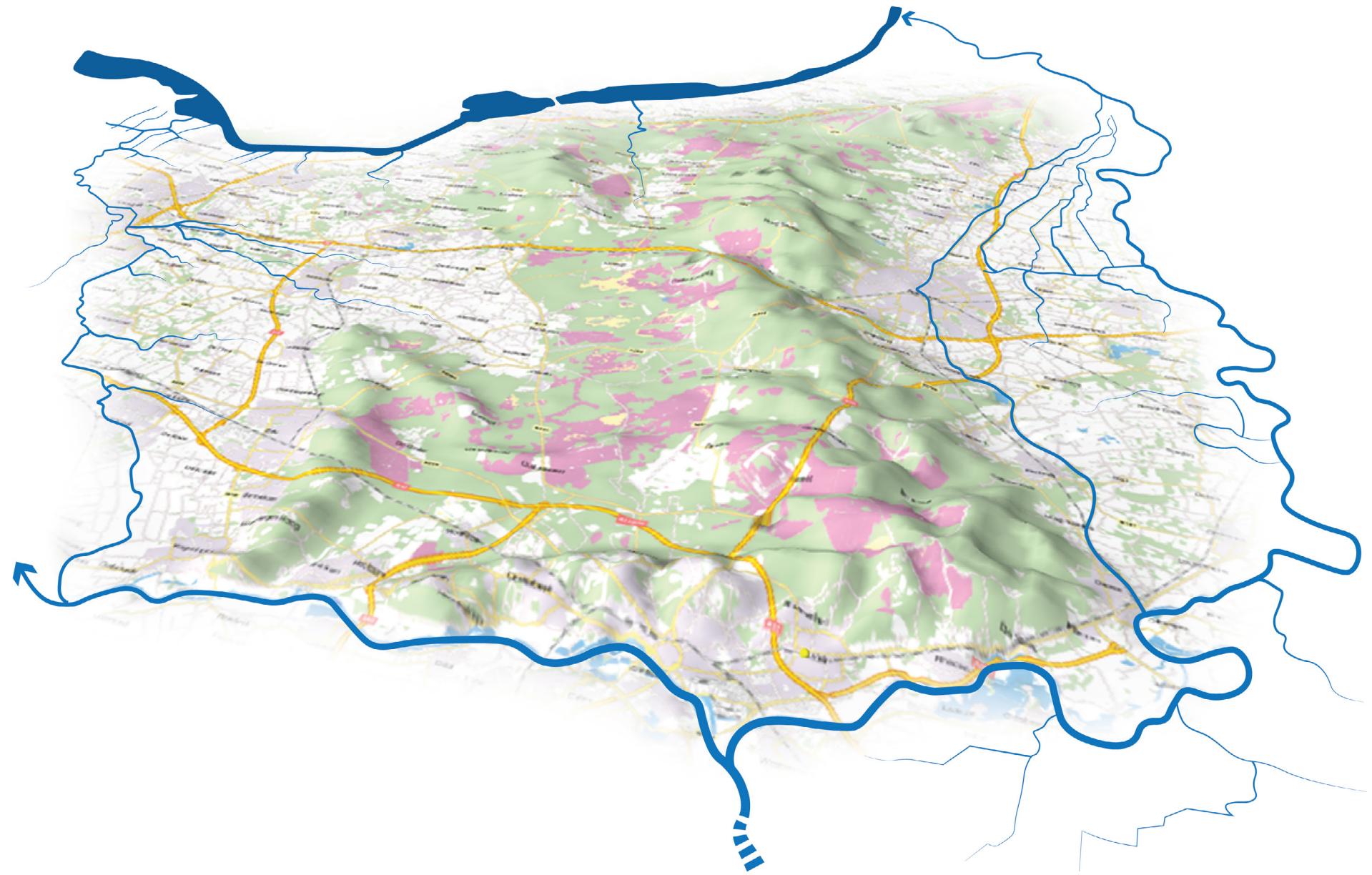
- Een waterbalans laat zien hoeveel water er een gebied in- en uitgaat. Neerslag is veruit de belangrijkste **bron** van water. Jaarrond gezien hebben we te maken met een duidelijk neerslagoverschot (meer neerslag dan verdamping). Slechts een klein deel van het water dat het gebied in gaat wordt aangevoerd vanuit de rivieren.
- Inkomende neerslag reist via **waterstromen en -voorraden** door het watersysteem om vervolgens tot verdamping of afvoer te komen.
- De belangrijkste **watervoorraad** is het grondwater. Op de Veluwe liggen de grondwaterstanden hoger dan in de rest van het gebied. Deze natuurlijke 'opbolling' zorgt er voor dat de Veluwe functioneert als gigantische grondwaterbel/-voorraad.
- Op plekken waar het te nat was zijn in het verleden watergangen aangelegd om het overtollige (grond- of oppervlaktewater) af te voeren, maar soms kan dit in drogere perioden juist weer resulteren in droogte. Het watersysteem **beweegt altijd naar een evenwicht toe**, maar door de steeds veranderende omstandigheden en de vertraging in het systeem wordt dit evenwicht nooit bereikt.



De waterbalans in een droge situatie

Tijdens droge perioden zien we het volgende gebeuren:

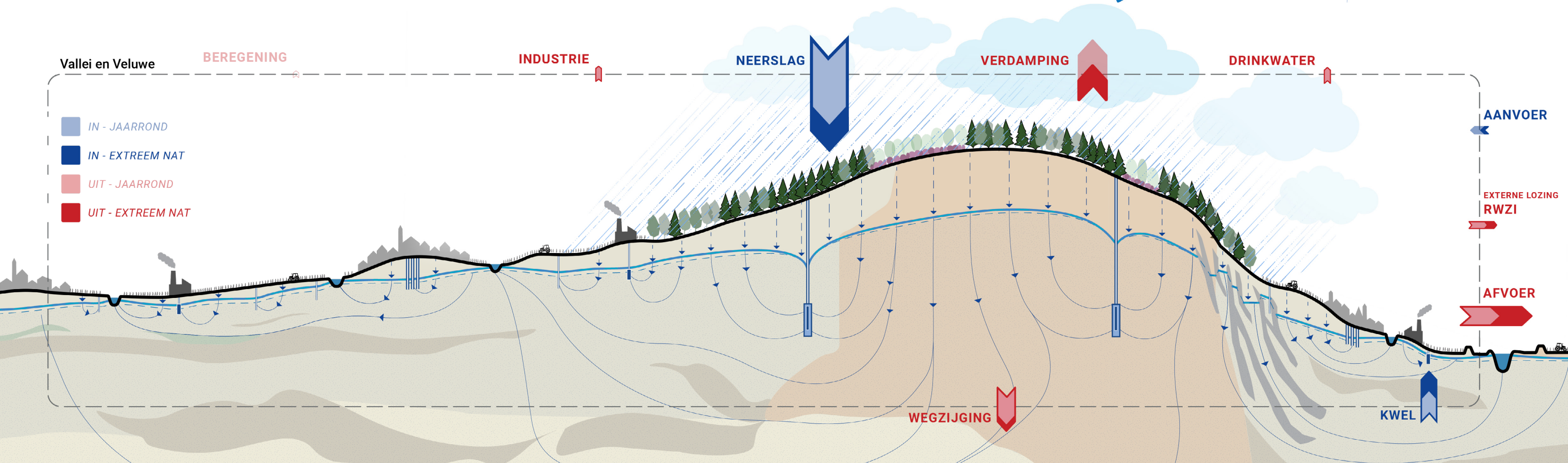
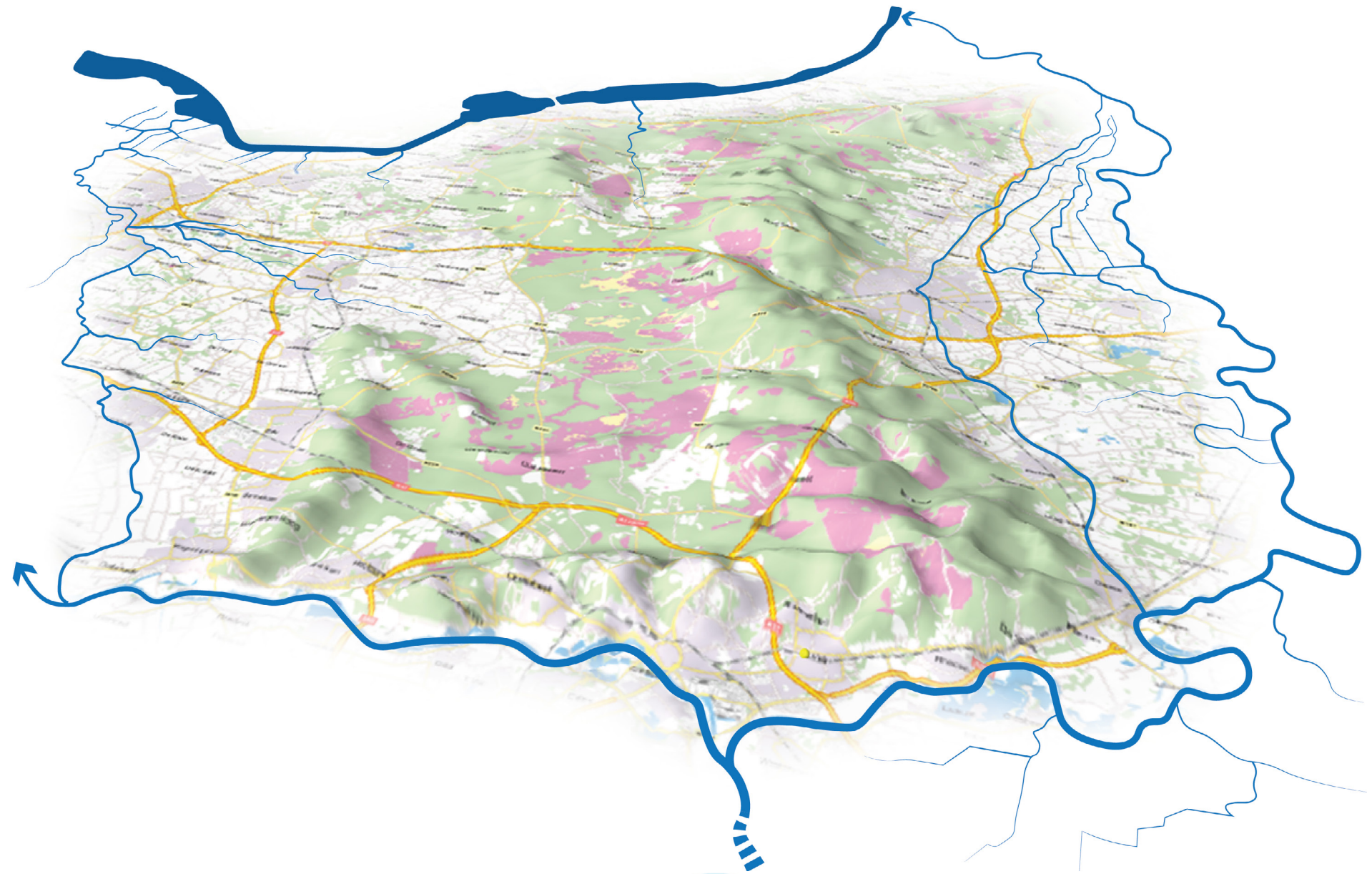
- Er is **weinig neerslag** en vaak **veel verdamping**.
- Er is **meer vraag naar water**, voor drinkwater en landbouw.
- Grondwaterstanden dalen doordat de watervraag groot is en de **grondwateraanvulling laag**. Er zit zoveel vertraging in het systeem dat de daling in de hoge gebieden heel langzaam gaat en minder snel wordt opgemerkt dan op de flanken, waar grondwaterstanden zich dichterbij het oppervlak bevinden.
- Er is **weinig waterafvoer**, beken kunnen droog vallen. In de lager gelegen gebieden wordt **meer extern water aangevoerd** om het oppervlaktewatersysteem te voeden.



De waterbalans in een natte situatie

Tijdens natte perioden zien we het volgende gebeuren:

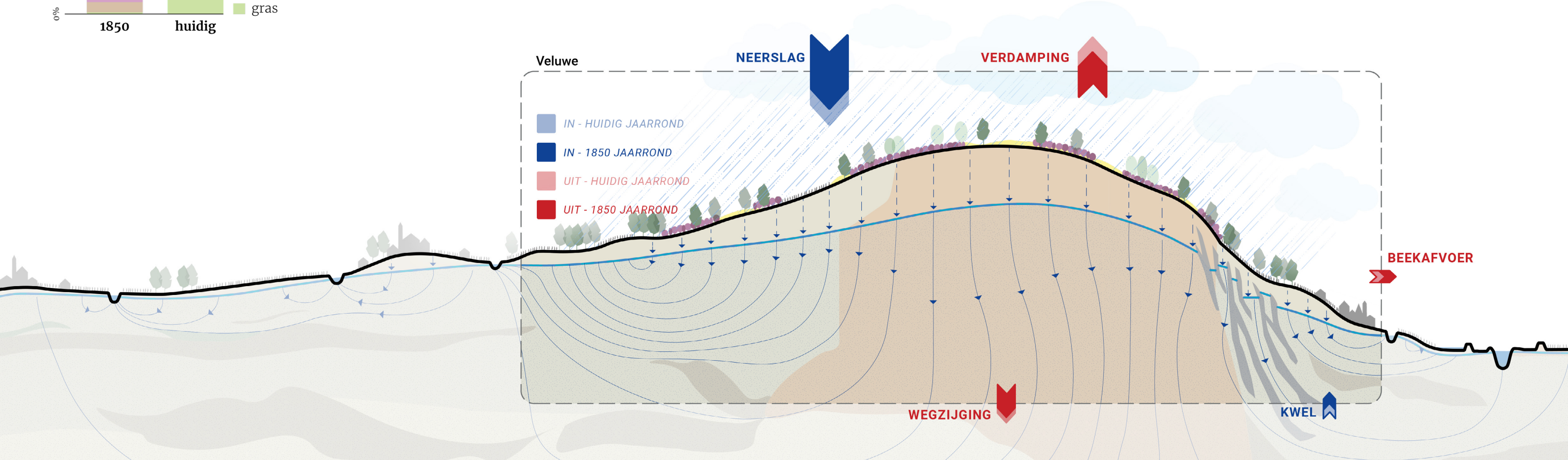
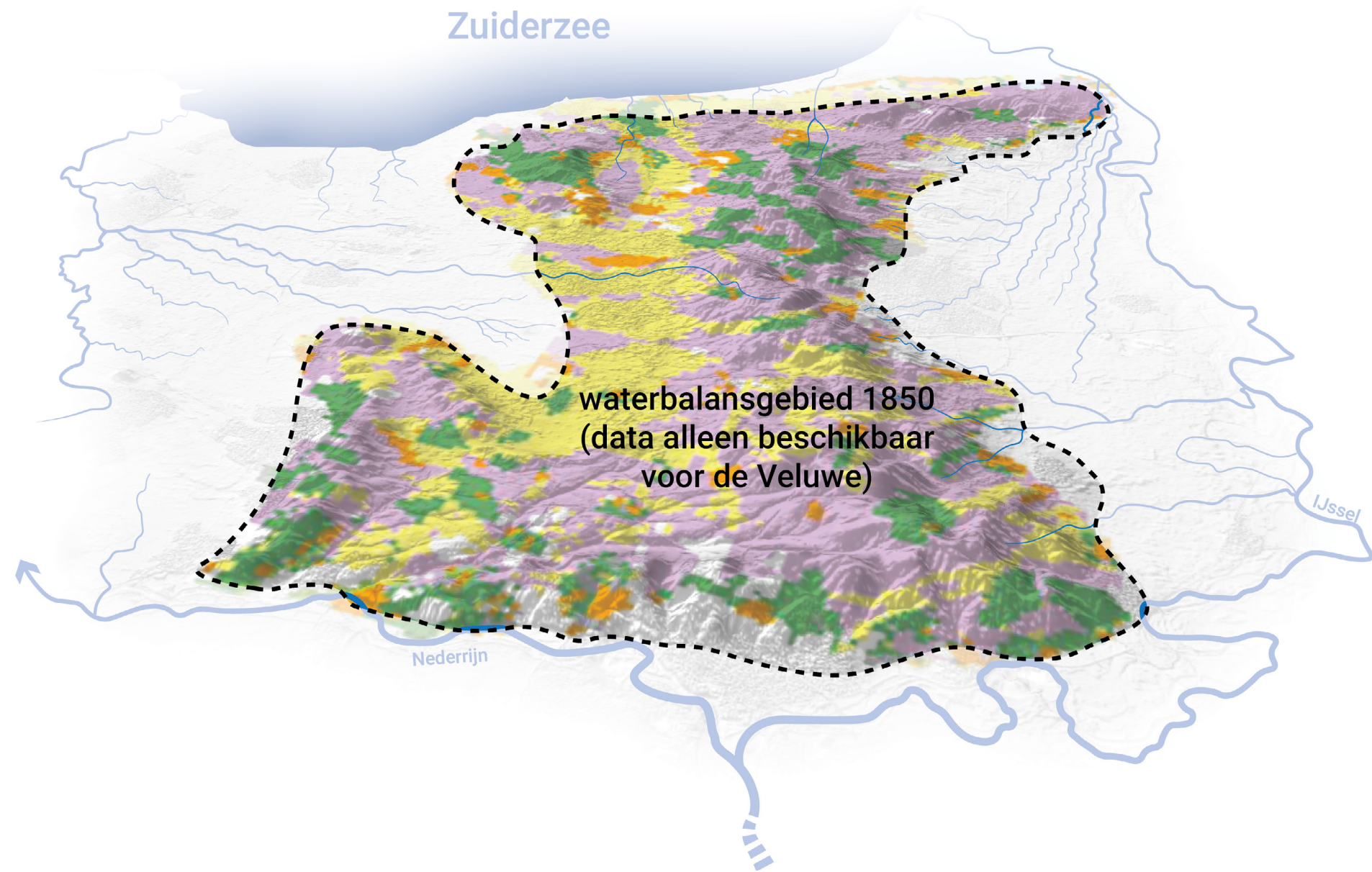
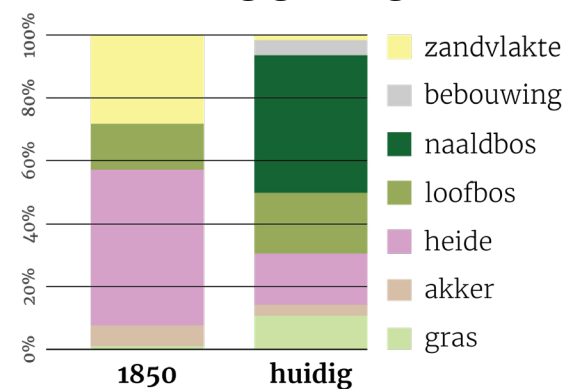
- Er valt **meer neerslag** en vaak is de **verdamping beperkt**.
- Grondwaterstanden kunnen dan stijgen, doordat de **grondwateraanvulling toeneemt**. In de lage gebieden gaat dit snel, en komt het weer snel tot afvoer. In de hoge gebieden gaat dit veel langzamer. Op de flanken wordt de stijging het meest opgemerkt, bijvoorbeeld door wateroverlast of doordat beken harder gaan stromen.
- De **aanvoer van water is niet nodig** en er wordt **veel oppervlaktewater afgevoerd**.



De waterbalans van 1850

- In het verleden zag het watersysteem van de Veluwe er heel anders uit dan nu: ondanks dat er **minder neerslag** viel was er ook **minder verdamping**.
- Aanpassingen in het landgebruik** zorgden voor veranderingen in de waterbalans. Er zijn veel watergangen aangepast en aangelegd voor voldoende ontwatering, steden en dorpen zijn gegroeid en 'woeste' en zandige heide is omgevormd naar bos.
- Ook **grondwaterstromingen zijn veranderd**, bijvoorbeeld door de aanleg van de Flevopolders, veranderingen in landgebruik (zoals verharding en verdichting bodems) en door het lek raken van kleischotten/keileemlagen.
- Verder werd er **nauwelijks grondwater onttrokken**.
- In de waterbalans van 1850 zijn de precieze verhoudingen van de posten en de mate waarin deze sindsdien zijn verschoven niet exact bekend.

Verschuiving grondgebruik:

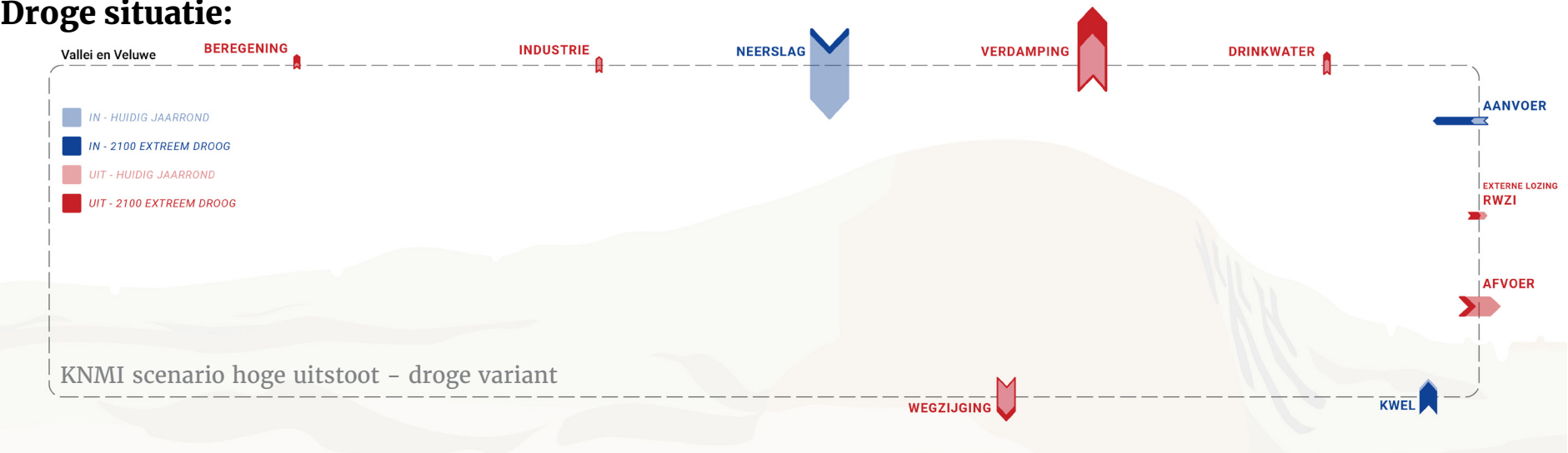


De waterbalans van 2100

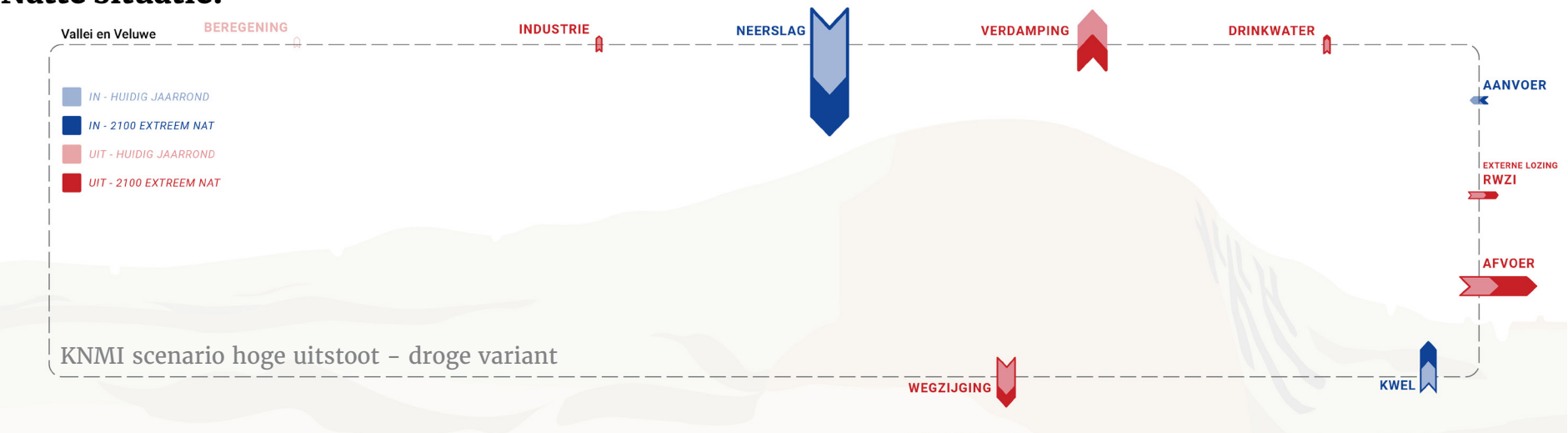
Naar de toekomst toe zal de waterbalans wederom veranderen:

- Het klimaat verandert. Het is nog niet zeker of het jaarrond natter of droger zal worden. Wel is het zeker dat de **zomers droger** worden en de **winters natter**.
- **Extreme weersomstandigheden** zullen sterker en vaker voorkomen.
- Nederland verandert ook. Het landgebruik verandert en de bevolking groeit, waardoor de **drinkwatervraag toeneemt**.
- De ontwikkelingen zullen de waterbalans zeker veranderen en hebben **gevolgen voor functies en menselijke activiteiten**.
- Voor sommige onderdelen zal het mogelijk zijn om het watersysteem aan te passen aan onze wensen, maar **op andere onderdelen zullen wij ons moeten aanpassen**.

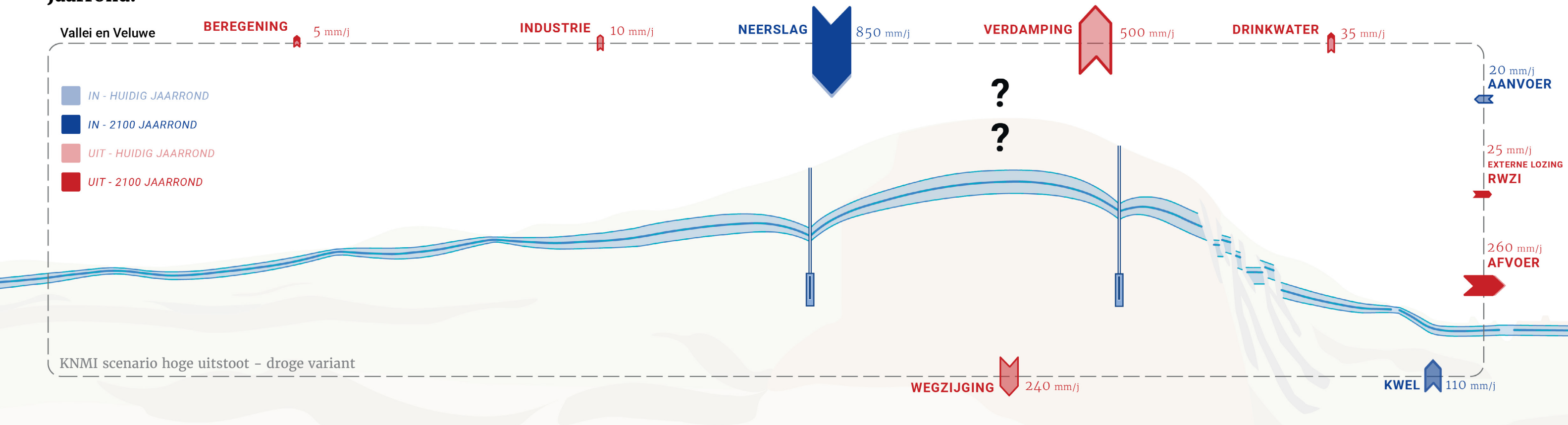
Droge situatie:



Natte situatie:



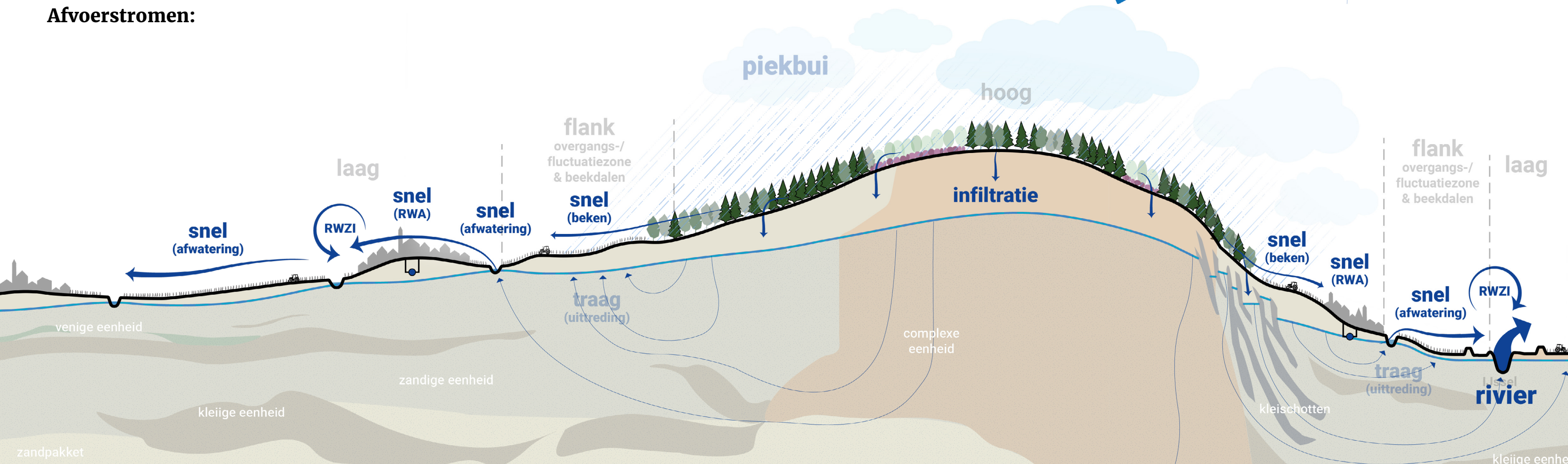
Jaarrond:

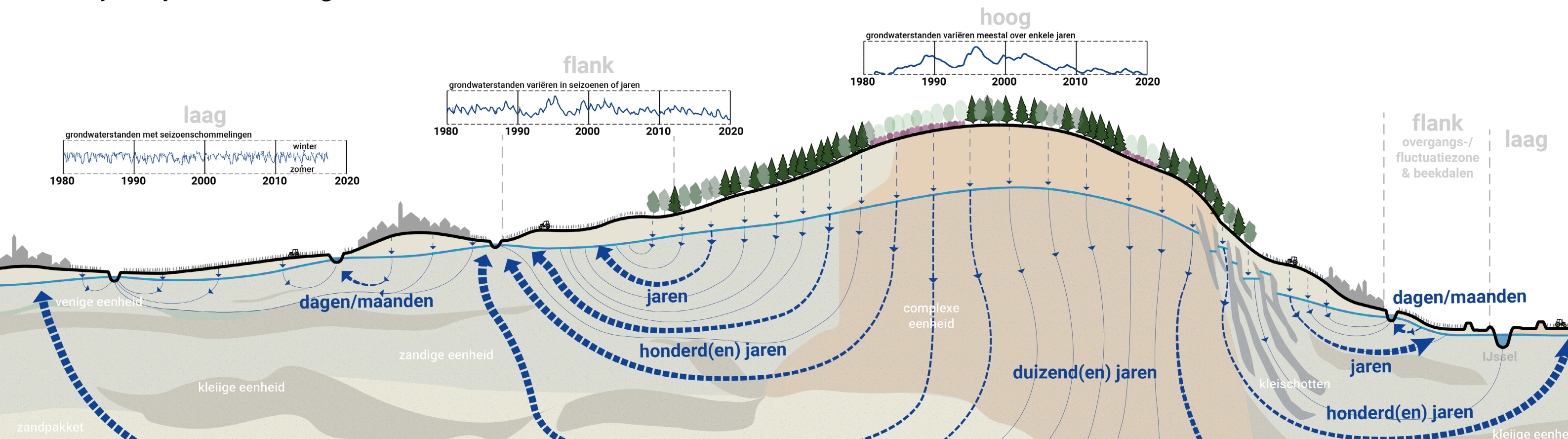


Oppervlaktewater

- Van de **neerslag** die in de bodem **infiltrert**, verdamppt een groot deel. De rest stroomt naar het grondwater.
- Op plekken waar het **grondwater aan het oppervlak** komt, komt het tot afvoer, bijvoorbeeld via beken of sloten.
- Op de **hoge stuwwal** van de Veluwe liggen de grondwaterstanden diep onder het oppervlak. Hier liggen geen watergangen want er is hier **nauwelijks sprake van afvoer**.
- Op de **flanken** komt het grondwater dicht bij het maaiveld. Hier wordt het **overtollige water** afgevoerd via beken en sprengen. Lokaal kunnen plekken tijdelijk onderlopen. De hoeveelheid afvoer hangt af van de grondwaterstanden, die kunnen stijgen of dalen als gevolg van (langere) natte en droge perioden.
- In de **lage gebieden** kunnen grondwaterstanden dicht bij het maaiveld komen. Om het land te kunnen bewerken en bebouwen zijn er in polderlandschappen allerlei maatregelen voor ontwatering in gebruik, zoals drainagebuizen, sloten en bemaling. In deze gebieden komt **neerslag snel tot afvoer**.
- De oppervlaktewateren op de Veluweflanken ontvangen ook water afkomstig van **rioolwaterzuiveringsinstallaties** (rwzi's). Dit betreft een beperkt deel van de totale afvoer, ongeveer 5%. Tijdens droge periodes kan dit aandeel oplopen tot circa 20%. De rwzi's aan de randen van het gebied lozen het gezuiverde afvalwater (effluent) op het hoofdwatersysteem, zoals de IJssel of de Randmeren, buiten het regionale watersysteem.

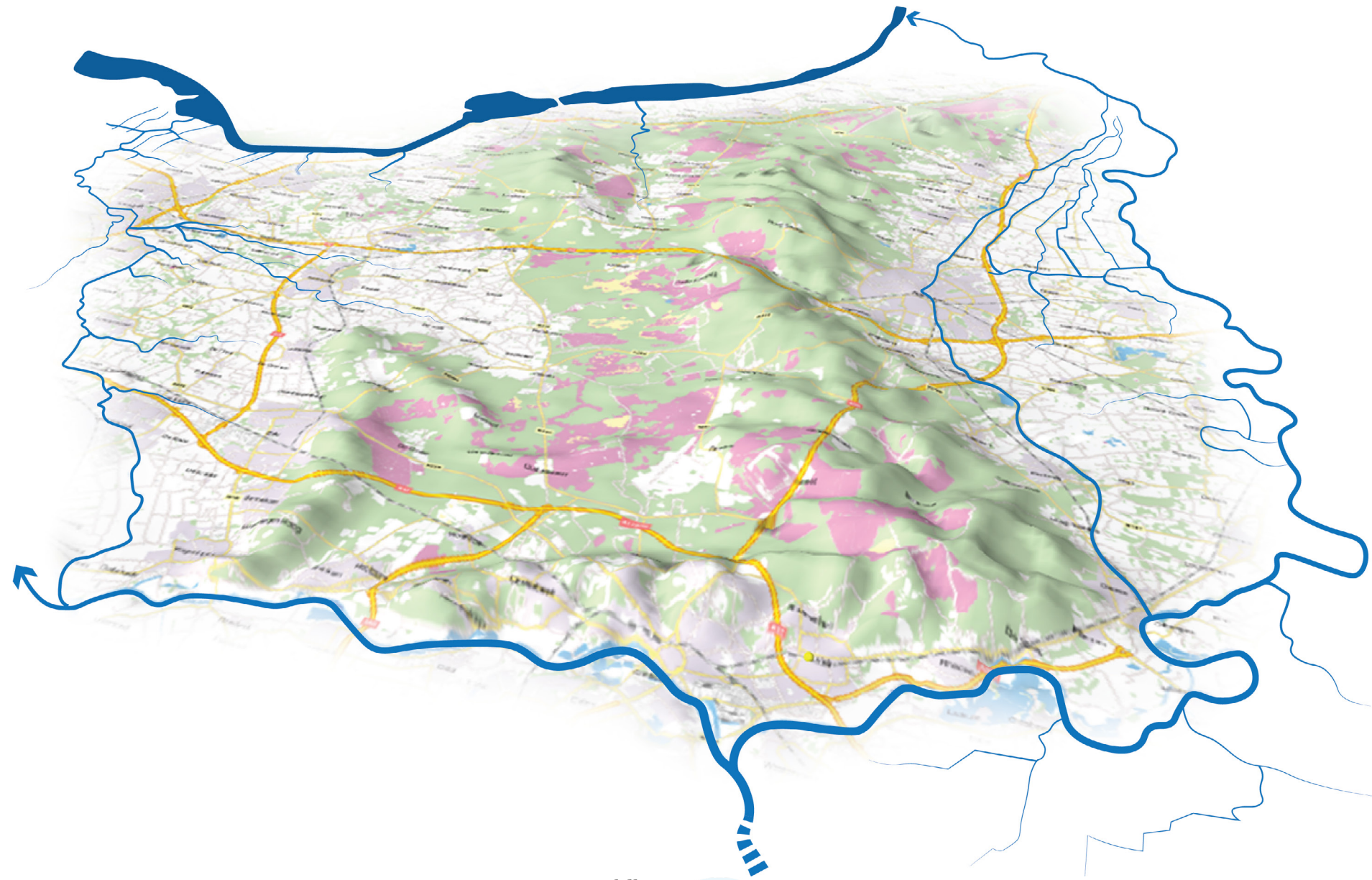
Afvoerstromen:



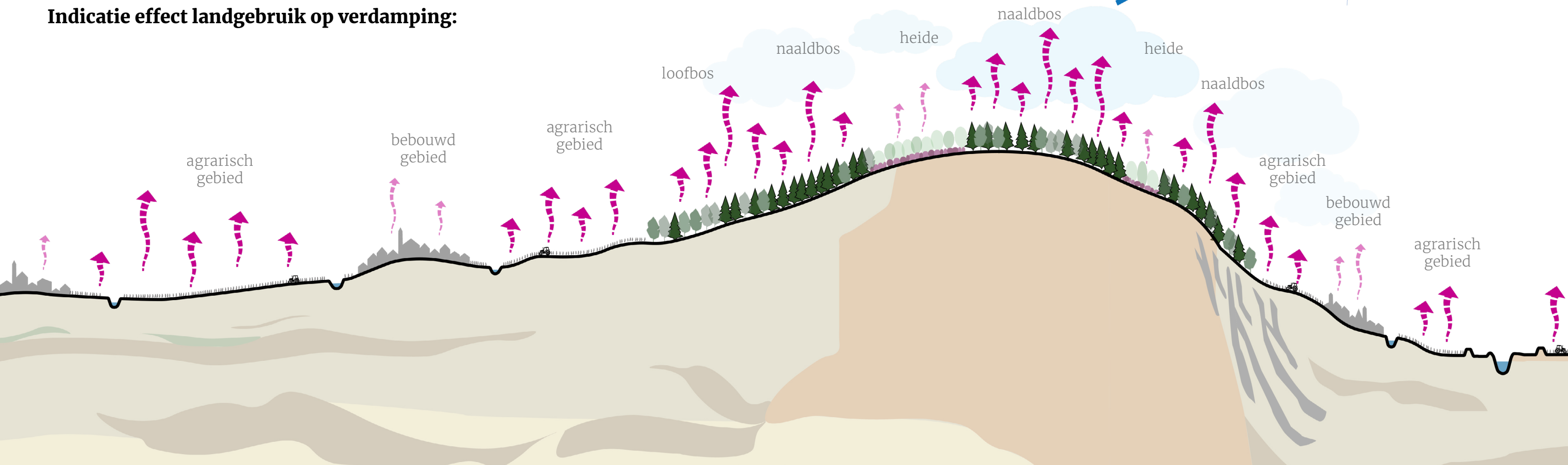


Verdamping

- De grootste waterstroom die het gebied uit gaat is de verdamping. Deze hangt sterk af van het **landgebruik**.
- Over het algemeen verdampen bossen meer dan open landschappen met heide of gras, en verdampen dichte naaldbossen meer dan loofbossen.
- Met de toename van de gewasproductie in de landbouw is ook de verdamping toegenomen.
- In steden zorgt de verharding ervoor dat er weinig verdamping plaatsvindt.
- De hoeveelheid verdamping in een gebied is **bepalend voor de grondwateraanvulling**. Het heeft daarmee een belangrijke invloed op het watersysteem.



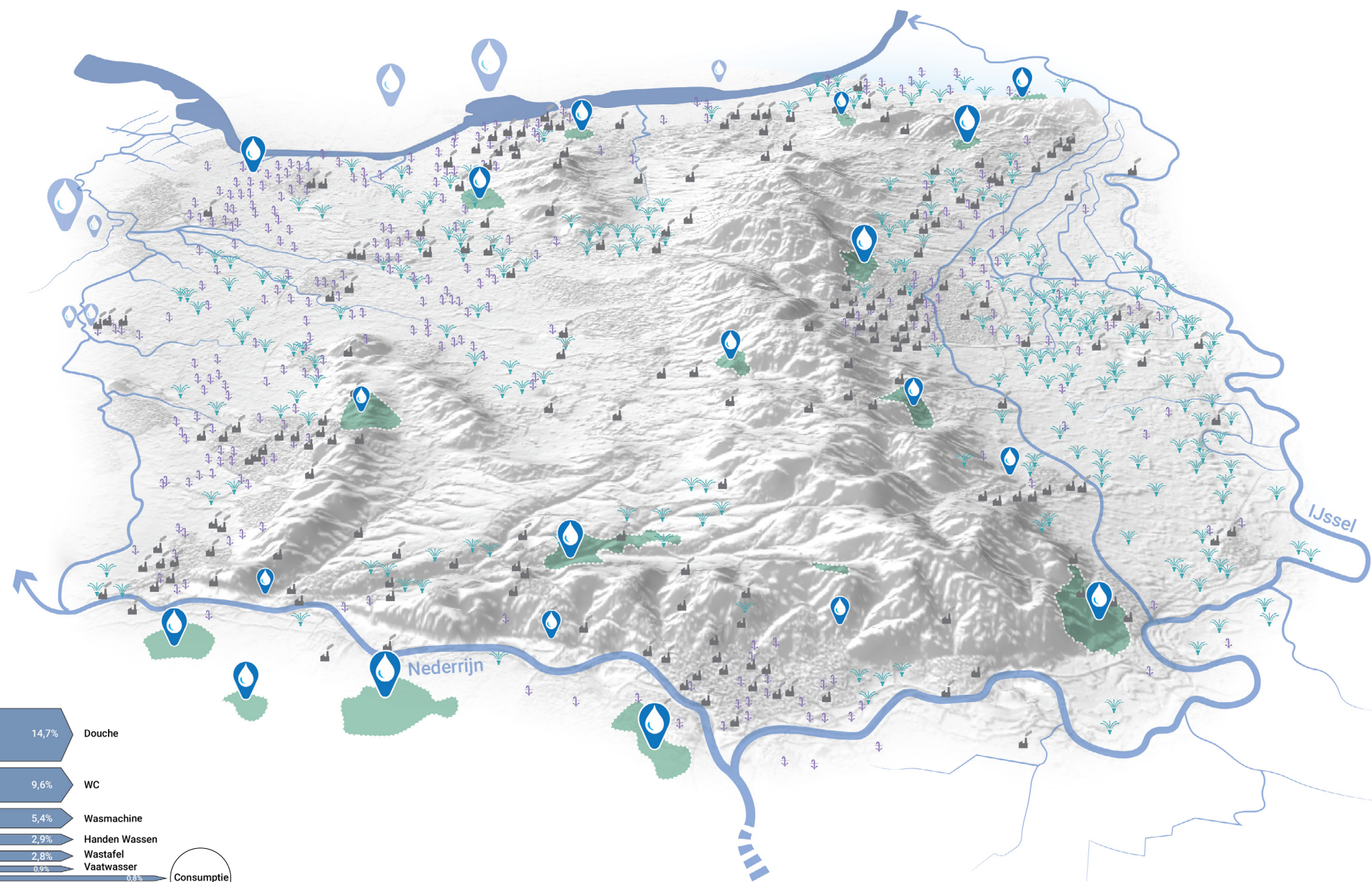
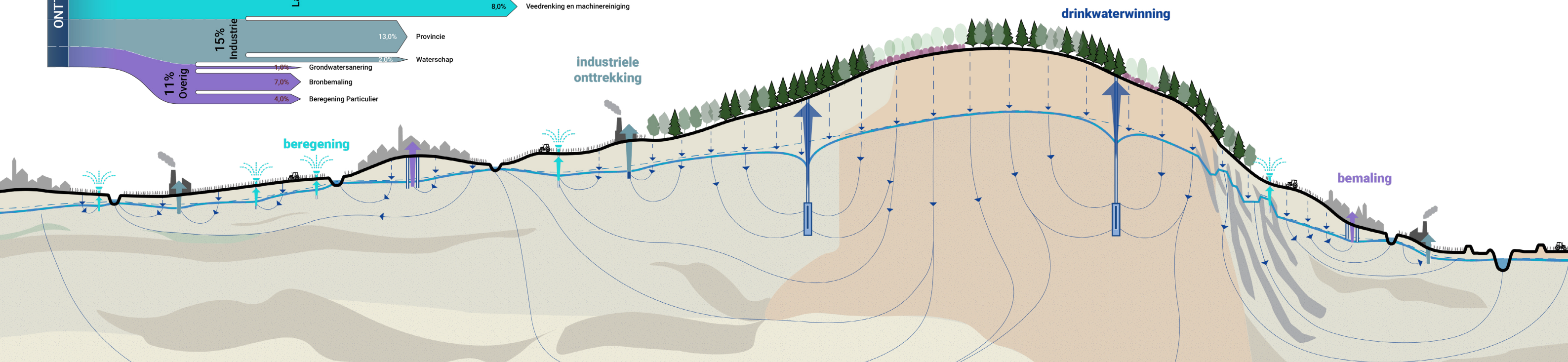
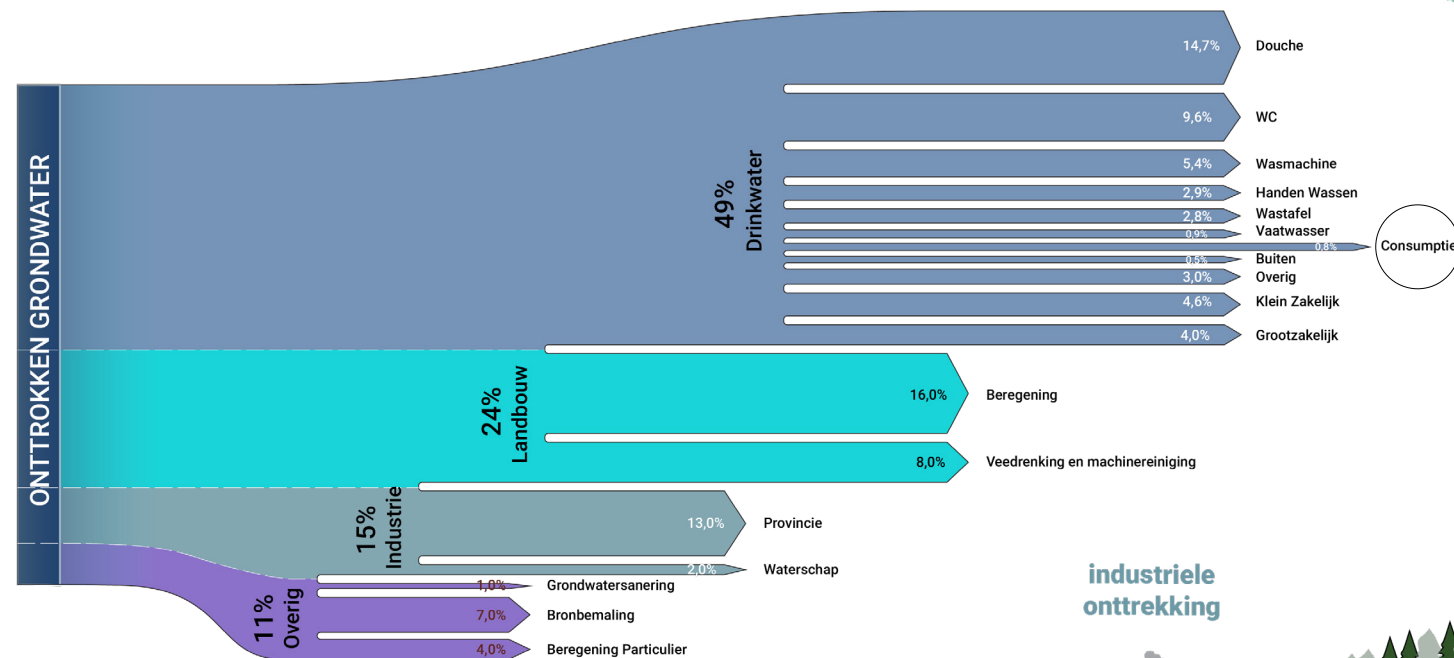
Indicatie effect landgebruik op verdamping:



Onttrekkingen

- Voor **drinkwater, landbouw en industrie** is veel water nodig. In dit gebied vormt grondwater de voornaamste bron, vanwege de goede beschikbaarheid en hoge kwaliteit.
- De diagram hieronder geeft in percentage (%) weer hoeveel van het onttrokken grondwater voor **welk doeleinde** wordt gebruikt. Zo is te zien dat het aandeel drinkwater uiteindelijk voor allerlei doeleinden wordt gebruikt en slechts 0,8% wordt benut voor consumptie.
- Wateronttrekkingen vinden plaats op verschillende locaties en worden gebruikt voor diverse doeleinden. **Na gebruik verlaat het water doorgaans het regionale watersysteem** via verschillende routes, zoals het rioolstelsel en de rioolwaterzuivering, afstroming naar oppervlaktewater of verdamping naar de atmosfeer.
- **Nabij onttrekkingen ontstaan verlagingen in de grondwaterstand.** Dit kan lokaal doorwerken op de vochtvoorziening van gewassen of natuur en daarmee leiden tot schade. Ook kan het regionaal doorwerken: onttrekkingen kunnen ervoor zorgen dat kwelstromen (naar bijvoorbeeld de flanken) afnemen, wat nadelig kan zijn voor ecosystemen die daarvan afhankelijk zijn.

Verdeling van onttrokken grondwater:



Hoofdboodschap

Water is op veel verschillende manieren belangrijk. Enerzijds willen we **voldoende water**, zoals voor drinkwater, natuur en landbouw. Anderzijds **ook liever niet teveel**. We willen geen natte kelder of dat een akker niet bewerkt kan worden

We zijn hiervoor afhankelijk van het **watersysteem**. Hoe het watersysteem werkt hangt af van het klimaat en de weersomstandigheden, het landschap en de ondergrond, maar ook met de manier waarop wij als mensen dit systeem beïnvloed hebben.

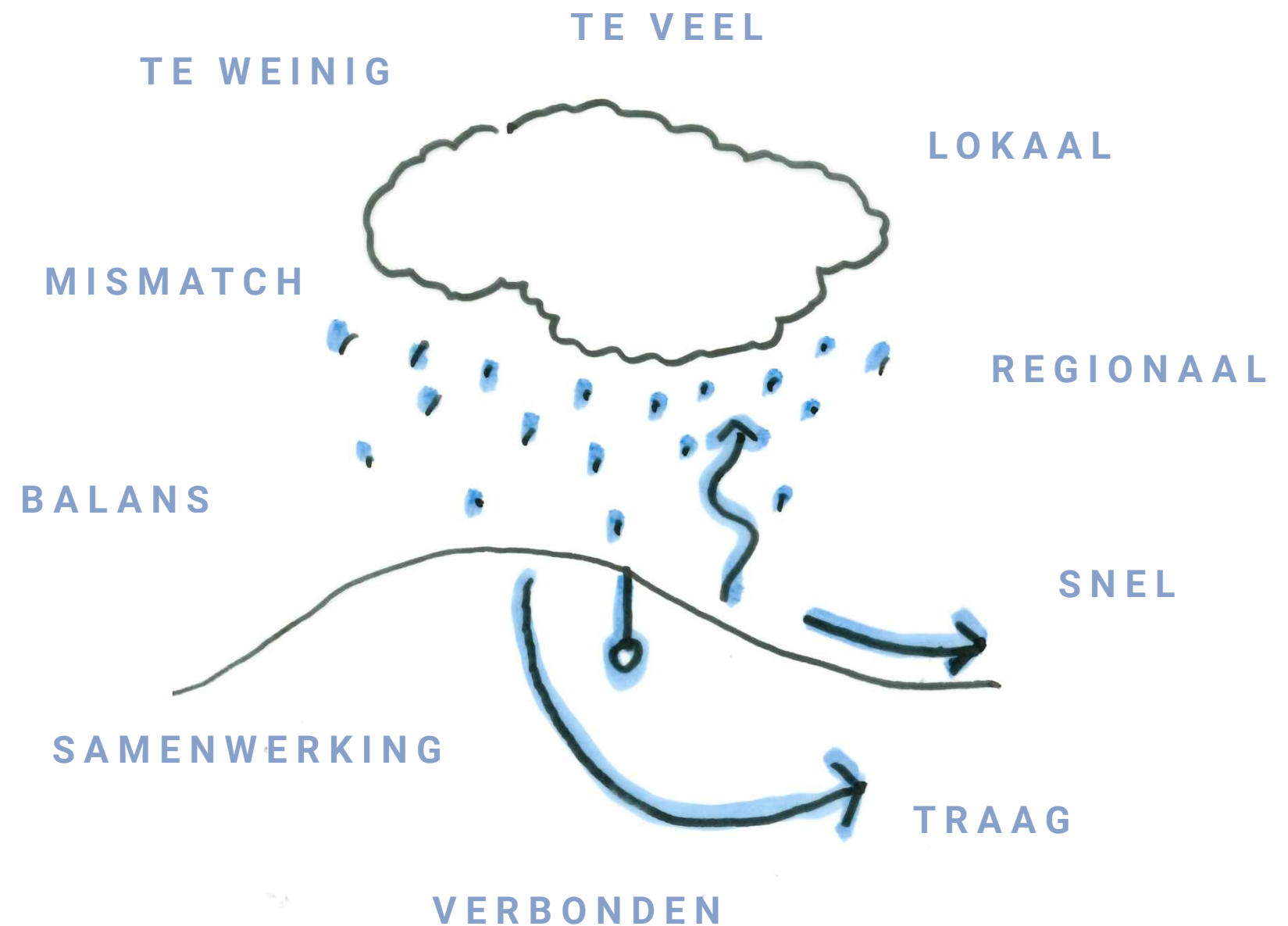
In het watersysteem op en rondom de Veluwe regent het jaarlijks meer dan dat er verdampt, waardoor er veel regenwater de bodem in kan zakken. De geschikte ondergrond maakt het mogelijk dat er onder de Veluwe veel grondwater zit. Toch is er afhankelijk van het moment en de locatie **soms teveel water en andere momenten te weinig water**. Waar heeft dit mee te maken?

- **Mismatch in vraag en beschikbaarheid over de tijd:** het weer kan van dag tot dag verschillen. We kennen seizoenen en natte en droge jaren. Ook de watervraag verschilt over de tijd: in de zomer is er meer water nodig voor natuur, drinkwater en landbouw. We hebben dus te maken met een 'mismatch' in tijd. Zowel de natuur als de mens maakt gebruik van het grondwater als buffer om deze mismatch te overbruggen. Voor verschillende soorten ecosystemen is het belangrijk dat grondwaterstanden voldoende hoog blijven.
- **Verschillende typen gebieden:** Er zijn grote verschillen tussen de landschappen. Dit kun je al zien aan hoe zichtbaar het water is in het landschap. Op de Veluwe stroomt het neerslagoverschot door naar het diepe grondwater, een traag systeem waarin veel water zit opgeslagen. In de polders komt een regendruppel juist snel, via het grondwater of niet, in watergangen terecht waardoor het wordt afgevoerd. Ook lokaal kunnen omstandigheden verschillen, door bijvoorbeeld hoe hoog het land ligt, hoe het land wordt gebruikt of hoe dichtbij er grondwater onttrokken wordt.
- **Verschillende behoeften:** De omstandigheden hangen dus af van het weer en het landschap en kunnen variëren per locatie en tijd. Of dit gunstig uitpakt hangt af van het perspectief: als na een natte periode de grondwaterstanden op de flanken zijn gestegen, is dit gunstig voor de natuur die baat heeft bij kwelstromen en stromende beken, maar het kan klachten opleveren van inwoners die te maken krijgen met wateroverlast.

Verbondenheid in het watersysteem. Water stroomt. Het verbindt gebieden en functies met elkaar. In dit complexe geheel kunnen veranderingen doorwerken, over ruimte en tijd. Om de mismatches te overbruggen zijn over de eeuwen veel ingrepen gedaan, bijvoorbeeld met de aanleg van polders of grondwateronttrekkingen voor drinkwater.

We verwachten dat de **mismatches in de toekomst groter** worden, onder andere door klimaatverandering. Hoe dit precies uitpakt, zal afhangen van tijd, plaats en perspectief. Duidelijk is dat de uitdagingen en vraagstukken groter en complexer worden. Niet alles is maakbaar in het watersysteem. Door samen te werken kan gezocht worden naar een beter passend dynamisch evenwicht. Dit document biedt basis voor een gezamenlijk begrip van het watersysteem op en rondom de Veluwe en is bedoeld als **startpunt voor het goede gesprek**.

We zijn verbonden via een complex en veelzijdig watersysteem:



Interactieve kaart

dilemma's

landschap & ondergrond

waterbalans

oppervlaktewater

grondwater

verdamping

onttrekkingen

huidig

1850

2100

jaarrond	droge situatie	natte situatie	jaarrond	jaarrond
☐	☐	☐		
☐	☐	☐	☐	☐
☐				
☐				
☐				

PROBLEMEN MET DE KAARTEN?
OPEN DE PDF IN EEN STANDAARD
GOOGLE BROWSER

dilemma's
☐ 2 ☐ 3

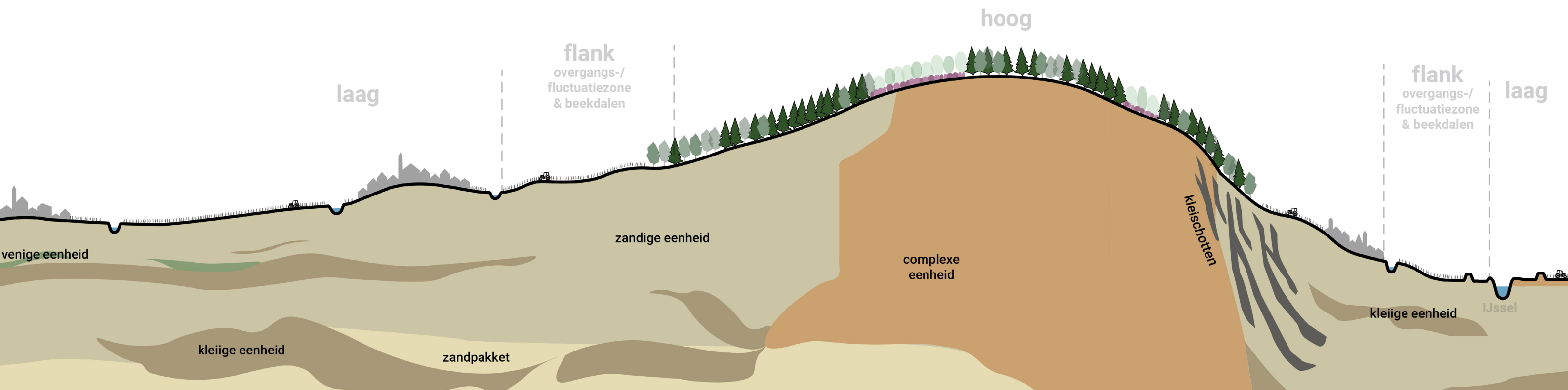
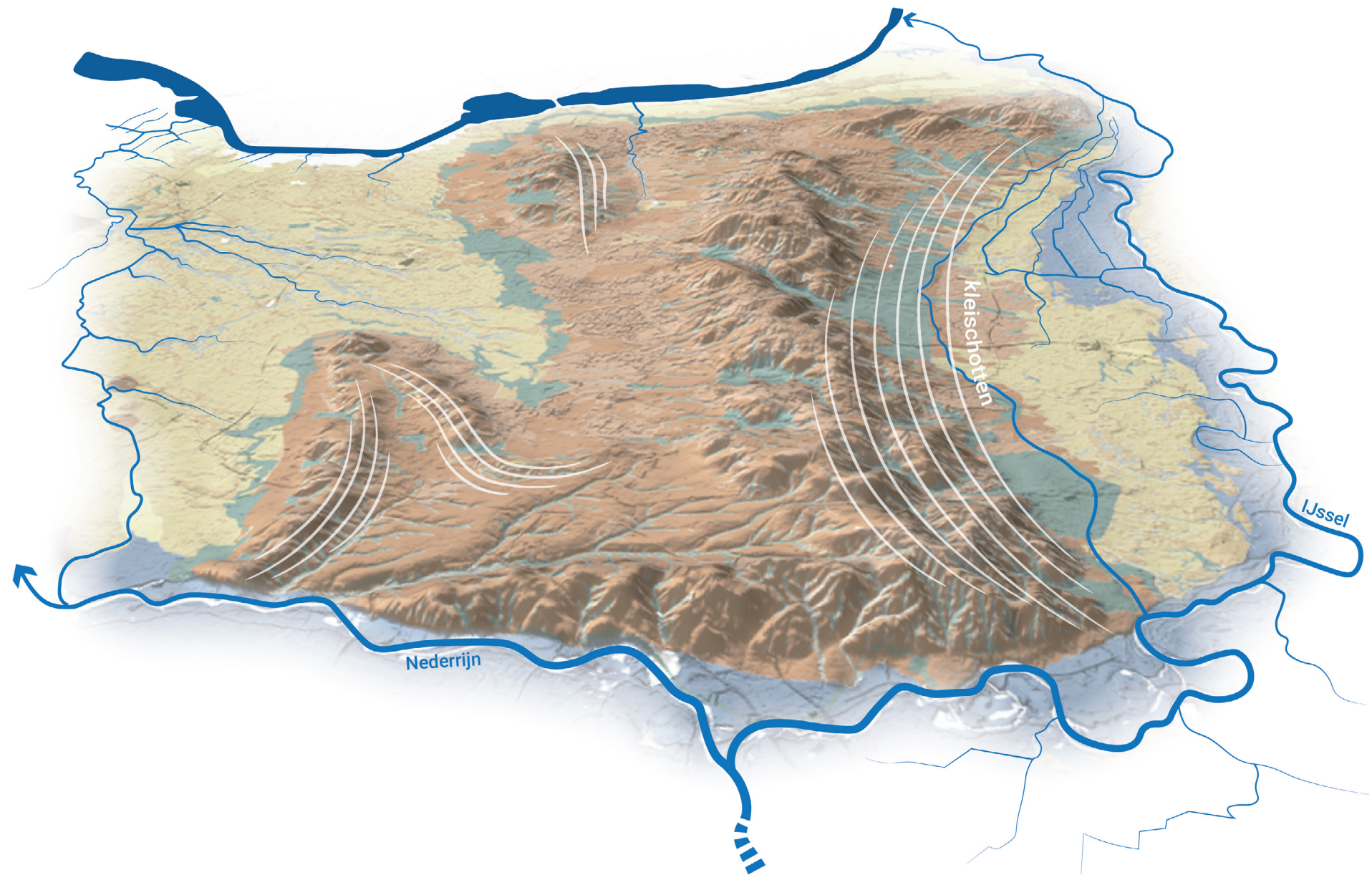
ondergrond
☐ 4

waterbalans
☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

systeemwerking
☐ 10 ☐ 11 ☐ 12 ☐ 13

hoofdboodschap
☐ 14

interactief
☒



Toelichting gebruikte bronnen

Getallen waterbalans uit Krajenbrik et al. (2025), afkomstig van:

- KNMI (neerslag, 2011–2018)
- KNMI (klimaatscenario's 2023)
- LHM 4.2 (verdamping, kwel, wegzijging, runoff/drainage, berekening, 2011–2018)
- Waterschap Vallei & Veluwe (Inlaat en afvoer oppervlaktewater, industriële onttrekkingen, 2021–2023)
- Vitens (Grondwaterwinning voor drinkwater)

Waterbalans 1850 inschatting op basis van:

- Van Huijgevoort et al. (2020)
- Witte et al. (2019)

Sankey diagram grondwatergebruik:

- Spek (2025) (Spek, T. (2025). De Staat van Grondwateronttrekkingen provincie Gelderland anno 2024. provincie Gelderland. Conceptversie)
- Vewin (2024) Vewin. (2024). Kerngegevens drinkwater 2024. <https://www.vewin.nl/wp-content/uploads/2024/09/Vewin-Kerngegevens-Drinkwater-2024.pdf>

Bronnenlijst

KNMI, 2023. Klimaatdashboard. KNMI, De Bilt. <https://www.knmi.nl/klimaatdashboard>

Stofberg, S. F., et al. (2023). Klimaateffecten op drinkwaterwinningen. Nieuwegein, KWR: KWR2023.065

Krajenbrink, H., van den Berg, R., Hofland, S., & Stofberg, S. (2025). Vallei en Veluwe: de toekomstige waterbalans in beeld. <https://klimaatvalleienveluwe.nl/news/vallei-en-veluwe-de-toekomstige-waterbalans-in-beeld/>

Van Huijgevoort, M. H. J., Voortman, B. R., Rijpkema, S., Nijhuis, K. H. S., & Witte, J. P. M. (2020). Influence of climate and land use change on the groundwater system of the Veluwe, the Netherlands: A historical and future perspective. Water (Switzerland), 12(10), 1–16. <https://doi.org/10.3390/w12102866>

Witte, J. P. M., Voortman, B., Nijhuis, K., van Huijgevoort, M., Rijpkema, S., & Spek, T. (2019). Met het historische landschap verdween er water van de Veluwe. Stromingen, 33(1), 91–107. <https://edepot.wur.nl/470883>



Colofon

Dit product is opgesteld i.s.m. KWR Water Research Institute en in samenspraak met Waterschap Vallei en Veluwe, in opdracht van Vitens

Projectteam H+N+S

Jaap van der Salm – senior projectleider
Olivier Klijn – landschapsarchitect
Shahab Rahiman – landschapsontwerper

Projectteam KWR

Klaasjan Raat – senior onderzoeker geohydrologie
Sija Stofberg – onderzoeker geohydrologie
Lennart Brokx – onderzoeker geohydrologie
Ruud Bartholomeus – Chief Science Officer

Vitens

Rik Thijssen – Adviseur Raad van Bestuur
Jelle van Sijl – hydroloog
Jip Welkers – Business Development Manager
Erinke Siegersma – omgevingsmanager

Waterschap Vallei en Veluwe

Harmen van de Werfhorst – senior beleidsadviseur planvorming

Vormgeving en lay-out

H+N+S Landschapsarchitecten

Foto's en afbeeldingen

H+N+S Landschapsarchitecten en KWR Water Research Institute, tenzij anders vermeld

Datum

March 2026

H+N+S projectnummer

3072

KWR-rapportnummer

KWR 2025.093