

## Grondwater Perspectief Nederland (fase 1)



## Grondwater Perspectief Nederland (fase 1)

### Auteur(s)

Dimmie Hendriks

Hilde Passier

Geert-Jan Nijsten

Charlotte van Strien

## Grondwater Perspectief Nederland (fase 1)

<b>Opdrachtgever</b>	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
<b>Contactpersoon</b>	
<b>Referenties</b>	
<b>Trefwoorden</b>	grondwater, grondwaterdiensten, zeeleigebieden, droogmakerijen, veengebieden, rivierengebied, zandgebied, heuvelland, kustgebied

### Documentgegevens

<b>Versie</b>	1.0
<b>Datum</b>	18-12-2025
<b>Projectnummer</b>	11211554-000
<b>Document ID</b>	11211554-000-BGS-0001
<b>Pagina's</b>	76
<b>Classificatie</b>	
<b>Status</b>	Definitief

### Auteur(s)

	Dimmie Hendriks Hilde Passier Geert-Jan Nijsten Charlotte van Strien	

# Samenvatting

De afgelopen jaren hebben verschillende studies laten zien dat het Nederlandse grondwater uit balans is geraakt, als gevolg van overmatig gebruik en verontreiniging. Klimaatverandering zorgt voor een toename van deze disbalans. Binnen het 'programma Bodem Ondergrond en Grondwater' vormen het Rijk en regionale (grond)waterbeheerders de komende jaren een gezamenlijk beeld van hoe het grondwatersysteem in Nederland (kwaliteit en kwantiteit) duurzaam in balans kan worden gebracht: een nationaal perspectief met regionale concretisering. Deltares is gevraagd een aanzet te geven voor dit Grondwaterperspectief.

Meerdere partijen (van EU tot gemeenten) hebben een verantwoordelijkheid op het gebied van grondwater en kunnen daarmee een bijdrage leveren aan het duurzaam in balans brengen en houden van het grondwatersysteem. Om het kader te schetsen waarin dit grondwaterperspectief relevant is, wordt in dit rapport een overzicht gegeven van programma's, wetgeving en verantwoordelijkheden van verschillende partijen.

Ten behoeve van het nationale perspectief, worden zeven gebiedstypen onderscheiden: zeeleigebieden, droogmakerijen, veengebieden, rivierengebied, zandgebieden, het heuvelland en het kustgebied. Deze gebiedstypen vormen een 'natuurlijke' ingang voor het beschrijven van de grondwaterdiensten en grondwateropgaven in de verschillende delen van Nederland en de daaraan gerelateerde oplossingsstrategieën.

Kaartbeelden op nationale schaal geven een overzicht van grondwaterdiensten, grondwateropgaven en oplossingsmogelijkheden in Nederland. Daarnaast worden beschikbare kentallen gegeven wat betreft de opgaven en oplossingen om een beeld te schetsen van de omvang van de problematiek en de kansen voor verbetering. In factsheets is voor ieder van de gebiedstypen een meer gedetailleerd overzicht gegeven van de grondwater-diensten, grondwaterkarakteristieken van het natuurlijk systeem, de gebiedsspecifieke opgaven en oplossingsmogelijkheden en bijbehorende aandachtspunten. Hieruit komt naar voren dat, ondanks de huidige opgaven, het grondwatersysteem goede kansen biedt als bron en buffer in tijden van watertekort en -overschot. Om deze kansen te benutten is het belangrijk dat landgebruik en ruimtelijke ordening beter worden afgestemd op het natuurlijke grondwatersysteem.

Tijdens het opstellen van deze aanzet tot een nationaal grondwaterperspectief kwamen een aantal gebiedsoverstijgende aandachtspunten naar voren:

- Klimaatverandering vergroot de opgaven en maakt oplossingen complexer.
- Voor verbetering van de toestand van het grondwater moeten oplossingen worden genomen in samenhang met aanpassingen in het landgebruik, ruimtelijke ordening en vraagstukken rondom zoetwaterbeschikbaarheid vanuit het hoofdwatersysteem.
  - Beter integraal inzicht in brede maatschappelijke kosten en baten op de (middel)lange termijn en op regionale schaal van het al dan niet doorvoeren van bepaalde oplossingen en keuzes kan hieraan bijdragen.
- Om grondwaterdoelen te behalen zijn duidelijkere kaders en normen of richtlijnen nodig. Het gaat daarbij om bronaanpak verontreinigingen, afweging grondwaterkwantiteit versus grondwaterkwaliteit, afweging droogte/verdroging versus wateroverlast, en beter inzicht en beleid op grondwateronttrekkingen.
- Stedelijk gebied verdient extra aandacht want is - in de huidige vorm - erg gevoelig voor veranderingen van het grondwaterregime als gevolg van klimaatverandering en/of maatregelen gericht op verbeteren van het grondwatersysteem op gebiedsschaal.

- Beschouw het grondwater als een systeem: het grondwater in verschillende gebiedstypen en systemen is met elkaar verbonden en opgaven en oplossingen in een gebied(stype) beïnvloeden het grondwatersysteem in omliggende gebieden.
- Regionaal of lokaal opgedane ervaring en expertise kan mogelijk toepasbaar worden gemaakt voor andere delen van Nederland, bijvoorbeeld in de vorm van handreikingen en/of tools.
- Voor het ontwikkelen van een gezamenlijk Grondwaterperspectief kan worden voortgebouwd op succesvolle regionale samenwerkingsverbanden en geleerde lessen vanuit gebiedsprocessen.

Het adresseren van deze gebiedsoverstijgende aandachtspunten is cruciaal om te komen tot een grondwatersysteem dat duurzaam in balans is met (toekomstige) gebiedsfuncties/ landgebruik en andere aspecten van het bodem- en watersysteem.

Dit rapport geeft een beeld van opgaven en mogelijke oplossingen voor de verschillende gebieden. Een volgende stap is concretiseren van de doelen en het genereren van een totaalbeeld (of een set aan mogelijke beelden) van de kansen en consequenties op het gebied van waterbeschikbaarheid, watervraag en ruimtegebruik in verschillende delen van Nederland.

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>8</b>
1.1	Nationaal perspectief met regionale concretisering	8
1.2	Doel: grondwater duurzaam in balans	9
1.3	Leeswijzer	9
<b>2</b>	<b>Relevante programma's, wetgeving en verantwoordelijkheden/rollen</b>	<b>11</b>
2.1	Europese Water Resilience Strategy	11
2.2	Gerelateerde programma's Nederland	11
2.3	Europees en Nederlands beleidskader	13
2.4	Rollen van de verschillende organisaties	15
<b>3</b>	<b>Karakteristieke gebiedstypen grondwater</b>	<b>18</b>
3.1	Indeling in gebiedstypen	18
3.2	Analyse grondwaterkarakteristieken	18
3.3	Grondwater verbindt heel Nederland	20
<b>4</b>	<b>Grondwaterdiensten, opgaven en oplossingen op nationale schaal</b>	<b>21</b>
4.1	Overzicht van grondwaterdiensten	21
4.2	Overzicht van oplossingen / maatregelen	21
<b>5</b>	<b>Aandachtspunten</b>	<b>29</b>
5.1	Klimaatverandering vergroot opgaven	29
5.2	Grondwateropgaven hangen nauw samen met landgebruik en ruimtelijke ordening	29
5.3	Grondwateropgaven in relatie tot zoetwaterbeschikbaarheid en hoofwatersysteem	30
5.4	Meer potentie gebiedsprocessen	31
5.4.1	Aanpassingen grondgebruik op vrijwillige basis	31
5.4.2	Maatschappelijke kosten en baten	31
5.4.3	Succesfactoren	32
5.4.4	Regionale samenwerking als voorbeeld	32
5.5	Duidelijke kaders en normen	33
5.5.1	Verbetering grondwaterkwaliteit vergt bronaanpak verontreinigingen	33
5.5.2	Kwantiteit versus kwaliteit	33
5.5.3	Droogte versus wateroverlast	34
5.5.4	Inzicht in onttrekkingen en onttrekkingsplafonds	34
5.6	Stedelijk gebied is extra gevoelig voor verandering	34
5.7	Beschouw grondwater als één systeem	35
5.7.1	Overgang hoge zandgronden - laag Nederland	35
5.7.2	Effect van droogmakerijen op naastgelegen gebieden	36

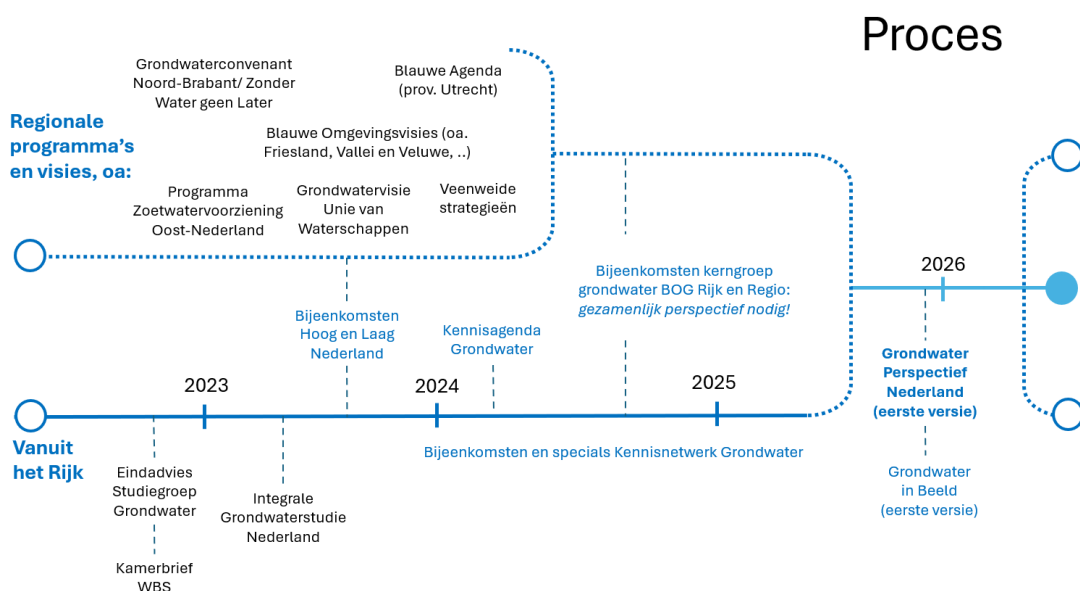
5.7.3	Grensoverschrijdende (grond)waterbeheer	36
5.7.4	Bruinkoolwinning Duitsland	37
<b>6</b>	<b>Factsheet grondwater in zeeleigebieden</b>	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>Factsheet grondwater in veengebieden</b>	<b>42</b>
<b>8</b>	<b>Factsheet grondwater in droogmakerijen</b>	<b>49</b>
<b>9</b>	<b>Factsheet grondwater in rivierengebied</b>	<b>53</b>
<b>10</b>	<b>Factsheet grondwater in zandgebieden</b>	<b>58</b>
<b>11</b>	<b>Factsheet grondwater in heuvelland</b>	<b>65</b>
<b>12</b>	<b>Factsheet grondwater in duinen, strandwallen en binnenduinrand</b>	<b>70</b>
	<b>Referenties en bronnen</b>	<b>73</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Nationaal perspectief met regionale concretisering

De afgelopen jaren hebben verschillende studies laten zien dat – als gevolg van overmatig gebruik en verontreiniging – het Nederlandse grondwater uit balans is geraakt. In het Advies van de Studiegroep Grondwater (2022) en de Integrale Grondwaterstudie Nederland (Hendriks ea., 2023) wordt in grote lijnen geschetst welke toekomstige doelen er zijn ten aanzien van een toekomstbestendig en duurzaam grondwatersysteem. Daarnaast zijn meerdere regionale programma's, visies en agenda's opgesteld waarin aandacht wordt gevraagd voor het verbeteren van de toestand van het grondwatersysteem (Figuur 1.1).

Binnen het 'programma Bodem Ondergrond en Grondwater' gaan Rijk en regionale (grond)waterbeheerders een gezamenlijk beeld vormen hoe het grondwatersysteem in Nederland (kwaliteit en kwantiteit) duurzaam in balans kan worden gebracht: **een nationaal perspectief met regionale concretisering**. In dit perspectief wordt daarnaast ook geschetst hoe stappen kunnen worden gezet om dichterbij de doelen te komen.



Figuur 1.1 Overzicht van het proces van visie en strategievorming op het gebied van grondwater vanuit Rijk en regionale (grond)waterbeheerders.

De natuurlijke karakteristieken van het grondwatersysteem variëren van regio tot regio en van plek tot plek. Ook het landgebruik en de grondwaterafhankelijke functies kunnen ruimtelijk sterk verschillen. Deze heterogeniteit van het grondwatersysteem in Nederland vraagt om een concretisering van het overkoepelend doel op regionale schaal en een gezamenlijke invulling van het perspectief door de landelijke en regionale beleidsmakers en waterbeheerders. Afhankelijk van de karakteristieken van het grondwatersysteem zal een duurzame balans tussen verschillende grondwaterdiensten anders uitpakken in verschillende gebieden.

Deltares is gevraagd een aanzet te maken voor dit gezamenlijke nationale perspectief op grondwater van Rijk en regio. Naast het betrekken van bestaande literatuur en rapporten over gebiedsspecifieke grondwaterkarakteristieken, -opgaven en -oplossingen zijn experts

vanuit de verschillende gebieden betrokken. Tijdens bijeenkomsten met de kerngroep Grondwater van het 'programma Bodem Ondergrond en Grondwater' is de inhoud van het Grondwaterperspectief op verschillende momenten besproken. Daarnaast zijn meer dan 10 interviews met één of meerdere gebiedsexperts van provincies en waterschappen gehouden. Bij deze gesprekken kwamen ook een aantal aandachtspunten naar voren die van cruciaal belang om oplossingen tot uitvoer te brengen en te kunnen komen tot een duurzame balans van het grondwater.

## 1.2 Doel: grondwater duurzaam in balans

Het overkoepelende doel van het Grondwater Perspectief Nederland is het duurzaam in balans brengen (en houden) van het grondwatersysteem in Nederland (kwantiteit en kwaliteit). Vanuit diverse grote maatschappelijke thema's en opgaven worden hoge eisen gesteld aan het Nederlandse grondwater (zie Tabel 1.1). Een goed functionerend grondwatersysteem is belangrijk voor de continuïteit van en balans tussen diensten en functies die het grondwatersysteem levert aan mens en natuur. Daarnaast is het behoud van een duurzaam grondwatersysteem van belang voor toekomstige generaties. Het gaat dus ook om de balans tussen het huidige en toekomstige gebruik van grondwater.

Meer concreet wordt er naar gestreefd dat in 2050:

- Grondwaterdiensten vanuit het natuurlijk grondwatersysteem (grondwaterstanden, kwel, basisafvoer) zijn verbeterd en blijven behouden.
- Er op een duurzame manier grondwater wordt onttrokken voor drinkwater en andere vormen van hoogwaardig watergebruik (zonder dat dit leidt tot een verslechtering van de natuurlijke grondwaterdiensten).
- De grondwaterkwaliteit is verbeterd en blijft op orde: er zijn geen grondwaterverontreinigingen die leiden tot risico's voor gezondheid en/of schade aan natuur; de inspanningen/kosten voor zuivering van grondwater blijven beperkt.

## 1.3 Leeswijzer

Voorliggend document vormt de aanzet tot het gezamenlijke nationale perspectief op grondwater van Rijk en regio. In dit Grondwater Perspectief (fase 1) starten we met een overzicht van gerelateerde programma's, wetgeving en verantwoordelijkheden/rollen (Hoofdstuk 2). Dit vormt de basis waarop dit perspectief is ontwikkeld. De bestaande programma's kunnen ook zorgen voor de verankering van het Grondwater Perspectief. Hoofdstuk 3 de indeling van Nederland in karakteristieke gebiedstypen vanuit grondwaterperspectief en Hoofdstuk 4 geeft een overzicht op nationale schaal van de belangrijkste opgaven en oplossingen per gebiedstype, waarna in Hoofdstuk 5 een aantal aandachtspunten worden uitgelicht die cruciaal zijn bij het realiseren van oplossingen om te komen tot een grondwatersysteem dat duurzaam in balans is. De Hoofdstukken 6 tot en met 12 bevatten factsheets per karakteristiek gebiedstype grondwater. In de factsheet wordt op een overzichtelijke manier een aantal belangrijke aspecten van het grondwatersysteem, de bijbehorende diensten, opgaven en oplossingsmogelijkheden toegelicht.

Tabel 1.1 Maatschappelijke opgaven en bijbehorende grondwaterdiensten. Bron: [Deltares, 2025](#).

Maatschappelijke opgaven	Grondwaterdiensten
Drinkwatervoorziening	-Grondwater als bron voor drinkwater
Landbouw(transitie)	-Grondwatercondities landbouwgewassen (natuurlijke bodemvochtcondities zonder berekening / irrigatie) -Stabiele bodems (draagkracht) -Grondwater voor berekening, irrigatie en voorkomen vorstschade -Grondwater voor drenken van vee -Grondwater als spoelwater van voedselproducten -Schone bodems en grondwater
Natuur & biodiversiteit	-Grondwatercondities terrestrische grondwaterafhankelijke natuur -Basisafvoercondities aquatische natuur (beken, vennen, e.d.) -Schone bodems en grondwater
Gezonde leefomgeving / gezondheid	-Grondwater als bron voor drinkwater -Grondwater als bron voor consumptie (anders dan drinkwater) -Grondwater als spoelmiddel of koelwater in de levensmiddelen industrie -Grondwater voor drenken van vee -Schone bodems en grondwater -Grondwatercondities terrestrische grondwaterafhankelijke natuur -Basisafvoercondities aquatische natuur (beken, vennen, e.d.)
Woningbouw	-Grondwater als bron voor drinkwater -Stabiele bodems (draagkracht, geen bodemdaling / vershilzetting / opbarstrisico's) -Voorkomen grondwateroverlast -Voorkomen paalrot (funderingsschade) a.g.v. te lage grondwaterstanden -Grondwater als opslagmedium voor of bron van warmte -Schone bodems en grondwater
Cultuurhistorie & archeologie	-Stabiele bodems (draagkracht, geen bodemdaling / vershilzetting) -Stabiele grondwatercondities om afbraak van archeologische waarden te voorkomen
Klimaat & energie	-Grondwater als opslagmedium voor, of bron van, warmte en koude -Grondwater als koelwater voor industrie -Beperken broeikasgasemissies uit organische bodems (óf vastleggen koolstof)
Industrie*	-Grondwater als spoelmiddel of koelwater in de levensmiddelen industrie -Grondwater als koelwater om een proces te koelen -Grondwater als grondstof om een product te maken (voedselindustrie) -Grondwater als oplosmiddel (bij bijvoorbeeld elektrolytische baden) -Grondwater als transportmiddel in industriële processen -Grondwater als opslagmedium voor, of bron van, warmte
Waterveiligheid	-Stabiele bodems (geen bodemdaling / vershilzetting / opbarstrisico's)
Infrastructuur	-Stabiele bodems (geen bodemdaling / vershilzetting / opbarstrisico's)

## 2 Relevante programma's, wetgeving en verantwoordelijkheden/rollen

In verschillende programma's vanuit Europese en Nederlandse wetgeving is aandacht voor het verbeteren van de toestand van het grondwater in Nederland. Daarnaast is op regionaal niveau gewerkt aan visies en programma's waar een 'gezond' grondwatersysteem deel van uitmaakt. Deze ingrediënten vormen het uitgangspunt van dit Grondwater Perspectief voor Nederland.

### 2.1 Europese Water Resilience Strategy

In mei 2025 is de Water Resilience Strategy gelanceerd met als doel Europa 'waterbestendig' te maken in 2050. De strategie richt zich op het herstellen van de waterkringloop, het waarborgen van waterzekerheid voor mens en milieu, het aanpakken van droogte en overstromingen, en het verbeteren van de concurrentiekracht van de Europese watersector. Dit wordt bereikt door middel van concrete acties, zoals het bevorderen van waterbesparende praktijken, het investeren in infrastructuur en technologie, en het versterken van internationale samenwerking.

Voor wat betreft grondwater, richt de Water Resilience Strategy zich op het beschermen en herstellen van de kwaliteit en kwantiteit van grondwater om een duurzame en veilige watervoorziening voor iedereen te garanderen. Belangrijke onderdelen zijn onder meer het versterken van bestaande regelgeving om vervuiling te voorkomen, het bevorderen van oplossingen zoals sponswerking, het verbeteren van waterefficiëntie door hergebruik en beter beheer. Het algemene doel is om (het benutten van) grondwaterbronnen aan te passen aan klimaatverandering en te beschermen tegen vervuiling, en zo zowel de gezondheid van het milieu als de toegang tot schoon en betaalbaar water te waarborgen.

### 2.2 Gerelateerde programma's Nederland

Diverse nationale beleidsprogramma's gaan (deels) over het (grond)watersysteem. Het is van belang om de diverse plannen en inspanningen op het gebied van grondwater bij elkaar te brengen zodat ze elkaar versterken en samen aan het perspectief en een duurzaam functionerend grondwatersysteem werken. De bestaande programma's kunnen ook zorgen voor de verankering van het Grondwater Perspectief. Hieronder zijn relevante programma's en kaders in Nederland kort beschreven.

#### **Programma Bodem, Ondergrond en Grondwater**

Het Programma Bodem, Ondergrond en Grondwater (BOG) richt zich op het duurzaam beheren en benutten van de bodem en ondergrond in Nederland. Het programma streeft naar een gezonde en veerkrachtige bodem die bijdraagt aan maatschappelijke opgaven zoals klimaatadaptatie, waterbeheer en biodiversiteit. ([Contourennotitie Novi Programma Bodem, Ondergrond en Grondwater | Rapport | Rijksoverheid.nl](#)).

#### **Aanvullende Strategische Grondwatervoorraden**

Aanvullende Strategische (grondwater) Voorraden (ASV's) zijn bedoeld voor het opvangen van grotere tekorten en calamiteiten op de middellange termijn (een periode van 10 tot 25 jaar). De provincies hebben met het Rijk afspraken gemaakt over de wijze waarop zij de Aanvullende Strategische Voorraden gaan aanwijzen en beschermen, waarbij ze rekening houden met de potenties voor mijnbouwactiviteiten. De provincies (met uitzondering van

Groningen en Noord-Brabant) hebben de afgelopen jaren ASV's aangewezen. De gebieden variëren in omvang.

### **STRONG en Nationale Grondwater Reserves**

Nationale Grondwaterreserves (NGR's) zijn diep gelegen, oude en schone grondwater-voorraden, die meer dan 50 jaar goed bewaard zijn gebleven. Deze voorraden zijn waardevol als natuurlijk kapitaal en kunnen worden ingezet voor de drinkwatervoorziening als allerlei onzekerheden in de verre toekomst daartoe aanleiding geven. Het Rijk heeft de globale begrenzing van Nationale Grondwaterreserves opgenomen in de Structuurvisie Ondergrond (STRONG, 2018). Er komen restricties voor bepaalde mijnbouwactiviteiten binnen de begrenzing van deze grondwaterreserves. Momenteel wordt gewerkt aan een verdere uitwerking van deze NGR's, waaronder een 3-D kartering en beleidsontwikkeling.

### **Nationale Adaptatie Strategie**

De Nationale Adaptatie Strategie (NAS) beschrijft hoe Nederland zich aanpast aan de gevolgen van klimaatverandering. Belangrijke onderwerpen daarbij – die een relatie hebben met grondwater - zijn toenemende droogte, wateroverlast en zeespiegelstijging. Het doel is om Nederland klimaatbestendig te maken door concrete doelen te stellen, maatregelen te nemen en samen te werken met verschillende sectoren en overheden ([Nationale klimaatadaptatiestrategie \(NAS\) - Klimaatadaptatie](#)).

### **Het Nationaal Deltaprogramma en Deltaprogramma Zoetwater**

Het Nationaal Deltaprogramma beschermt Nederland tegen overstromingen, zorgt voor voldoende zoetwater en draagt bij aan een klimaatbestendige en waterrobuuste inrichting. Het programma richt zich op drie hoofdthema's: waterveiligheid, zoetwaterbeschikbaarheid en ruimtelijke adaptatie. Onder leiding van de deltacommissaris werken verschillende overheden en organisaties samen om Nederland voor te bereiden op de gevolgen van klimaatverandering (<https://www.deltaprogramma.nl>)

Het Deltaprogramma Zoetwater (DPZW) heeft als doel Nederland weerbaar te maken tegen zoetwatertekorten door klimaatverandering. Het programma omvat maatregelen en investeringen om de beschikbaarheid van zoetwater te waarborgen voor drinkwater, landbouw, natuur en industrie, en om de ruimtelijke inrichting beter af te stemmen op de beschikbaarheid van zoetwater ([Deltaplan Zoetwater | Drie thema's | Deltaprogramma](#))

In de derde fase van het Deltaprogramma worden kansrijke strategieën ontwikkeld voor de zoetwatervoorziening. Deze fase richt zich op het formuleren van operationele doelen, het selecteren van maatregelen en instrumenten, en het voorbereiden van de implementatie van deze strategieën om Nederland weerbaar te maken tegen watertekorten ([Deltaprogramma Zoetwater - Klimaatadaptatie](#)).

### **Nationaal Water Programma**

Het Nationaal Water Programma (NWP) 2022-2027 beschrijft het nationale waterbeleid en de uitvoering daarvan in de rijkswateren. Het programma richt zich op waterveiligheid, voldoende zoetwater en een klimaatbestendige inrichting van Nederland, met als doel het land veilig, aantrekkelijk en leefbaar te houden voor toekomstige generaties ([Nationaal Water Programma 2022–2027 | Rapport | Rijksoverheid.nl](#)).

### **Nationaal Milieu Programma**

Het Nationaal Milieu Programma (NMP) is een beleidskader dat de koers uitzet voor het milieubeleid in Nederland tot 2050. Het programma richt zich op het creëren van een gezonde, schone en veilige leefomgeving. Het NMP doet richtinggevende uitspraken voor de uitvoering van het milieubeleid en geeft invulling aan ambities zoals de Europese Green Deal en de Sustainable Development Goals. Het programma omvat thema's zoals schone lucht,

water en bodem, vitale ecosystemen, en een duurzame economie (Nationaal Milieuprogramma | Nationaal Milieuprogramma)

### **Deltaplan Agrarisch Waterbeheer**

Water is essentieel voor vee en gewas. Hoe agrariërs met bodem en water omgaan hebben ze zelf in de hand. Toch lossen ze sommige knelpunten niet makkelijk alleen op. Het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer helpt agrariërs om grip te krijgen op bodem- en waterbeheer en werkt mét agrariërs samen aan bodem- en waterprojecten. Met maatregelen, kennis, financiering en aandacht voor hun plannen. Centrale onderwerpen zijn: bodembeheer, gewasbescherming, nutriëntenbenutting, verdroging & vernatting.

### **Programma Duurzaam Gebruik Diepe Ondergrond**

De diepe ondergrond van Nederland speelt een steeds grotere rol in onze energievoorziening en opslag. Daarom is zorgvuldige planning en duidelijke regelgeving belangrijk. Omdat we de diepe ondergrond (alles dieper dan 100 meter onder de grond) op steeds meer manieren gebruiken, is het belangrijk om dit op een veilige en verantwoorde manier te doen. Ook is het belangrijk om rekening te houden met andere ruimtelijke plannen, zoals voor drinkwatervoorziening, landbouw, natuurbescherming, industrie en woningbouw. Het Programma Duurzaam Gebruik Diepe Ondergrond (DGDO) draagt hieraan bij. Het zorgt voor duidelijke kaders, zodat we de ondergrond verstandig kunnen blijven benutten en daarbij altijd rekening houden met mens en milieu.

### **Visie op Grondwater - Unie van Waterschappen**

In 2012 heeft de Unie een visie opgesteld over de organisatie van het grondwaterbeheer. De afgelopen jaren is de rol van het waterschap als medeoverheid veranderd. Met de invoering van de Omgevingswet wordt het samenwerken als één overheid nóg belangrijker en voor de waterschappen betekent dit dat het takenpakket voor het grondwater wordt verbreed; waterschappen kijken steeds integraler naar het watersysteem. Vanuit dit perspectief heeft de Unie van Waterschappen in 2023 een Visie op Grondwater uitgebracht, met de inhoud als vertrekpunt. In dit document - waarin de relatie wordt gelegd met het Advies van de Studiegroep Grondwater - presenteert de Unie van Waterschappen haar visie voor een schoon en robuust grondwatersysteem en de bijdrage van waterschappen om dit te bereiken

### **Regionale programma's**

Ook op regionaal niveau zijn visies, strategieën en programma's waar een 'gezond' grondwatersysteem deel van uitmaakt. Voorbeelden hiervan zijn waterbeheerprogramma's en blauwe omgevingsvisies van waterschappen en provincies (oa. Friesland, Vallei en Veluwe), het Grondwaterconvenant Noord-Brabant, programma Zoetwatervoorziening Oost-Nederland, de Blauwe Agenda van de provincie Utrecht en veenweidestrategieën. Bij de omschrijvingen van de verschillende gebiedstypen (hoofdstuk 0 t/m 11) worden de relevante regionale programma's benoemd.

## **2.3 Europees en Nederlands beleidskader**

Figuur geeft een schematisch overzicht van een aantal Europese richtlijnen relevant in het kader van grondwaterbeheer en de relaties tussen de (doelen van de) richtlijnen. Vanuit de **Kaderrichtlijn Water** (2000/60/EG, KRW) zijn op Europees niveau doelstellingen voor het grondwater geformuleerd. Daarbij is bepaald dat alle grondwaterlichamen een goede chemische en kwantitatieve toestand dienen te behalen en dat verslechtering van de toestand voorkomen moet worden. In de Grondwaterrichtlijn (2006/118/EG) zijn de KRW doelstellingen voor de chemische aspecten van grondwater verder uitgewerkt. De Nitraatrichtlijn (91/676/EEG) heeft als doel het beschermen van grond- en oppervlaktewater tegen verontreiniging. De **Drinkwaterrichtlijn** (2020/2184/EU) is relevant voor de grondwaterlichamen in gebieden die zijn aangewezen als onttrekkingsgebieden voor

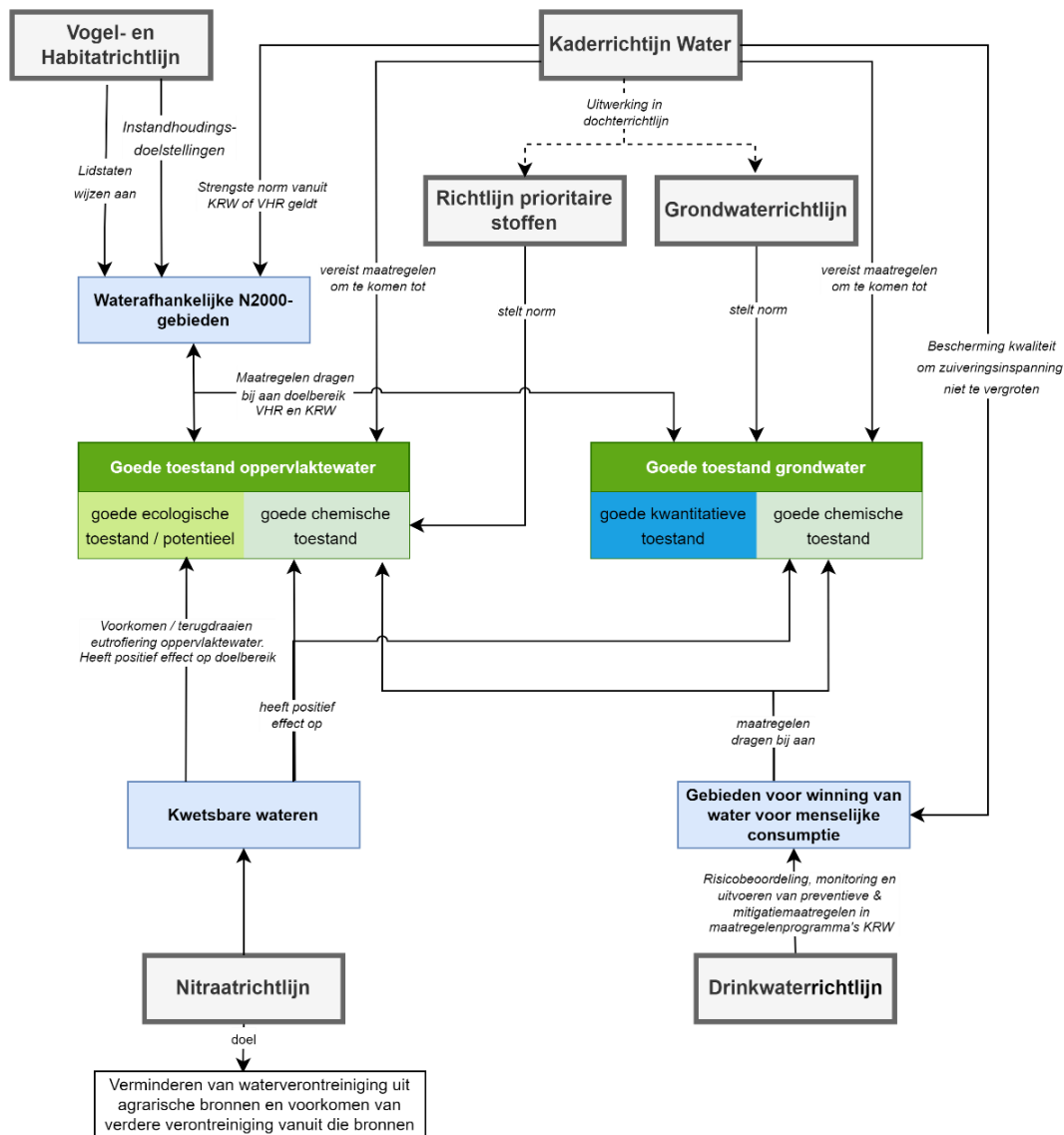
onttrekkingspunten van voor menselijke consumptie bestemd water. In de **Richtlijn Prioritaire Stoffen** (2008/105/EG) zijn stoffen aangewezen die een bijzondere bedreiging vormen voor de oppervlaktewaterkwaliteit.<sup>1</sup> De Richtlijn Industriële Emissies en veehouderijen (2024/1745, die de richtlijn 2010/74/EU heeft gewijzigd) stellen normen ter voorkoming en beperking van emissies naar water. De **Habitatrichtlijn** (Richtlijn 92/43/EEG) beschermt zeldzame, kwetsbare en karakteristieke dieren- en plantensoorten. Lidstaten hebben beschermingszones moeten aanwijzen, welke onderdeel zijn van het Natura 2000-netwerk. Een uitgebreidere beschrijving van het Europees kader wordt gegeven in het rapport 'Basis op Orde – Grondwater' (Hendriks et al., 2025).

Europese richtlijnen zijn in het Nederlandse recht geïmplementeerd. Zowel de KRW als de Grondwaterrichtlijn zijn geïmplementeerd in **de Omgevingswet** en **het Besluit kwaliteit leefomgeving** (Bkl). In lijn met de KRW wordt daarbij onderscheid gemaakt tussen de kwaliteits- en kwantiteitsaspecten van grondwater.

In diverse plannen en programma's worden richtlijnen en/of doelen voor grondwater vastgesteld (Hendriks et al., 2025). Op grond van de KRW worden iedere zes jaar **Stroomgebiedbeheerplannen** opgesteld waarbij nauwe samenhang is met de plannen en maatregelen van regionale waterbeheerders. Tevens stellen Rijk, provincies en gemeenten **omgevingsvisies** op, waarin zij hun ambities en beleidsdoelen voor de lange termijn vaststellen voor de hele fysieke leefomgeving. Daarbij kunnen overheden in een waterprogramma beleid uit de visie concreter invullen voor bepaalde gebieden, sectoren of onderwerpen. Daarnaast kunnen maatregelen in een programma worden opgenomen, waarmee het beleid uitgevoerd wordt. Er zijn verplichte en vrijwillige programma's. Onder andere het **waterbeheerprogramma** (waterschap), **regionaal waterbeheerprogramma** en **beheerplan Natura 2000** (provincie) en **Nationaal Waterprogramma** en **Beheerplan Natura 2000** (Rijk) zijn verplicht. In regionale waterbeheerprogramma's staan de beoordelingen van de toestand van grondwaterlichamen (aan de hand van de verschillende meetnetten). Mocht daar aanleiding toe zijn (omdat bijvoorbeeld niet aan de doelen wordt voldaan), dan kunnen provincies maatregelen opnemen met betrekking tot verbetering van de grondwaterkwaliteit en/of grondwaterstand. In deze programma's wordt ook de verbinding gelegd met de grondwaterafhankelijke Natura 2000-gebieden. Daarnaast kan ook een verbinding worden gelegd met grondwaterafhankelijke oppervlaktewateren (zie tweede vereiste goede toestand grondwaterstand, bijlage V, onderdeel 2.1.2 KRW).

---

<sup>1</sup> De Commissie heeft in 2022 een voorstel ingediend voor herziening van de KRW en de Richtlijn Prioritaire Stoffen. Het is nog niet bekend wanneer deze worden vastgesteld.



Figuur 2.1. Schematisch overzicht van verschillende Europese wetgeving op het gebied van grondwater- en oppervlaktewater en relaties daartussen. (Bron: Hendriks et al., 2025)

## 2.4 Rollen van de verschillende organisaties

Diverse organisaties spelen een rol in het vormgeven van dit perspectief en het werken aan grondwater in Nederland. Hieronder zijn de rollen van de verschillende organisaties beschreven.

**Ministerie I&W** (Infrastructuur en Waterstaat) stelt de stroomgebiedbeheerplannen vast voor elk stroomgebied van waaruit ook de grondwaterlichamen voor de KRW zijn gedefinieerd. Ook stelt het Rijk het nationale waterprogramma op, waarin maatregelen zijn opgenomen ter uitvoering van de KRW en de Grondwaterrichtlijn voor de rijkswateren. Daarnaast is het Ministerie I&W verantwoordelijk voor het grondwaterbeleid in Nederland, met een focus op het verbeteren van de kwaliteit en kwantiteit, het tegengaan van verontreiniging en het zorgen voor voldoende grondwater voor drinkwatervoorziening, ecosystemen en een stabiele bodem.

**Rijkswaterstaat** en de waterschappen zijn beheerder van het watersysteem. Grondwaterkwantiteits- en grondwaterkwaliteitstaken zijn hier een integraal onderdeel van.

Rijkswaterstaat, als uitvoeringsorganisatie van IenW, werkt aan het op peil houden van de grondwaterkwaliteit en -kwantiteit en het terugdringen van normoverschrijdingen. Rijkswaterstaat is niet alleen verantwoordelijk voor het grondwaterbeheer, dat is een gezamenlijke verantwoordelijkheid van provincies, gemeenten en waterschappen, maar heeft wel een belangrijke invloed op het grondwater via grote wateren, wegen en kanalen. Rijkswaterstaat neemt daarom maatregelen en doet onderzoek naar de invloed van hun infrastructuur op de grondwaterstand. De organisatie zet zich in voor het in beeld brengen van de 'watervoetafdruk' van hun projecten om droogte en vervuiling tegen te gaan. Rijkswaterstaat is op bevoegd voor grondwateronttrekkingen in rijkswateren. In de praktijk komt dit maar zelden voor.

**Ministerie LNVN** (Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur) maakt beleid met betrekking tot grondwater in de context van landbouw en natuur. Een belangrijk aspect is de aanpak van (grond)waterverontreiniging door stikstof en fosfor uit mest, in lijn met Europese en nationale doelstellingen zoals de Kaderrichtlijn Water. Ook maakt LNVN beleid om verdroging van natuurgebieden tegen te gaan.

**Provincies** hebben de belangrijkste verantwoordelijkheid in het grondwaterbeheer. De provincies stellen het grondwaterbeleid vast in de omgevingsvisie, welke doorwerkt in de regionale waterprogramma's. De uitvoering van de KRW en de Grondwaterrichtlijn wordt ook vastgesteld in de regionale waterprogramma's. Provincies zijn eveneens verantwoordelijk voor het vaststellen en uitvoeren van het monitoringsprogramma voor het grondwater binnen hun beheergebied. Daarnaast coördineren ze de uitoefening van taken door gemeenten en waterschappen. De provincie is bevoegd gezag voor specifieke grondwateronttrekkingen en daarmee samenhangende infiltraties<sup>2</sup> Ook is de provincie verantwoordelijk voor het opstellen van de beheerplannen voor Natura 2000-gebieden (uitzonderingen daargelaten waar het Rijk bevoegd voor is).

**Waterschappen** zijn, samen met Rijkswaterstaat, beheerder van het watersysteem. Grondwaterkwantiteits- en grondwaterkwaliteitstaken zijn hier een integraal onderdeel van. Waterschappen zijn verantwoordelijk voor andere grondwateronttrekkingen, dan die waarvoor de provincie bevoegd gezag is. De Unie van Waterschappen heeft in 2023 een Visie op Grondwater uitgebracht. Bij de beoordeling van wateractiviteiten moet het waterschap rekening houden met de gevolgen voor grondwaterkwaliteit. Zij moeten hiervoor zelf een beoordelingskader ontwikkelen. De beoordelingsregels moeten worden opgenomen in de Waterschapsverordening.<sup>3</sup> De infiltraties en onttrekkingen waar de provincie niet bevoegd voor is, vallen onder de verantwoordelijkheid van het waterschap. Deze activiteiten kunnen geregeld worden in de Waterschapsverordening. Daarnaast is het waterschap verantwoordelijk voor het peilbeheer, waarmee invloed wordt uitgeoefend op de grondwaterstand. Hiertoe stellen waterschappen peilbesluiten op.

**Gemeenten** staan aan de basis voor de algemene zorg voor de fysieke leefomgeving en zijn primair verantwoordelijk voor de evenwichtige toedeling van functies. De gemeente is verantwoordelijk voor bodemsanering (graven en saneren) en is bevoegd gezag voor

---

<sup>2</sup> Dat zijn de onttrekkingen voor de openbare drinkwatervoorziening en de industriële onttrekkingen van meer dan 150.00 m<sup>3</sup> per jaar. Deze grens kan een provincie overigens aanpassen in de omgevingsverordening.

<sup>3</sup> Met de 'Bruidsschat' heeft het Rijk regels meegegeven aan waterschappen en gemeenten, die zij kunnen overnemen in hun waterschapsverordeningen en omgevingsplannen voor onderwerpen waarvoor het Rijk tot de invoering van de Omgevingswet bevoegd gezag was en die met de Omgevingswet over zijn gegaan op de waterschappen en gemeenten. Op deze manier hebben waterschappen en gemeenten tijd om zelf beoordelingsregels te formuleren, maar zal er tot die tijd geen lacune ontstaan in het beschermingsniveau.

lozingen op of in de bodem<sup>4</sup>. De gemeente heeft een grondwaterzorgplicht. Deze zorgplicht houdt in dat gemeenten maatregelen treffen om structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor een bestemming die aan de grond is gegeven, te voorkomen of beperken, voor zover die maatregelen doelmatig zijn en niet tot de taak van een waterschap, provincie of het Rijk behoort. Het is aan het gemeentebestuur om waterhuishoudkundige maatregelen te treffen om structurele nadelige gevolgen van wateroverlast of -onderlast te voorkomen. Hierbij is de gemeente ook afhankelijk van het peilbeheer van de waterbeheerder en daardoor is afstemming noodzakelijk. De gemeente kan ter invulling van de grondwartertaak programma's opstellen (bijvoorbeeld een rioleringsprogramma).

**Omgevingsdiensten** houden zich bezig met grondwaterbeheer, waarbij ze vergunningen verlenen voor grondwateronttrekking en lozing, toezicht houden op de waterkwaliteit en adviseren bij grondwaterproblemen.

**VEWIN** staat voor de belangen van de drinkwatersector en benadrukt het belang van grondwater als de voornaamste bron voor drinkwaterproductie, en pleit voor de bescherming ervan tegen concurrentie en vervuiling. Ze ondersteunen het principe dat drinkwater prioriteit krijgt bij ruimtelijke keuzes en pleiten voor strenger toezicht op grondwater-onttrekkingen. De organisatie werkt aan het waarborgen van de kwaliteit en beschikbaarheid van drinkwater, mede door de problematiek van verzilting en de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen aan te pakken.

**Kennisinstellingen** voorzien in een kennisbasis en kennisontwikkeling op het gebied van grondwater. Kennisinstellingen richten zich daarnaast op het doorvertalen van wetenschappelijke kennis richting beleid en toepassing in de praktijk. In Nederland zijn er meerdere kennisinstellingen die zich bezighouden met grondwater: Deltares, TNO, KWR, RIVM, WENR en PBL.

---

<sup>4</sup> Juridisch gezien wordt er onderscheid gemaakt tussen lozen en infiltreren. Met lozen wordt bedoeld het ontdoen van (in dit geval) afwater. Met infiltreren wordt bedoeld het in de bodem brengen van water met het oogmerk het later weer te onttrekken.

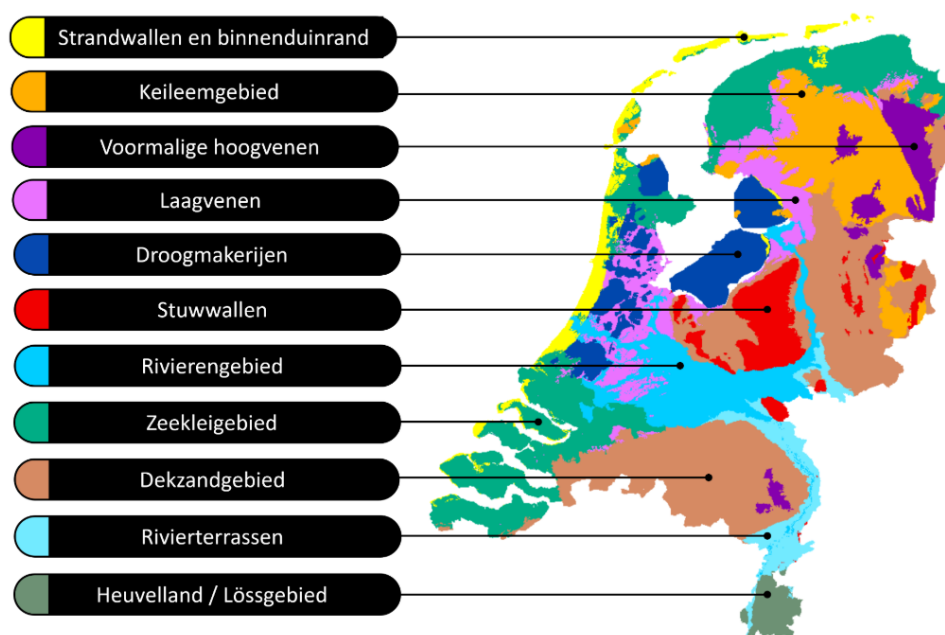
## 3 Karakteristieke gebiedstypen grondwater

### 3.1 Indeling in gebiedstypen

Om te komen tot een regionale concretisering van een nationaal perspectief op het gebied van grondwater, is het belangrijk om het grondwatersysteem in te delen in logische (ruimtelijke) eenheden.

Verschillende indelingen worden gehanteerd bij het classificeren/ zoneren van het Nederlandse grondwatersysteem, waaronder de indeling in KRW-grondwaterlichamen, zoetwaterregio's of provinciegrenzen. Echter, deze indelingen zijn niet primair gebaseerd op de verschillen in grondwaterkarakteristieken maar (grotendeels) op stroomgebiedsgrenzen van oppervlaktewateren en/of administratieve grenzen. Dit bemoeilijkt een heldere beschrijving van de grondwaterkarakteristieken en bijpassende grondwaterdiensten, grondwateropgaven en oplossingsrichtingen per deelgebied.

Binnen dit Perspectief Grondwater Nederland wordt een indeling gehanteerd die gebaseerd is op de Basiskaart Natuurlijk Systeem Nederland (BNSN, bron: Klimaateffectatlas). De gebiedstypen die in deze kaart zijn onderscheiden, vormen een 'natuurlijke' ingang voor het beschrijven van de grondwaterdiensten en grondwateropgaven in de verschillende delen van Nederland en de daaraan gerelateerde oplossingsstrategieën.



Figuur 3.1 Overzicht van gebiedstypen in de Basiskaart Natuurlijk Systeem Nederland (bron: Klimaateffectatlas)

### 3.2 Analyse grondwaterkarakteristieken

De grondwaterkarakteristieken van de gebiedstypen uit de BNSK zijn op basis van een beknopte ruimtelijke analyse met beschikbare kaarten en datalagen in meer detail in beeld gebracht. Hierbij is gekeken naar karakteristieken op het gebied van grondwaterdiensten (functies van het grondwater), karakteristieken wat betreft de samenstelling van bodem- en ondergrond, grondwaterkwantiteitskarakteristieken en grondwaterkwaliteitskarakteristieken.

Tabel 3.1 geeft een volledig overzicht van de grondwaterkarakteristieken en de in deze analyse gebruikte kaartlagen en data.

Op basis van deze ruimtelijke analyse zijn de gebiedstypen uit de BNSK samengevoegd tot zeven gebiedstypen grondwater:

- Zeekleigebieden
- Droogmakerijen
- Veengebieden: laagvenen en voormalige hoogvenen
- Rivierengebied
- Zandgebied: stuwwallen, dekzandgebied, kleileemgebied en rivierterrassen
- Heuvelland
- Duinen, strandwallen en binnenduinrand

Voor ieder van deze gebiedstypen wordt in de factsheets in de Hoofdstukken 6 tot en met 12 op een overzichtelijke wijze een beknopte beschrijving gegeven van de grondwaterkarakteristieken. Daarnaast worden in de factsheets in de Hoofdstukken 6 tot en met 12 de grondwateropgaven en oplossingsmogelijkheden - inclusief aandachtspunten - toegelicht.

Tabel 3.1 Overzicht typen karakteristieken van de gebiedstypen en bijbehorende informatielagen en kaartlagen.

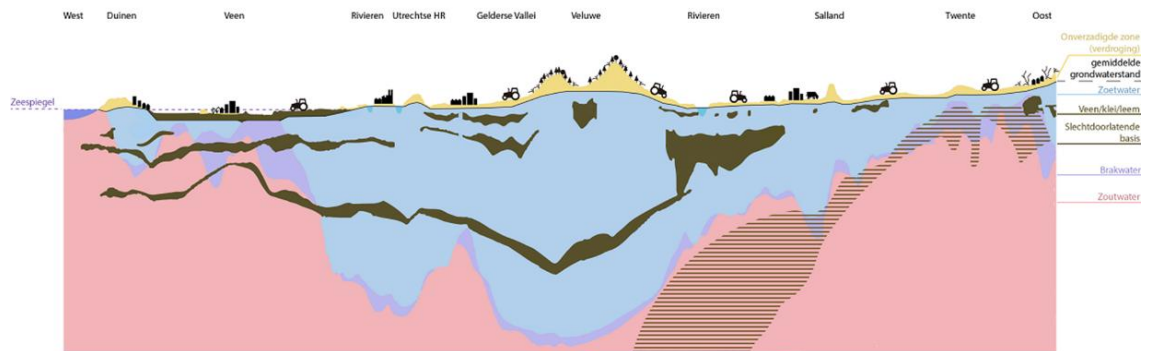
Karakteristiek	Bronnen
Grondwaterdiensten	<a href="#">Basis op Orde - Grondwater (Hendriks ea., 2025)</a>
<i>Samenstelling bodem en ondergrond</i>	
• Bodemtype	<a href="#">Bodemkaart van Nederland (WR)</a>
• Ondergrond	<a href="#">Geologische kaart Nederland/ DINOloket</a>
• Slecht doorlatende lagen	<a href="#">Integrale Grondwaterstudie Nederland (Hendriks ea., 2022)</a>
<i>Grondwaterkwantiteit</i>	
• Herkomst grondwater	<a href="#">Integrale Grondwaterstudie Nederland (Hendriks ea., 2022)</a> ; expertkennis
• Grondwaterstand	<a href="#">Grondwatertrappenkaart (BRO, 2022)</a>
• Grondwaterstanddynamiek	<a href="#">Grondwatertrappenkaart (BRO, 2022)</a>
• Strooming (kwel/ wegzijging)	Publicatie <a href="#">Van der Gaast ea. (2009)</a>
• Dikte ondergrond met potentie zoetwaterwinning	Ruimtelijke Verkenning Duurzaam Gebruik van de Ondergrond (Van Baak ea., 2025)
<i>Grondwaterkwaliteit</i>	
• Natuurlijke samenstelling	Vermooten e.a., 2007
• Verontreinigingsbronnen	<a href="#">Integrale Grondwaterstudie Nederland (Hendriks ea., 2022)</a> ; expertkennis
• Ouderdom grondwater	Publicatie <a href="#">H.P. Broers (2024)</a>
• Natuurlijke barrières tegen verspreiding verontreiniging <sup>5</sup>	<a href="#">Integrale Grondwaterstudie Nederland (Hendriks ea., 2022)</a>

<sup>5</sup> Er zijn op hoofdlijnen drie typen natuurlijke barrières tegen verspreiding verontreinigingen: 1) sterk zelfreinigend vermogen bodem: er vindt afbraak van stoffen plaats met oxidatieve omzettingen door bodem(micro)organismen in de onverzadigde zone en reductieve processen in organische stof-rijke holocene bodems; 2) sterke geochemische barrière: in de aquifers kan biologische afbraak verder gaan, en kunnen stoffen gebonden en omgezet worden in geochemische processen; 3) sterke fysieke barrière: slechtdoorlatende kleilagen in de ondergrond vormen een barrière tegen verticale strooming van (mogelijk verontreinigd) grondwater.

### 3.3 Grondwater verbindt heel Nederland

Ondanks dat we verschillende karakteristieke gebiedstypen omschrijven, zijn deze niet los van elkaar te zien. Feitelijk vormt het grondwater in Nederland één groot systeem van watervoerende lagen die met elkaar in verbinding staan als ‘communicerende vaten’, ondanks het voorkomen van lokale of regionale slecht doorlatende lagen in de ondergrond (Figuur 3.2). Dit is vrij uitzonderlijk op nationale schaal. In andere landen, waar meer hard gesteente ondiep voorkomt, kunnen veelal afzonderlijke of sterk geïsoleerde grondwatervoorkomens worden onderscheiden waartussen niet of nauwelijks uitwisseling bestaat.

De verbondenheid van het verschillende gebiedstypen en deelsystemen in Nederland leidt ook tot een aantal aandachtspunten bij het werken aan gebiedsspecifieke oplossingen. Om te komen tot een grondwatersysteem dat duurzaam in balans is, is het begrijpen van en inspelen op deze verbindingen cruciaal.



*Figuur 3.2 Dwarsprofiel van de Nederlandse ondergrond met daarin de verdeling tussen zoet, brak en zout water en de ligging van scheidende lagen en de slecht doorlatende basis. Het Nederlandse grondwater staat overal met elkaar in verbinding, ondanks regionaal voorkomende slecht doorlatende lagen in de ondergrond (bron: [Deltares, 2023](#)).*

## 4 Grondwaterdiensten, opgaven en oplossingen op nationale schaal

### 4.1 Overzicht van grondwaterdiensten

Figuur 4.1 geeft een overzicht van de belangrijkste grondwaterdiensten (functies van het grondwater) vanuit het natuurlijk systeem voor de verschillende karakteristieke gebiedstypen.

In Figuur 4.2 zijn de grondwaterdiensten die mogelijk zijn door het toepassen van techniek (pompen, bemalen, draineren, etc.) toegevoegd. Meer informatie over deze diensten is te vinden in de factsheets per gebiedstype (hoofdstukken 6 t/m 12) en de daar aangegeven achtergrondinformatie en literatuur.

Figuur 4.3 geeft een overzicht van de belangrijkste grondwateropgaven voor de verschillende karakteristieke gebiedstypen. Meer informatie over deze opgaven is te vinden in de factsheets per gebiedstype (hoofdstukken 6 t/m 12) en de daar aangegeven achtergrondinformatie en literatuur.

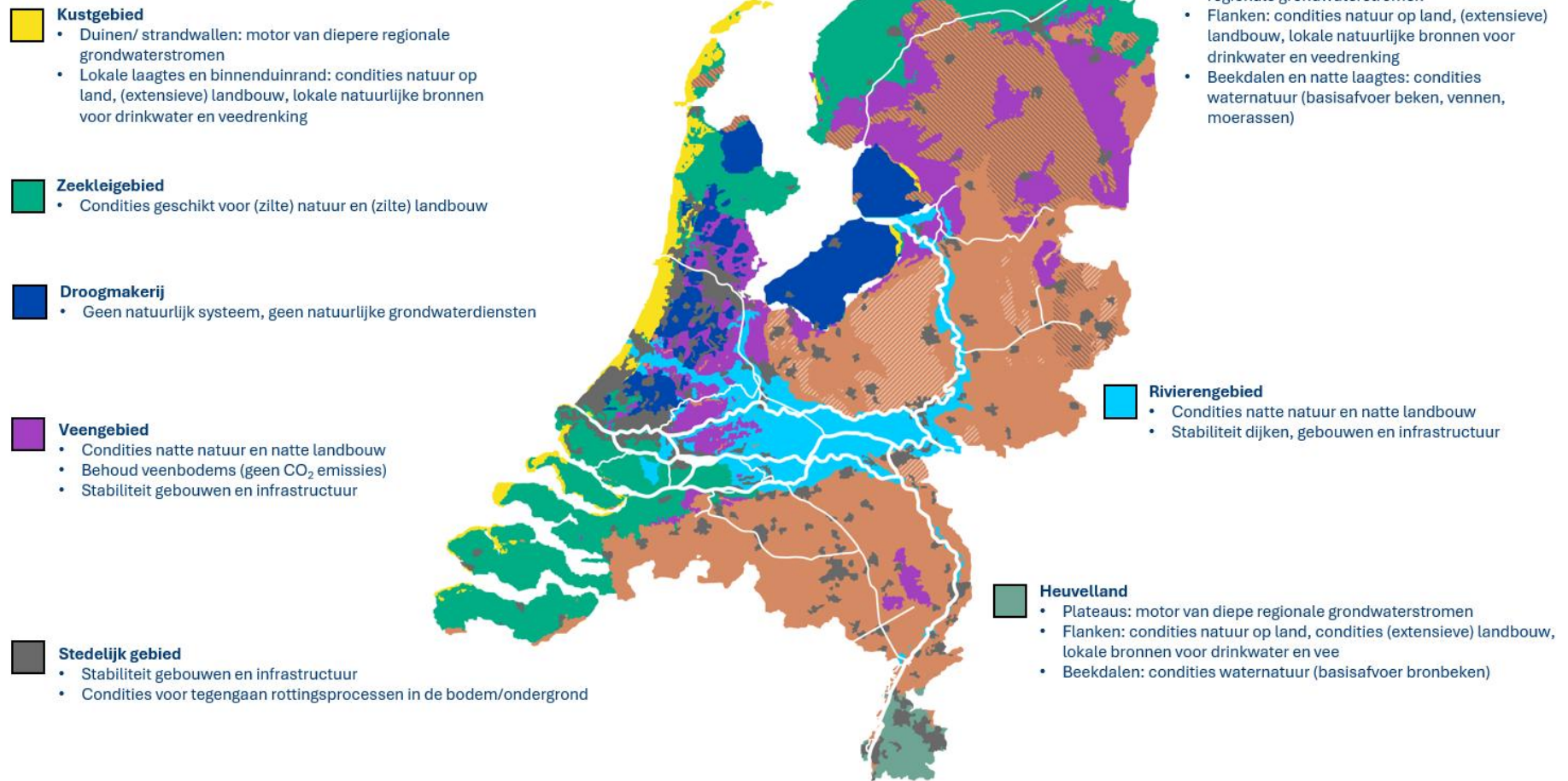
In Figuur 4.4 wordt op een aantal van de onderwerpen kwantitatieve informatie (kentallen) gegeven voor de verschillende karakteristieke gebiedstypen, passend bij de in Figuur 4.3 genoemde belangrijke opgaven. Tabel 4.1 bevat een overzicht van de referenties van deze kentallen.

### 4.2 Overzicht van oplossingen / maatregelen

Figuur 4.5 geeft een overzicht van de belangrijkste oplossingen voor grondwateropgaven voor de verschillende karakteristieke gebiedstypen. Meer informatie over deze oplossingen is te vinden in de factsheets per gebiedstype (hoofdstukken 6 t/m 12) en de daar aangegeven achtergrondinformatie en literatuur.

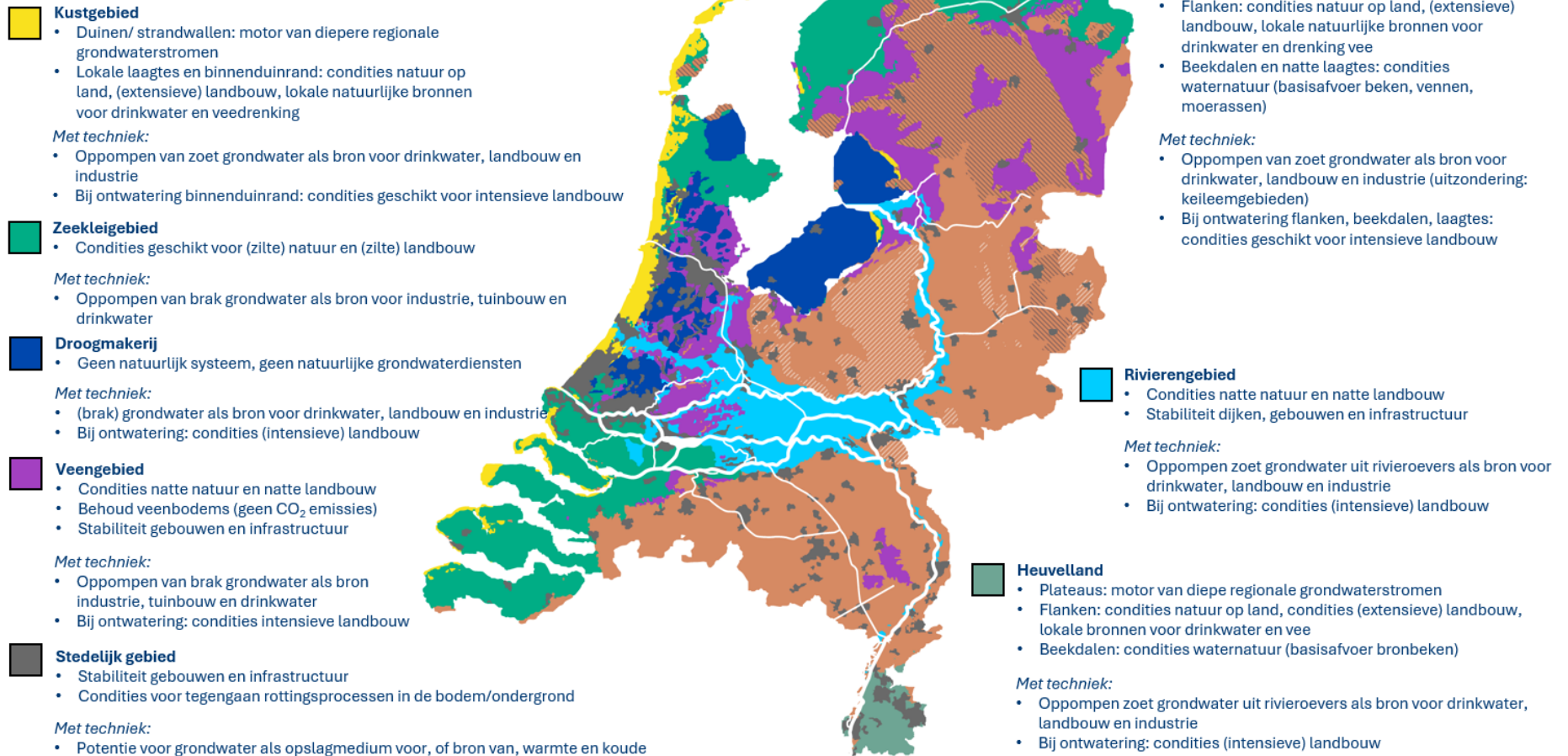
In Figuur 4.6 wordt op een aantal van de onderwerpen kwantitatieve informatie (kentallen) gegeven voor de verschillende karakteristieke gebiedstypen, passend bij de in Figuur 4.5 genoemde belangrijke oplossingen. Tabel 4.1 bevat een overzicht van de referenties van deze kentallen.

# Grondwaterdiensten natuurlijk systeem



Figuur 4.1 Overzicht van de belangrijkste grondwaterdiensten (functies van het grondwater) vanuit het natuurlijk systeem voor de verschillende gebiedstypen in Nederland.

# Grondwaterdiensten natuurlijk systeem en met techniek



Figuur 4.2 Overzicht van de belangrijkste grondwaterdiensten (functies van het grondwater) vanuit het natuurlijk systeem en mogelijk gemaakt met techniek voor de verschillende gebiedstypen in Nederland.

# Opgaven grondwater

## Kustgebied

- Afname kwel en (grond)waterkwaliteit in binnenduinrand

## Zeekleigebied

Door interne verzilting:

- Schade zoetwater landbouw
- Schade zoetwater natuur

## Droogmakerij

Door interne verzilting en zoute wellen:

- Schade aan zoetwater landbouw
- Schade aan zoetwater natuur

Door lage (grond)waterstanden:

- Bodemdaling door klink en zetting
- Verdroging naastgelegen veen- en zandgebieden

## Veengebied

Door veenoxidatie en bodemdaling bij lage grondwaterstanden (ontwatering):

- CO<sub>2</sub>-emissies
- Schade infra/gebouwen
- Toename kosten bemalingen
- Afname waterveiligheid

Door uitspoelen verontreinigingen landbouw bij hoge grondwaterstanden:

- Schade natuur
- Risico's gezondheid
- Hogere kosten waterzuivering

## Stedelijk gebied

Door toename doorboring scheidende lagen (o.a. voor energiesystemen):

- Stijging risico verontreiniging drinkwaterbronnen
- Stijging risico verzilting ondiepe grondwater

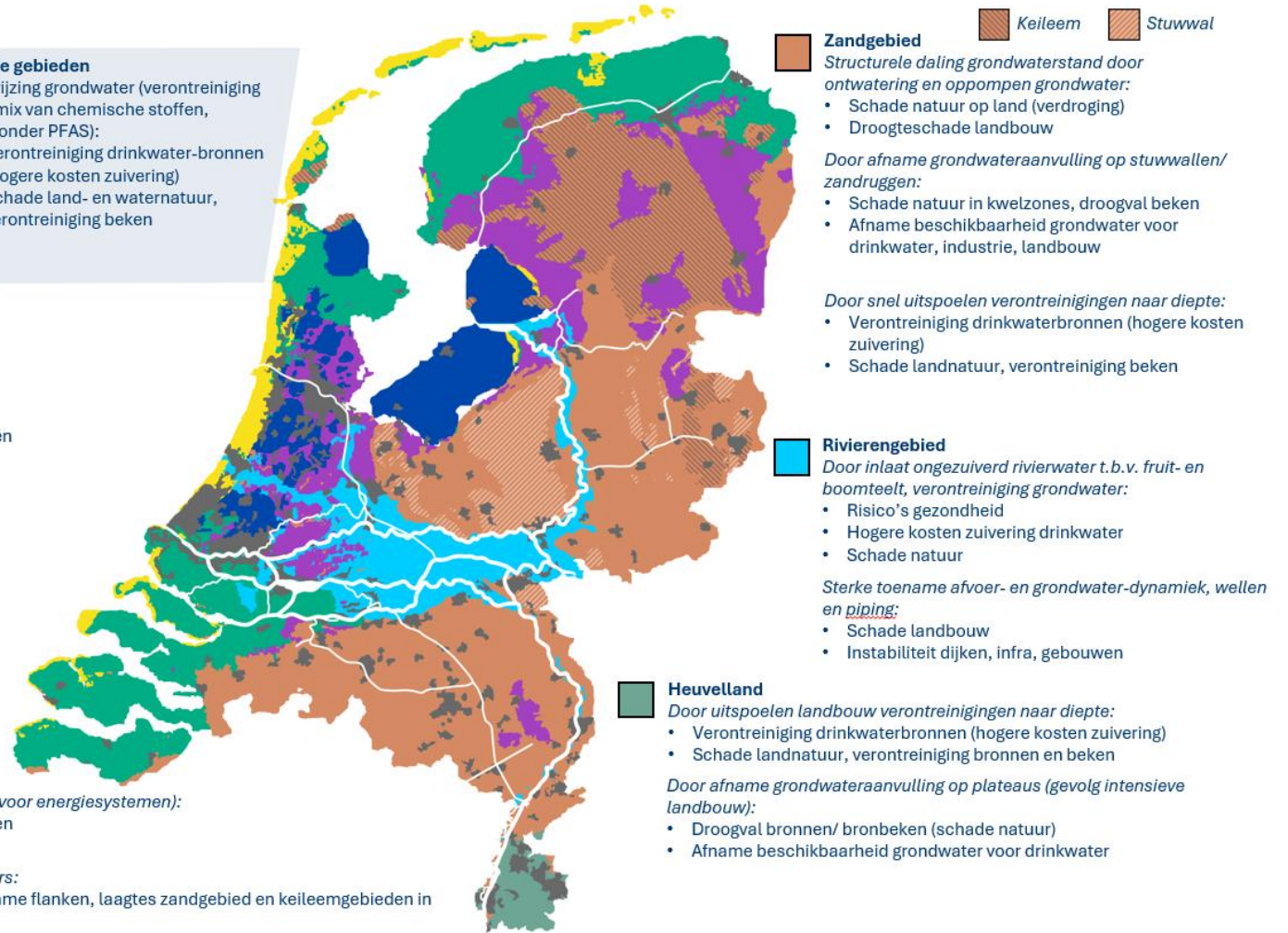
Door hogere grondwaterstanden in natte(re) winters:

- grondwateroverlast in bebouwd gebied (met name flanken, laagtes zandgebied en keileemgebieden in zandgebied)

## In alle gebieden

Vergrijzing grondwater (verontreiniging met mix van chemische stoffen, waaronder PFAS):

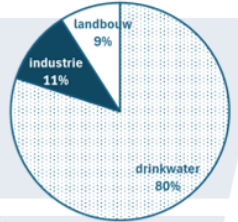
- Verontreiniging drinkwater-bronnen (hogere kosten zuivering)
- Schade land- en waternatuur, verontreiniging beken



Figuur 4.3 Overzicht van de belangrijkste grondwateropgaven voor de verschillende gebiedstypen in Nederland.

# Opgaven grondwater - kentallen

- In totaal wordt 1.100 mln m<sup>3</sup>/Jr aan grondwater onttrokken voor drinkwater, industrie en landbouw [14]
- Grondwater voldoet aan 12.5% van onze totale zoetwatervraag [14]
- 60% van ons drinkwater wordt gewonnen uit grondwater [14]
- Ons drinkwaterverbruik nam in de afgelopen 10 jaar met ruim 5% toe. Voor nieuwe bronnen wordt met name gezocht naar grondwaterbronnen [13]



- Verontreinigingen nemen toe in 39% van de KRW Grondwaterlichamen (chloride, fosfaat, nitraat, gewasbeschermingsmiddelen). De kwaliteit van grondwater - afhankelijk oppervlaktewater is slecht in 39% van de KRW Grondwaterlichamen [18]
- In 35% van de KRW Grondwaterlichamen met drinkwaterwinningen is de waterkwaliteit ontoereikend door probleemstoffen (gewasbeschermingsmiddelen, oplosmiddelen en andere industriële stoffen zoals PFAS) [18]
- In 25% van de drinkwaterwinningen is de norm voor verontreiniging (bijna) overschreden (zowel metalen/metalloïden als organische verontreiniging) [19]

## Zeekleigebied

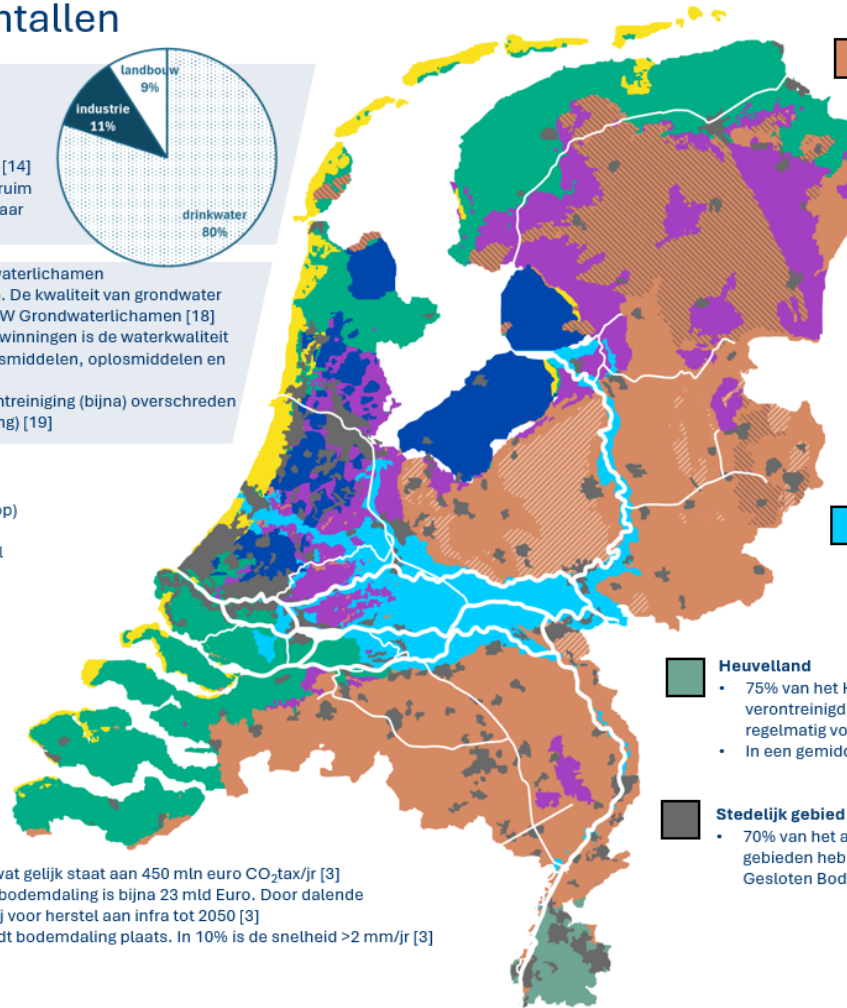
- In 14% van het Nederlandse oppervlakte is er (kans op) verzilting [10]
- 68% van het areaal natuur in Nederland is potentieel gevoelig voor verzilting. 19% is zeer gevoelig [11]

## Droogmakerij

- Vooral in polders dichtbij de kust hebben boeren last van grondwaterverzilting: in de Haarlemmermeerpolder daalde hun inkomen in 2018 met 30 tot 60 procent [9]
- Bij 1 m zeespiegelstijging is 4,5x zoveel zoetwater nodig voor het doorspoelen van kustpolders om het huidige zoutgehalte te behouden [10]

## Veengebied

- Veenoxidatie zorgt voor ongeveer 6 mln ton CO<sub>2</sub>/jr, wat gelijk staat aan 450 mln euro CO<sub>2</sub>tax/jr [3]
- De geschatte herstelkosten van alle woningen door bodemdaling is bijna 23 mld Euro. Door dalende grondwaterstanden komt daar nog 2-5.5 mld Euro bij voor herstel aan infra tot 2050 [3]
- In ongeveer 55% van het Nederlandse oppervlak vindt bodemdaling plaats. In 10% is de snelheid >2 mm/jr [3]



## Zandgebied

- In 2018 was ruim 40% van verdrogingsgevoelige natuur verdroogd. Dit is 10% van het totaal areaal natuur [16]
- In Noord-Brabant is in een gemiddeld jaar de grondwateraanvulling ongeveer gelijk aan de onttrekkingen, maar in een droog jaar wordt zo'n 2,5x meer onttrokken [15]
- De sterk toegenomen ontwatering voor de landbouwintensivering tussen 1950-1990 heeft geleid tot 20-40 cm daling van de grondwaterstand (lokaal tot 120 cm). De gemiddelde stijghoogte is met 30 cm gedaald [17].
- In Noord-Brabant is in 2040 200-250 mln m<sup>3</sup>/jaar extra grondwater nodig om tot gezond evenwicht te komen (qua vraag en aanbod door klimaatverandering en bevolkingsgroei). Dat is twee keer het huidige huishoudelijke watergebruik [15]

## Rivierengebied

- Tijdens droogte wordt grofweg 2 maal zoveel rivierwater ingelaten als normaal (t.b.v. fruit- en boomteelt). Dit rivierwater bevat relatief veel verontreinigingen en is een risico voor de grondwaterkwaliteit [21].

## Heuvelland

- 75% van het Heuvellandse drinkwaterwinning komt uit grondwater. Bij te verontreinigd Maaswater wordt 100% uit grondwater gewonnen (en dat komt regelmatig voor) [20].
- In een gemiddelde zomer valt ca. 30% van de Limburgse natuurbeken droog [12]

## Stedelijk gebied

- 70% van het areaal grondwaterwingebeden of grondwaterbeschermingsgebieden hebben kans op verontreiniging wegens doorboring van kleilagen door Gesloten Bodemenergiesystemen [1].

Figuur 4.4 Overzicht van beschikbare kentallen over de belangrijkste grondwateropgaven voor de verschillende gebiedstypen in Nederland. Nummering correspondeert met de referenties in Tabel 4.1.

# Mogelijke oplossingen grondwater

## In alle gebieden

- Vergrijzing grondwater tegengaan
- Verlagen mestgift en (verbod op) pesticiden, PFAS, etc.
- Versterken zelfreinigend vermogen bodem

## Kustgebied

- Ontwatering binnenduinrand verwijderen/ verondiepen (vergt ook aanpassing landbouw)

## Zeekleigebied

- verminderen verziltingsschade aan landbouw en natuur door:*
- Aanpassen landbouw en natuur
  - Zoetwaterlenzen vergroten door peilopzet
  - Verbeteren infiltratie in kreekruggen

## Droogmakerij

- Verminderen verziltingsschade aan landbouw en natuur door:*
- Aanpassen landbouw en natuur
  - Aanleggen lokale zoetwaterbuffers
  - Isoleren zoute wellen

## Veengebied

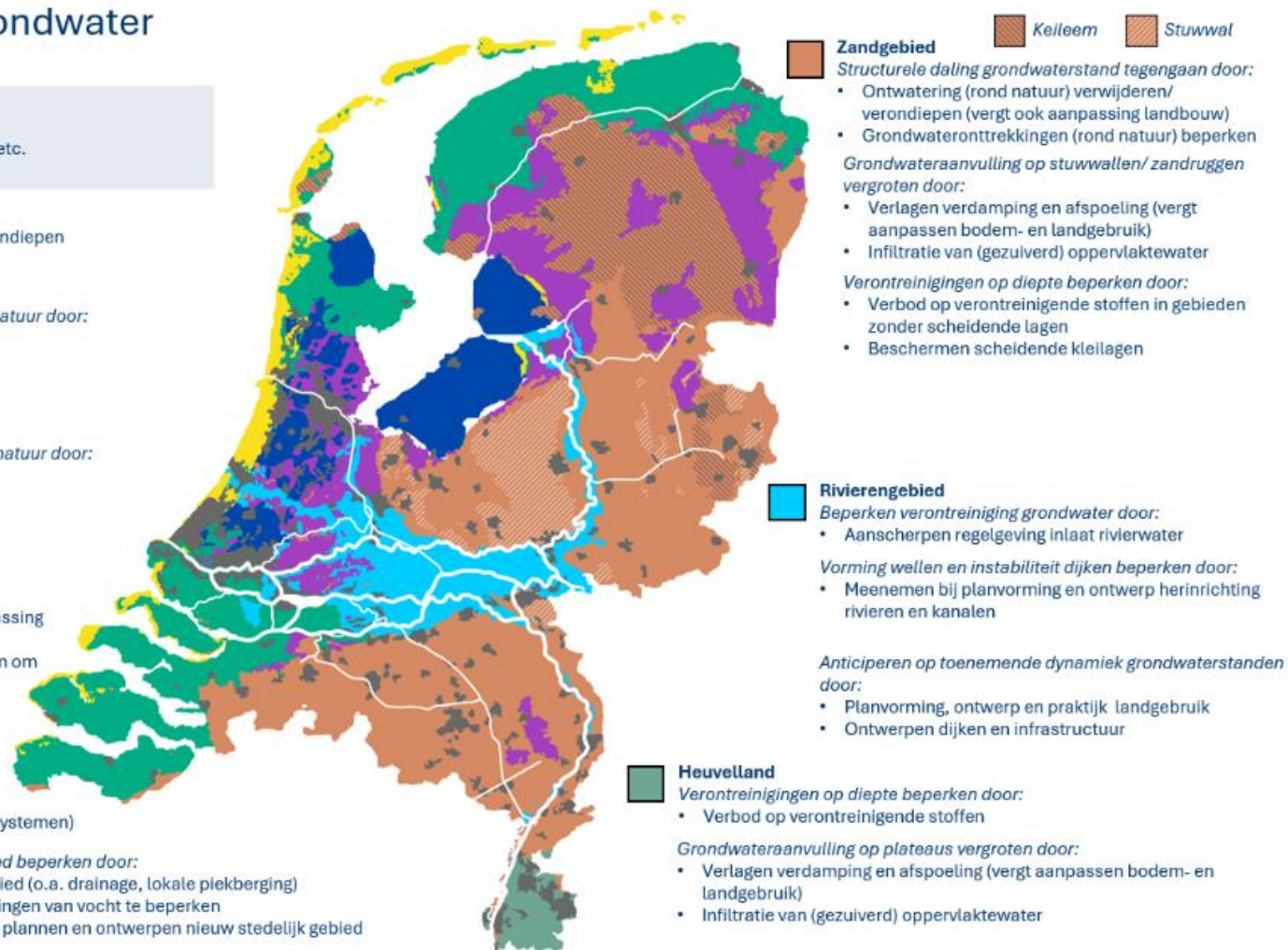
- Verminderen veenoxidatie en bodemdaling door:*
- Verhogen grondwaterstanden (vergt ook aanpassing landbouw)
  - Verbeteren zuiverende werking water en bodem om verontreiniging te beperken

## Stedelijk gebied

- Verspreiding verontreinigingen beperken door:*
- Beschermen scheidende kleilagen door beleid regelgeving doorboringen (voor energiesystemen)

*Grondwateroverlast en –onderlast stedelijk gebied beperken door:*

- Lokale grondwatermaatregelen in stedelijk gebied (o.a. drainage, lokale piekberging)
- Aanpassingen kelders en kruipruimtes om indringen van vocht te beperken
- Rekening houden met natte/droge gebieden bij plannen en ontwerpen nieuw stedelijk gebied



Figuur 4.5 Overzicht van de belangrijkste oplossingsmogelijkheden en kansen voor de verschillende gebiedstypen in Nederland. Nummering correspondeert met de referenties in Tabel 4.1.

# Oplossingen en kansen grondwater - kentallen

2/3e van de extra drinkwateropgave in 2040 kan worden opgevangen met de Aanvullende Strategische Voorraden die de Nederlandse provincies samen hebben aangewezen [1]

## Kustgebied

- De westelijke kustgebieden hebben hoge potentie voor oppervlakte infiltratie of ASR systemen (met zoet in zout). Hier is >2.5 m berging mogelijk. Op dit moment wordt er 100-200 mln m<sup>3</sup>/jaar geïnfiltreerd met een rendement van ca 70% [1]

## Zeekleigebied

- Kreekruginfiltratie pilots in Zeeland laten zien dat een kreekrug daarmee 5.000-15.000 m<sup>3</sup>/jaar aan water kan opleveren. Modelberekeningen geven aan dat op lange termijn 1m grond-waterstandsverhoging kan leiden tot een 40m dikkere zoetwaterbellen [4]

## Veengebied

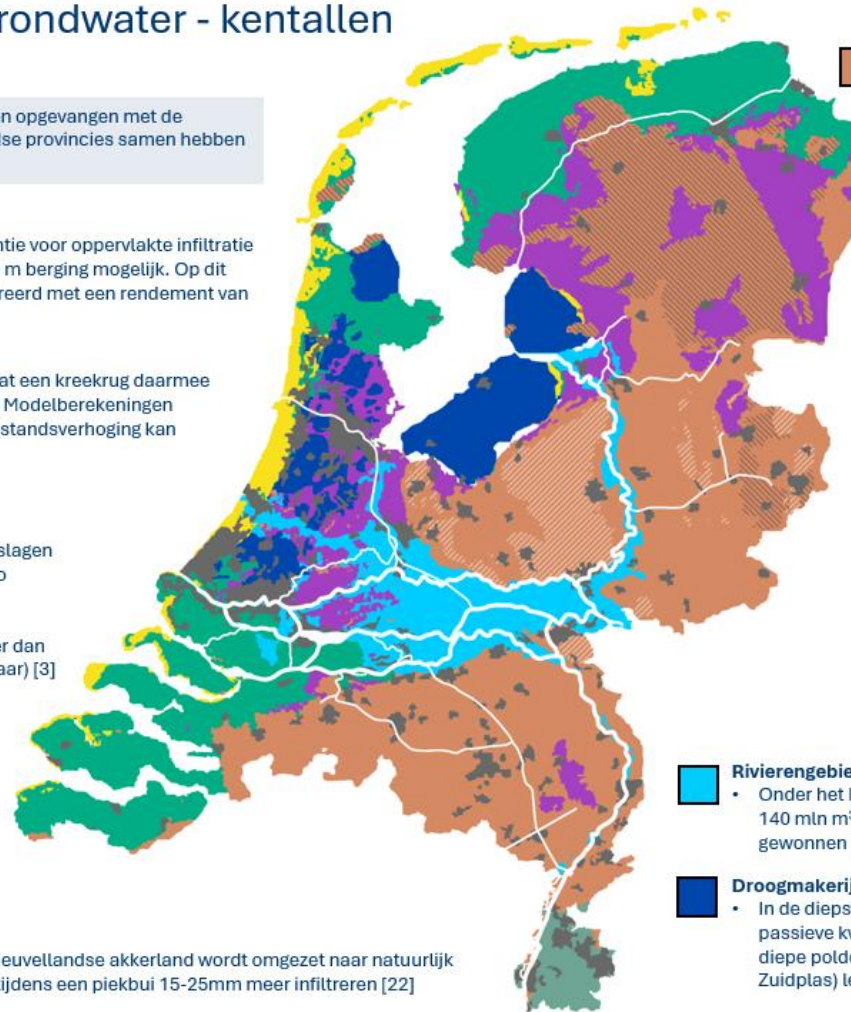
- Met 10-40 cm grondwaterstands-verhoging in veengebieden kan 5-15 ton/ha CO<sub>2</sub> extra opgeslagen worden (potentiële besparing van 450 mln euro CO<sub>2</sub>tax/jr) [2]
- Met één cm grondwaterstandsverhoging in veengebieden neemt de CO<sub>2</sub>-emissie met meer dan 200 kg/ha/jr af (in totaal 2,4 mln euro CO<sub>2</sub>tax/jaar) [3]

## Stedelijk gebied

- In 15% van Nederland is het technisch mogelijk om Gesloten Bodemenergiesystemen aan te leggen. Dit is 90% van (toekomstig) bebouwd gebied [1]

## Heuvelland

- Wanneer al het Heuvellandse akkertand wordt omgezet naar natuurlijk grasland, kan er tijdens een piekbui 15-25mm meer infiltreren [22]



**Zandgebied** Keileem Stuwwal

- Een met 30 cm verhoogde ontwateringsbasis zorgt voor een gemiddelde grondwaterstandsstijging van 10-22 cm. De laagste grondwaterstanden in een droog jaar (LG3) stijgen met 5-25 cm [6]
- Verhogen van de ontwateringsbasis in bufferzones rondom natuurgebieden is zeer effectief om verdroging tegen te gaan. Met bufferzones van 500m wordt 80% van maximum bereikt [7]
- Omzetten van naaldbos naar heide vergroot grondwateraanvulling met 150-250 mm/jr [6]
- Grootschalige kunstmatige infiltratie waarbij helft van het geïnfiltreerde water wordt onttrokken levert 140 mln m<sup>3</sup>/jr grondwater op [8]

Deze voorraden met beperkte negatieve effecten kunnen samen in meer dan 1/3e van de huidige drinkwateraanvraag voorzien.

## Rivierengebied

- Onder het IJsselmeer en Markermeer kan 120-140 mln m<sup>3</sup>/jr of meer grondwater worden gewonnen [8]

## Droogmakerij

- In de diepste polders (Horstermeer, Koekoeks, Bethune) levert passieve kwelwaterwinning 60 mln m<sup>3</sup>/jr grondwater op. In andere diepe polders (Horstermeer, Waverveen, Purmer, Koekoekspolder, Zuidplas) levert actieve kwelwaterwinning 16 mln m<sup>3</sup>/jr grondwater op [8]

Figuur 4.6 Overzicht van beschikbare kentallen over de belangrijkste oplossingsmogelijkheden en kansen voor de verschillende gebiedstypen in Nederland.

Tabel 4.1 Overzicht van referenties van de kwantitatieve informatie (kentallen) gegeven voor de verschillende karakteristieke gebiedstypen voor wat betreft grondwateropgaven en oplossingen/ kansen.

kental	referentie
[1]	Van Baak, C., Van Woerkom, T., Leentvaar, E., Wesdorp, K., & Marsman, A. (2025). Ruimtelijke Verkenning Duurzaam Gebruik van de Ondergrond – Module 2: Ondiepe Ondergrond – Deelrapport Beschrijving van het huidige gebruik van de ondiepe en middeldiepe ondergrond. Deltares.
[2]	Staatsbosbeheer. (z.d.). Veen en CO <sub>2</sub> : wat we doen. Geraadpleegd in juli 2025, van <a href="https://www.staatsbosbeheer.nl/wat-we-doen/co2-opstaan/veen-en-co2">https://www.staatsbosbeheer.nl/wat-we-doen/co2-opstaan/veen-en-co2</a>
[3]	Pouwels, J.R., Van der Vat, M.P., Van Woerkom, T., America-van den Heuvel, I., Melman, R.R., Knaake, S.M., Reusen, J.M., Van Strien, C.F., Nappo, N., Korff, M., Van der Wijk, R.M., & Van den Hoek, A.M. (2025). Maatschappelijke effecten van droogte in een veranderd klimaat en afgeleide kengetallen voor maatschappelijke kosten-baten analyses. Rapport 11211541-003-ZWS-0001. Deltares.
[4]	Oude Essink, G.H.P., Pauw, P.S., Van Baaren, E., Zuurbier, K., De Louw, P., Veraart, J., MacAteer, E., Van Der Schoot, M., Groot, N., Cappon, H., Waterloo, M., Hu-a-ng, K., Groen, M., 2018. GO-FRESH: <i>Valorisatie kansrijke oplossingen voor een robuuste zoetwatervoorziening; Rendabel en duurzaam watergebruik in een zilte omgeving</i> . Deltares.
[6]	De Louw, P., Witte, J.-P., Van den Eertwegh, G., Bartholomeus, R., Pouwels, J., & Hunink, J. (2022). <i>Beter bestand tegen droogte: oplossingsrichtingen voor een hydrologisch goed functionerend grondwatersysteem in de zandgebieden van Nederland</i> . Stromingen, NHV.
[7]	Deltares (2023) <i>Effectiviteit van bufferzones voor grondwaterstandsverhoging in grondwaterafhankelijke natuurgebieden op de zandgronden . Een modelverkenning op landelijke schaal</i> . 11209259-000-ZWS-0001, 8 september 2023. Deltares
[8]	De Louw, P., America, I., Knaake, B. & Melman, R. (2024). <i>Potentiële aanvullende grondwaterreserves. Deelrapportage 4 van project 3D-kartering Nationale Grondwater Reserves</i> . Rapport 11207846-002-BGS-0012, 19 februari 2024. Deltares
[9]	Salt Farm Foundation (z.d.). <i>Verzilting in Nederland</i> . Geraadpleegd in juli 2025 van <a href="https://saltfarmfoundation.com/nl/verzilting-in-nederland/">https://saltfarmfoundation.com/nl/verzilting-in-nederland/</a>
[10]	Delsman, J., America, I., & Mulder, T. (2022). <i>Grondwaterverzilting en watervraag bij een stijgende zeespiegel</i> . Rapport 11208039-009-BGS-0001. Deltares.
[11]	Blom, G., Paulissen, M., Vos, C. & Agricola, H. (2008) <i>Effecten van klimaatverandering op landbouw en natuur; nationale knelpuntenkaart en adaptatiestrategieën</i> . Conceptrapport, Alterra, Wageningen.
[12]	Vermulst, H. Horn, A., Steinbusch, E. (2020). <i>Analyse Waterbeschikbaarheid Provincie Limburg. WATBF9511R001F01WM</i>
[13]	Drinkwaterplatform. (2023). <i>Wie gebruiken het meeste zoet water in Nederland?</i> Geraadpleegd in juli 2025 van <a href="https://www.drinkwaterplatform.nl/verdeling-zoetwater-in-nederland/">https://www.drinkwaterplatform.nl/verdeling-zoetwater-in-nederland/</a>
[14]	Unie van Waterschappen en Interprovinciaal Overleg (2021). <i>Overzicht grondwateronttrekkingen . Provincies &amp; waterschappen</i> . Rapport. <a href="https://unievandwaterschappen.nl/wp-content/uploads/2022/06/Overzicht-grondwateronttrekkingen.pdf">https://unievandwaterschappen.nl/wp-content/uploads/2022/06/Overzicht-grondwateronttrekkingen.pdf</a>
[15]	Droogte commissie (2022). <i>Zonder water, geen later. Naar een omslag in het (grond)waterbeheer in Noord-Brabant</i> .
[16]	Compendium voor de Leefomgeving (CLO). (2003). <i>Verdroogde gebieden in Nederland, 2000</i> . Geraadpleegd in juli 2025 van <a href="https://www.clo.nl/indicatoren/nl028003-verdroogde-gebieden-in-nederland-2000">https://www.clo.nl/indicatoren/nl028003-verdroogde-gebieden-in-nederland-2000</a>
[17]	Kremers, A.H.M. en F.C. van Geer (2000). <i>Trendontwikkeling Grondwater 2000. Analyseperiode 1955-2000</i> . TNO-rapport NITG 00-184-B, Delft.
[18]	Ambient & RHKDHV. (2024). <i>Grondwater InZicht: Rapportage Grondwaterkwaliteit Nederland</i> . Rapport QT36QUTEF7R3-1071769577-138571:1
[19]	Negash, A., Swartjes, F.A. 2021. <i>Chemische stoffen in het grondwater: status van vergrijzing in Nederland</i> . STOWA rapport 2021-58 ISBN 978.90.5773.966.8
[20]	Waterleiding Maatschappij Limburg (z.d.). <i>Hoe maken en leveren we drinkwater?</i> Geraadpleegd in november 2025 van <a href="https://www.wml.nl/alles-over-water/drinkwater-maken">https://www.wml.nl/alles-over-water/drinkwater-maken</a>
[21]	Informatie verkregen op basis van expertinterviews.
[22]	Penning, E., Klein, A., Asselman, N., de Louw, P., Kaandorp, V., van Geest, G., Kingma, V, Schoonderwoerd, E. (2024). <i>Sponsoring van Landschappen in Nederland</i> . Rapport 11209224-003-ZWS-0001. Deltares.

## 5 Aandachtspunten

### 5.1 Klimaatverandering vergroot opgaven

Het behalen van het gestelde doel om grondwater duurzaam in balans te krijgen en te houden wordt ingewikkelder als gevolg van klimaatverandering. De verschillende klimaatscenario's van het KNMI uit 2023 laten zien dat we in meer of mindere mate te maken krijgen met een toename van droge perioden én een toename van intensieve regenval. Het [KNMI](#) heeft daarnaast aangetoond dat het klimaat nu al is veranderd. Dat merken we aan de toename van extremen in hitte, droogte en neerslag. Zo waren de winterperiodes van 2023/2024 en 2024/2025 zeer nat, terwijl het voorjaar en de zomer van 2025 door lange perioden van droogte werden gekarakteriseerd.

Klimaatverandering kan - als gevolg van een verandering van patronen in neerslag en verdamping - een verandering van de grondwaterstanden veroorzaken. Het kan gaan om een structurele daling of stijging van de grondwaterstand. Onder invloed van klimaatverandering nemen in een groot deel van Nederland ook het verschil tussen hoogste en laagste grondwater toe ([Hendriks ea., 2023](#)); er zijn dus meer extremen aan de droge en de natte kant. Daarnaast zal klimaatverandering tijdens droge perioden waarschijnlijk leiden tot een toename van de vraag naar grondwater voor drinkwater en beregening.

Het vaker optreden van piekbuien en nattere perioden als gevolg van klimaatverandering (zoals in 2023 en 2024) kan het nemen van vernattingsmaatregelen om verdroging en droogte tegen te gaan (sponswerkingmaatregelen, infiltratie van grondwater) bemoeilijken. Vernattingsmaatregelen kunnen ertoe leiden dat tijdens nattere perioden eerder wateroverlast optreedt, bijvoorbeeld op de flanken van zandgebieden, bebouwd gebied en/of stroomafwaarts langs waterlopen. De recent verschenen [Handreiking Sponswerking](#) biedt meer informatie op dit onderwerp.

### 5.2 Grondwateropgaven hangen nauw samen met landgebruik en ruimtelijke ordening

Oplossingen om te komen tot een grondwatersysteem dat duurzaam in balans is, hangen nauw samen met het landgebruik en met vraagstukken rondom ruimtelijke ordening. Dit beeld wordt door alle experts en gebiedskenners bevestigd. Om te komen tot structurele oplossingen van grondwateropgaven (en in brede zin een duurzaam gebruik van het water- en bodemsysteem), moeten deze worden beschouwd als een integraal onderdeel van vraagstukken rondom grondgebruiken ruimtelijke ordening. Tijdens het opstellen van dit document kwamen een aantal voorbeelden naar voren waarbij een oplossing of maatregel voor een grondwateropgave impact heeft op het landgebruik en/of waar een verandering van het landgebruik nodig is om de oplossing of maatregel te kunnen realiseren.

- Het nemen van maatregelen om grondwater langer vast te houden om verdroging tegen te gaan (bijvoorbeeld door verwijderen of verhogen van drainage, greppels en sloten), leidt bijvoorbeeld tot hogere grondwaterstanden in bufferzones rond natuur. Het landgebruik in deze bufferzones zal zich moeten aanpassen aan het veranderende grondwaterregiem. Zie ook Hoofdstuk 10 (Factsheet grondwater in zandgebieden).
- Het infiltreren van meer water of het versterken van de grondwateraanvulling op de ruggen van zandgronden en/of de plateaus in het heuvelland kan (lokaal) leiden tot wateroverlast in stedelijk of agrarisch gebied in de lagere delen van deze gebieden

(flanken) door een toename van kwel. Naast het goed inpassen van dergelijke maatregelen in het systeem, zijn aanpassingen van het landgebruik mogelijk nodig om de negatieve effecten te verkleinen. Zie ook Hoofdstuk 10 (Factsheet grondwater in zandgebieden) en Hoofdstuk 11 (Factsheet grondwater in Heuvelland).

- Het vergroten van de grondwateraanvulling kan worden bevorderd door het aanpassen van landgebruik (en mogelijk ook door ander bodembeheer/bewerking, waardoor de doorlatendheid van bodems verbeterd) op de ruggen van zandgronden en/of de plateaus in het heuvelland. Het kan hierbij gaan om andere vormen van agrarisch landgebruik of het omzetten van naaldbos naar heide of andere vormen van begroeiing. In beide gevallen is het belangrijk dat de verandering leidt tot minder verdamping en meer infiltratie. Bij de keuze voor nieuwe gewassen en type vegetatie kan worden ingespeeld op een toename van droge perioden. Zie ook Hoofdstuk 10 (Factsheet grondwater in zandgebieden) en Hoofdstuk 11 (Factsheet grondwater in Heuvelland).
- Vernatten van veengebieden om CO<sub>2</sub> emissies en bodemdaling tegen te gaan, kan op verschillende manieren: peilgestuurde drainage, greppelinfiltratie, grondwaterstand rond maaiveld (plas-dras) of door het aanleggen van ondiepe moerassen. Echter, in alle gevallen zal een aanpassingen van het landgebruik nodig zijn om in te spelen op de veranderde watercondities. Zie ook Hoofdstuk 7 (Factsheet grondwater in veengebieden).
- In gebieden met een beperkte beschikbaarheid van zoet grondwater, zoals delen van Zeeland en de delen van het zandgebied met ondiepe voorkomens van keileem, komt de zoetwaterbeschikbaarheid als gevolg van klimaatverandering waarschijnlijk verder onder druk te staan. Het landgebruik (beter) afstemmen op de toekomstige waterbeschikbaarheid en toename van droge (en natte) perioden is nodig om te komen tot een grondwatersysteem dat duurzaam in balans is met de functies in het gebied. Dit kan bijvoorbeeld door over te schakelen op gewassen met een lagere waterbehoefte en/of grotere tolerantie tegen droogte. Zie ook Hoofdstuk 6 (Factsheet grondwater in zeeleigebieden) en Hoofdstuk 10 (Factsheet grondwater in zandgebieden).
- Om verspreiding van verontreinigingen in het grondwater te beperken, is het belangrijk om de natuurlijke barrières te beschermen en behouden (zelfreinigend vermogen bodem; geochemische barrière; slechtdoorlatende kleilagen in ondergrond). Bijvoorbeeld door het verbeteren van bodemeigenschappen en het beperken van activiteiten aan het oppervlak, die leiden tot veelvuldig doorboren van slechtdoorlatende kleilagen. Daarnaast kan rekening worden gehouden met de aanwezigheid van deze natuurlijke barrières bij het plannen van verontreinigende activiteiten. Bepaalde industriële toepassingen of agrarische activiteiten met een relatief grote kans op verontreiniging van het water- en bodemsysteem zouden bijvoorbeeld kunnen worden gepland in gebieden met sterke natuurlijke barrières. Zie onder andere Hoofdstuk 10 (Factsheet grondwater in zandgebieden).

### 5.3 Grondwateropgaven in relatie tot zoetwaterbeschikbaarheid en hoofdwatersysteem

Oplossingen om te komen tot een grondwatersysteem dat duurzaam in balans is, hangen nauw samen met vraagstukken rondom waterverdeling vanuit het hoofdwatersysteem. Dit beeld wordt door experts en gebiedskenners bevestigd. Om te komen tot structurele oplossingen van grondwateropgaven (en in brede zin een duurzaam gebruik van het water- en bodemsysteem) moeten deze worden opgepakt in samenhang met waterbeschikbaarheidsvraagstukken vanuit het hoofdwatersysteem.

Tijdens het opstellen van dit document kwamen een aantal voorbeelden naar voren waarbij oplossingen op het gebied van grondwater een relatie hebben met het waterbeschikbaarheid en waterkwaliteit vanuit het hoofdwatersysteem:

- Het inzetten van de ondergrond voor tijdelijke opslag van oppervlaktewater t.b.v. drinkwater biedt kansen voor de toekomstige (drink)watervoorziening. Het is belangrijk om bij dergelijke toepassingen goede afstemming te hebben met andere watervragers van het hoofdwatersysteem. Zie onder andere Hoofdstuk 10 (Factsheet grondwater in zandgebieden).
- Het vernatten van veengebieden om CO<sub>2</sub> emissies en bodemdaling tegen te gaan, leidt waarschijnlijk tot een toename van de watervraag van deze gebieden, voornamelijk in droge perioden. Dit water zal moeten worden aangevoerd vanuit het hoofdwatersysteem. Echter, tijdens droge perioden zijn er al veel functies afhankelijk van het hoofdwatersysteem en het is de vraag of er in de toekomst (bij lagere zomerafvoer in Rijn en Maas door klimaatverandering) voldoende water is voor alle functies, waaronder vernatten van veen. Alternatief is het vasthouden van meer oppervlaktewater in de laagste gebieden binnen de regio. Echter, de aanleg van dergelijke oppervlaktewaterreservoirs vraagt grote aanpassingen in het ruimtegebruik. Zie ook Hoofdstuk 7 (Factsheet grondwater in veengebieden).
- Tijdens perioden met een lage afvoer van de grote rivieren neemt de beschikbaarheid en kwaliteit van het rivierwater af. Dit leidt tot een toename van de behoefte om grondwater te onttrekken voor drinkwater en agrarische gebruik tijdens droge perioden. Daarnaast kan het inlaten van rivierwater tijdens droge t.b.v. bometeelt en tuinbouw in het rivierengebied leiden tot een verontreiniging van het grondwater. Zie ook Hoofdstuk 9 (Factsheet grondwater in rivierengebied).

## 5.4 Meer potentie gebiedsprocessen

Opgaven op het gebied van grondwater worden in veel gevallen meegenomen in gebiedsprocessen, waarbinnen ook andere beleidsopgaven worden geagendeerd (zoals in de transitie naar een duurzame landbouw). Regelmatig wordt gesproken over een 'ruilverkaveling 2.0' om te komen tot een gezond bodem- en (grond)watersysteem dat duurzaam in balans is met het landgebruik in gebieden. In deze paragraaf worden een aantal voorbeelden gegeven vanuit de verschillende gebiedstypen die het belang van de samenhang tussen grondwater en andere gebiedsopgaven illustreren.

### 5.4.1 Aanpassingen grondgebruik op vrijwillige basis

Ondanks dat waterbeheerders zorg moeten dragen voor een duurzaam (grond)watersysteem - waarbij landgebruik een cruciale rol speelt - hebben zij over het algemeen beperkt invloed op veranderingen in landgebruik en ruimtelijke ordening. Zo zijn tijdens gebiedsprocessen voorgestelde aanpassingen van grondgebruik op dit moment enkel mogelijk op vrijwillige basis. Gevolg is dat er op lokale schaal interessante voorbeelden en pilots zijn van aangepast grondwaterbeheer in samenhang met landgebruiksverandering, maar dat het opschalen van maatregelen meestal uitblijft omdat de aanpassingen van het landgebruik op de korte termijn en voor de individuele grondeigenaar financieel niet haalbaar of aantrekkelijk zijn. Ook kunnen duidelijkere kaders en normen of richtlijnen vanuit het Rijk en provincies binnen gebiedsprocessen bijdragen aan realiseren en opschalen van oplossingen en maatregelen die bijdragen aan een duurzaam grondwatersysteem (zie paragraaf 5.5).

### 5.4.2 Maatschappelijke kosten en baten

Het ontbreekt veelal aan inzicht in de maatschappelijke kosten en baten (in brede zin) van het al dan niet nemen van maatregelen op de (middel)lange termijn. Ook kansen voor

nieuwe/ vernieuwde vormen van toekomstig (agrarisch) landgebruik kunnen vaak nog niet worden meegenomen. Belangrijk hierbij is ook het in beeld brengen van veranderingen en daarbij horende (schade)kosten en baten van voortzetten van het huidige beleid en waterbeheer en landgebruik ('niets doen').

Door het ontbreken van dit inzicht is het lastig om afgewogen beleid te ontwikkelen en is het voor bestuurders niet goed mogelijk om gedragen beslissingen te nemen. Een voorbeeld hiervan is het brede spectrum aan maatschappelijke kosten en baten bij het al dan niet nemen van vernattingsmaatregelen in veenweidegebieden (zie toelichting bij 'veenoxidatie door lage grondwaterstanden' in Hoofdstuk 7).

#### 5.4.3 Succesfactoren

Tijdens het opstellen van dit document zijn tijdens bijeenkomsten en interviews met gebiedsexperts verschillende inzichten gedeeld om binnen gebiedsprocessen toch te kunnen komen tot aanpassingen van het grondgebruik in samenhang met oplossingen op het gebied van grondwater:

- Neem grondwater mee als integraal onderdeel van het systeem;
- Ga uit van een gezamenlijk opgestelde en - daardoor - gedragen feitenbasis en kennisbasis;
- Ga als waterbeheerder of beleidsmaker tijdens gebiedsprocessen in een zeer vroeg stadium op neutrale wijze in gesprek met de verschillende grondeigenaren en stakeholders. Zo ontstaat een open dialoog op basis waarvan gezamenlijk naar kansen kan worden gezocht, zoals het uitwisselen van gronden en/of het aanpassen van landgebruik passend bij een duurzaam grondwatersysteem;
- Zorg er in gebiedsprocessen voor dat urgentie gevoeld wordt door meerdere partijen, dan is het gemakkelijker om stappen te zetten (bv. keileemgebieden met beperkte grondwatervoorraad waar natuurbeheerders en agrariërs samen zoeken naar oplossingen om beter om te gaan met droogte);
- Houdt rekening met verschil in systeembegrip: partijen die leven, werken, wonen met water in het landelijk gebied begrijpen het systeem. In stedelijk gebied is er minder connectie met (grond)water; men ervaart enkel de (incidentele) overlast, waardoor men minder geneigd is om mee te werken aan oplossingen op gebiedsschaal.
- In een provinciale omgevingsverordening kan de functie/bestemming van een gebied worden veranderd, zodat deze beter passend is bij de (grond)waterdoelen van een gebied. Bijvoorbeeld het toekennen van de functie 'beekdal' in plaats van functie 'landbouw' aan beekdalen.

#### 5.4.4 Regionale samenwerking als voorbeeld

In verschillende delen van Nederland wordt sinds een aantal jaren intensief samengewerkt op het gebied van droogte en grondwater. In deze samenwerkingsverbanden zijn veel van de relevante belanghebbenden uit een gebied betrokken. Na gezamenlijke vorming van een visie en strategie wordt gewerkt aan concrete doelen en het delen van kennis en inzichten om verdroging tegen te gaan, beter bestand te zijn tegen perioden van droogte en het (grond)watersysteem duurzaam in balans te brengen. Deze regionale samenwerkingsverbanden kunnen een voorbeeld zijn voor samenwerking op nationale schaal, waarbij ook het Rijk een rol speelt.

Voorbeelden van dergelijke regionale samenwerkingsverbanden zijn:

- [Blauwe Agenda - Nationaal Park Utrechtse Heuvelrug](#)
- [ZON | Zoetwater voorziening Oost-Nederland](#)
- [Samenwerken aan grondwatervoorraad - Brabant](#) (Zonder water geen Later, Grondwaterconvenant)
- [Fryslân Klimaatbestendig 2050+](#)

## 5.5 Duidelijke kaders en normen

Door alle experts en gebiedskenners werd aangegeven dat duidelijkere kaders en normen of richtlijnen vanuit het Rijk (en provincies) kunnen bijdragen aan het realiseren van de (grond)wateropgaven binnen gebiedsprocessen. Kaders, normen en richtlijnen op het gebied van waterkwaliteit, grondwateronttrekkingen en het spanningsveld tussen droogtmaatregelen en wateroverlast worden hierbij vaak genoemd. Belangrijk hierbij is ook dat – in tegenstelling tot de huidige situatie - de gestelde kaders, normen en richtlijnen de provinciegrenzen overstijgen.

### 5.5.1 Verbetering grondwaterkwaliteit vergt bronaanpak verontreinigingen

Voor het verbeteren van de grondwaterkwaliteit is aanpak van verontreinigingsbronnen – en dus het beleid op het gebied van toelating en gebruik van verontreinigende stoffen – cruciaal. Naast verontreiniging met PFAS en opkomende stoffen<sup>6</sup>, zijn de emissies vanuit de land- en tuinbouw een terugkerend onderwerp. Bijvoorbeeld het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de sierteelt wordt herhaaldelijk als zorgpunt benoemd. Zodra verontreinigingen het grondwater bereiken is het erg lastig om het grondwater te zuiveren en kunnen verontreinigingen vele jaren een risico blijven vormen voor de drinkwaterkwaliteit, gezondheid en ecologie. Het is voor waterbeheerders nagenoeg onmogelijk om (in de toekomst) aan de richtlijnen voor grondwater en oppervlaktewater te voldoen als de aanpak van verontreinigingsbronnen niet wordt aangescherpt. Regionale waterbeheerders verwachten voor wat betreft het toelatingsbeleid meer sturing en wet- en regelgeving vanuit het Rijk.

In Nederland zijn het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur gezamenlijk verantwoordelijk voor het beleidskader en het toezicht op de toelating van verontreinigende stoffen, zoals pesticiden en biociden. Het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) beoordeelt aanvragen en adviseert de ministeries, terwijl de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) en de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) toezicht houden op de naleving van de regels. Op Europees niveau coördineert het European Chemicals Agency (ECHA) de uitvoering van de regelgeving van chemische stoffen, met name industriële chemicaliën en biociden.

### 5.5.2 Kwantiteit versus kwaliteit

Maatregelen op het gebied van infiltratie van oppervlaktewater naar het grondwater kunnen risico's op verontreiniging van grondwater opleveren, bijvoorbeeld doordat het geïnfiltreerde water (mogelijk) verontreinigen bevat of doordat het van een (heel) andere chemische samenstelling is dan het 'gebiedseigen' grondwater. Gevolg is dat er veel twijfels zijn over het vasthouden en infiltreren van meer water in natte perioden verdroging tegen te gaan en/of om perioden van droogte te overbruggen. Voor vraagstukken op het gebied van waterkwaliteit bij het infiltreren van oppervlakte in het grondwater, is recentelijk vanuit het project Verantwoord Infiltreren een praktisch raamwerk opgesteld. Hierbij wordt voor een breed scala aan infiltratiemaatregelen via een overzichtstabel en een aantal te doorlopen schema's een beoordeling gegeven van de beheersbaarheid van de verschillende maatregelen en de risico's voor het ontvangende systeem waaronder de grondwaterkwaliteit. Ook wordt inzicht gegeven in de juridische zaken die van toepassing zijn. Hierbij wordt gekeken naar het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) en Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) en de relevante decentrale wetgeving. Hierbij gaat het om regelgeving opgenomen in de provinciale omgevingsverordening, waterschapsverordening en gemeentelijk omgevingsplan.

---

<sup>6</sup> Opkomende stoffen: onbekende, niet (wettelijk) genormeerde stoffen waarvan de schadelijkheid nog niet (volledig) is vastgesteld.

### 5.5.3 Droogte versus wateroverlast

Maatregelen om het grondwatersysteem te verbeteren om verdroging tegen te gaan en de effecten van droogte te beperken, kan leiden tot wateroverlast en inundatie. Voor wateroverlast vanuit het oppervlaktewater zijn juridische normen vastgelegd als omgevingswaarden voor watersystemen (Nationaal Bestuursakkoord Water). Voor de effecten van droogte (waaronder de negatieve impact van lage grondwaterstanden) bestaat een dergelijk juridisch kader niet. Omdat droogtemaatregelen kunnen leiden tot overschrijding van de wateroverlastnormen (bijvoorbeeld bij vernatten veenweidegebied of op de flanken van de zandgebieden), kan het gebeuren dat deze droogtemaatregelen als juridisch niet haalbaar worden beschouwd. Dit staat het ontwikkelen van een evenwichtige oplossing of set aan maatregelen voor het beperken van zowel droog als nat in de weg. In 2024 heeft het Expertisenetwerk Zoetwater en Droogte een advies gegeven over Droogtenormering voor Hoog- en Laag-Nederland. Hierbij richt de vraag zich nadrukkelijk niet op de calamiteitenfase – een situatie van (dreigend) watertekort - maar juist op de structurele inrichting van het regionale bodem-watersysteem. De bestaande GGOR methodiek (GGOR: Gewenst Grond- en Oppervlaktewater Regime) kan een uitgangspunt zijn voor het ontwikkelen van een integrale afwegingsmethodiek voor verdroging, droogte en wateroverlast.

### 5.5.4 Inzicht in onttrekkingen en onttrekkingsplafonds

Grondwateronttrekkingen zorgen voor een afname van de stijghoogte, een verlaging van de grondwaterstand en een afname van de basisafvoer in beken. Dit geldt niet alleen voor grote onttrekkingen voor drinkwater en industrie, maar ook voor tijdelijke en/of kleinere grondwateronttrekkingen voor beregening/irrigatie in de landbouw en privégebruik (oa. besproeiing van tuinen). Als gevolg van klimaatverandering en maatschappelijke ontwikkelingen is het waarschijnlijk dat het aantal en de omvang van grondwateronttrekkingen de komende decennia verder toeneemt.

In dit licht is het belangrijk om goed inzicht te hebben in het totale gebruikte debiet en effect van grondwateronttrekkingen gedurende verschillende perioden van het jaar. De Studiegroep Grondwater (2022) heeft geadviseerd om meer inzicht te genereren in alle grondwateronttrekkingen in Nederland. En de ontwikkeling van een onttrekkingsplafond met voorkeursvolgorde voor grondwateronttrekkingen per regionaal stroomgebied. In samenwerking met provincies en waterschappen werkt het ministerie van IenW momenteel aan een handreiking voor de ontwikkeling van grondwateronttrekkingsplafonds op schaal van gebieden en/of regio's.

## 5.6 Stedelijk gebied is extra gevoelig voor verandering

In alle gebiedstypen komt stedelijk en bebouwd gebied voor. Toch zijn er specifieke grondwaterdiensten, opgaven en oplossingen die in veel van het stedelijk gebied (ongeacht het type grondwatersysteem) relevant zijn en extra aandacht behoeven. In het stedelijk gebied zijn het landgebruik, de bebouwing en de infrastructuur afgestemd op een grondwatersysteem dat is geoptimaliseerd op basis van het klimaat van de afgelopen decennia. Een gevolg hiervan is dat grondwateroverlast, grondwateronderlast en schades ontstaan en/of worden versterkt wanneer die optimale situatie verdwijnt, doordat grondwaterstanden structureel dalen of stijgen of de fluctuaties van het grondwater toenemen (groter verschil tussen hoge en lage grondwaterstanden) als gevolg van klimaatverandering.

De intensieve benutting van de grondwaterdiensten zorgt ervoor dat het systeem onvoldoende robuust is om klimaatverandering op te vangen; of veranderingen op te vangen die optreden als gevolg van vernattingsmaatregelen in het omliggend gebied. Opgaven die al speelden verergeren en de urgentie om tot oplossingen te komen neemt toe. Voorbeelden zijn het toenemen van grondwateroverlast en -overlast in het stedelijk gebied (natte kelders,

paalrot, etc.), versnelling van veenoxidatie en bodemdaling, sterke negatieve impact van droge perioden op grondwaterafhankelijke natuur. Tegelijkertijd neemt de noodzaak toe om oplossingen te vinden die niet alleen het effect van droge perioden beperken, maar die ook rekening houden met een toename van extreem natte perioden.

In het stedelijk gebied is ook de vraag naar benutting van het grondwater als opslagmedium voor, of bron van, warmte en koude relatief groot. Dit leidt tot een toename van doorboring van scheidende lagen onder het stedelijk gebied met als potentiële risico's het verspreiden van verontreinigingen naar dieper grondwater (mogelijke aantasten van drinkwaterbronnen) en een toename van het risico op verzilting van ondiep grondwater. Een belangrijke oplossing hiervoor is het beschermen scheidende kleilagen door beleid en regelgeving op het gebied van doorboringen voor energiesystemen.

In het rapport van de Integrale Grondwaterstudie Nederland (Hendriks ea., 2023), wordt een meer gedetailleerd overzicht gegeven van de opgaven en kansen ten aanzien van grondwater in het stedelijk gebied. In het NWA onderzoek 'Thirsty Cities' wordt meer onderzoek gedaan op dit vlak.

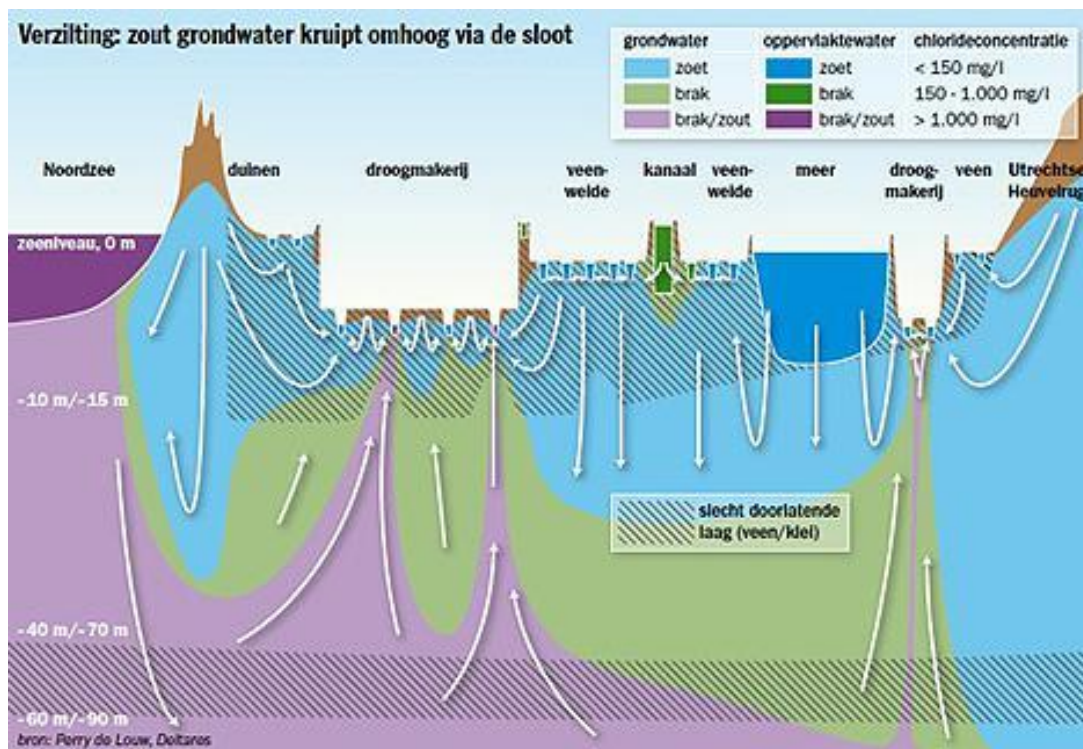
## 5.7 Beschouw grondwater als één systeem

De verbondenheid van de verschillende gebiedstypen en deelsystemen in Nederland leidt ook tot een aantal aandachtspunten bij het werken aan gebiedsspecifieke oplossingen. Om te komen tot een grondwatersysteem dat duurzaam in balans is, is het begrijpen van en inspelen op deze verbindingen cruciaal. Hieronder worden vier voorbeelden gegeven.

### 5.7.1 Overgang hoge zandgronden - laag Nederland

Een voorbeeld is de overgang van hoge zandgronden naar lager gelegen gebieden, zoals de gradiënt vanaf de Utrechtse Heuvelrug naar het laagveenlandschap met droogmakerijen ten westen van de Utrechtse Heuvelrug (zie Figuur 5.1). Vergelijkbare overgang zijn te vinden in Friesland en Groningen en de gradiënten vanaf de Veluwe richting Flevoland aan de westkant en de IJsselvallei aan de oostkant. Regenwater dat op de hoge zandgronden infiltreert zorgt in deze gebieden van nature voor sterke grondwateraanvulling en diepe, regionale kwelstromen die ook in de omliggende laaggelegen gebieden effect hebben op grondwaterstanden, afvoer van waterlopen en oppervlaktewaterpeilen. Het diepe kwelwater is van goede kwaliteit, vanwege de ouderdom (infiltratie vóór grootschalige verontreinigingen) en door natuurlijke reinigingsprocessen in bodem en ondergrond.

Momenteel wordt dit water grotendeels afgevoerd richting het hoofdwatersysteem t.b.v. de ontwatering van de laagveengebieden. Het vasthouden en/of direct benutten van dit kwelwater uit de zandgebieden vormt een kans voor het vernatten van veengebieden of drinkwaterwinning. Daarnaast kan het vernatten van veengebieden ervoor zorgen dat de kwelstroom van zandgebieden naar veengebieden wat afneemt; dit draagt bij aan het tegengaan van verdroging, afname grondwatervoorraden en droogval beken van de zandgebieden.



Figuur 5.1 Vereenvoudiging van regionaal west-oost profiel met grondwaterstromingspatronen en zoutgehaltes van grondwater, ter hoogte van de Utrechtse Heuvelrug en de Haarlemmermeerpolder. Verzilting van het grondwatersysteem vindt op regionale schaal plaats omdat het gemiddelde polderpeil enkele meters lager ligt dan het gemiddeld zeeniveau. In de droogmakerij vindt opkegeling van zout grondwater plaats door de wellen die in de polder aanwezig zijn. De zoute wellen zijn hier dominant in de verzilting van het oppervlaktewater. Bron: [Brakke kwel | STOWA](#)

### 5.7.2 Effect van droogmakerijen op naastgelegen gebieden

Een ander voorbeeld is de invloed die een droogmakerij heeft op omliggende gebieden (zie Figuur 5.1). Door de drooglegging van meren en delen van de voormalige Zuiderzee is de ontwateringsbasis sterk verlaagd; dit beïnvloedt de grondwaterstroming en -standen in omliggende gebieden. De aanleg van Flevoland (grootste droogmakerij van Nederland) heeft invloed gehad op de grondwaterstanden onder de Veluwe en de Utrechtse heuvelrug. Ook andere droogmakerijen leiden tot wegzijging van grondwater uit omliggende gebieden, veelal laagveengebieden en zeekleigebieden. Dit heeft geleid tot lagere grondwaterstanden in deze gebieden (verdroging) en de noodzaak tot continue aanvoer van oppervlaktewater om de (grond)waterstanden op peil te houden. Om vernatting van laagveengebieden nabij droogmakerijen op een duurzame manier te realiseren, is het waarschijnlijk nodig om ook in (delen van) de aangrenzende droogmakerijen vernattingsmaatregelen te nemen.

### 5.7.3 Grensoverschrijdende (grond)waterbeheer


Grensoverschrijdende grondwaterlichamen zijn grondwaterstromen die zich uitstrekken over landsgrenzen, zoals de stroming van en naar Duitsland en België in de grensregio's met Nederland. Hoewel er in Nederland geen specifieke internationale grondwaterlichamen worden onderscheiden, is er wel degelijk stroming over de grens, waarvoor afspraken met buurlanden nodig zijn. Grensoverschrijdende grondwaterstroming is onder andere van belang in de regio's Drenthe/Twente/Achterhoek, waar de grondwaterstroming grotendeels naar het noordwesten loopt. Nederland en Duitsland stemmen af over de manier van meten en beoordelen van grondwater, wat belangrijk is voor de kwantiteit en kwaliteit van het grondwater.

#### 5.7.4 Bruinkoolwinning Duitsland

In Duitsland vindt sinds het begin van de 20<sup>ste</sup> eeuw bruinkoolwinning plaats. Met name de afgelopen 50 jaar zijn er omvangrijke bruinkoolgroeves (dagbouw) in Duitsland vlakbij de Nederlandse grens ontstaan. Onderzoek heeft uitgewezen dat deze mijnbouwactiviteiten - en de daarmee samenhangende bemaling om lokaal de grondwaterstanden sterk te verlagen - heeft geleid tot een significante dalende trend in de stijghoogten en afname van afvoer van beken in de aangrenzende gebieden in Nederland. Het invloedgebied strekt zich via diepe grondwaterlichamen (grondwaterlichaam 'Maas Slenk Diep') uit tot Limburg en het oostelijk deel van Noord-Brabant.

Recentelijk is bekend geworden dat de bruinkoolwinningen in het Duitse grensgebied in 2030 worden beëindigd, waarbij ook de bemalingen worden stopgezet. In de circa 40 jaar daarna zullen de grondwaterstanden en stijghoogten in het invloedgebied geleidelijk stijgen. De mogelijke effecten op het Nederlandse grondwatersysteem en risico's en kansen voor de daarvan afhankelijke functies (grondwaterdiensten) zijn nog onzeker, zowel wat betreft kwantiteit (afname verdroging, toename basisafvoer toename grondwateroverlast) als kwaliteit (o.a. mobilisatie verontreinigingen in bodem en ondergrond).

## 6 Factsheet grondwater in zeeleigebieden

KARAKTERISTIEKEN NATUURLIJK GRONDWATERSYSTEEM	
<p>Het oude Nederlandse zeeleigebied is te vinden in grote delen van het laagland van Noord- en Zuidwest-Nederland. Het landschap begint achter de duinen en de zeedijken en loopt tientallen kilometers landinwaarts. Zeeleilandschap is gevormd door de zee waarbij zwaardere zandkorrels op de bodem van de kreekgeulen bezonken en kleideeltjes op de hogere kreken werden afgezet. Van de oorspronkelijke krekensystemen is door ruilverkaveling en egalisatie in het huidige zeeleilandschap nauwelijks meer iets te zien. Nu is het een vlak en open polderlandschap met weinig opgaande begroeiing. Zeelei is voedselrijk en houdt water goed vast. Daarom vindt er vaak grootschalige landbouw plaats, bestaande uit zowel akkerbouw als melkveehouderij.</p> <p>De afbeeldingen onder deze factsheet geven een visuele indruk van het grondwatersysteem in zeeleigebieden: Figuur 6.1 en Figuur 6.2.</p> <p>Bronnen: <a href="#">Zeelei   Gidsmodellen</a>; <a href="#">Geologie van Nederland</a>; <a href="#">Integrale Grondwaterstudie Nederland</a>; <a href="#">Factsheet interne verzilting</a>; <a href="#">Verzilting in Nederland: oorzaken en perspectieven</a>; <a href="#">DeltaFact Regenwaterlenzen</a>; <a href="#">DeltaFact Brakke Kwel</a>; <a href="#">COASTAR rapportage</a></p>	
Grondwaterdiensten	
<p>Diensten passend bij natuurlijk systeem</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwatercondities zilte teelten</li> <li>• Grondwatercondities voor stabiliteit bodems</li> </ul>
<p>Overige diensten (door technische ontwikkeling)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bij voldoende ontwatering (gws &gt; 40 cm onder maaiveld): grondwatercondities (zilte) landbouwgewassen</li> <li>• In het geval van zoet kwelwater en/of zoet grondwater in diepere ondergrond: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ grondwater als bron voor drinkwater</li> <li>○ grondwater voor landbouw: drenken van vee beregening, irrigatie en voorkomen vorstschade</li> <li>○ grondwater voor industrie: als grondstof, voor koelen, transport, proceswater, oplosmiddel</li> </ul> </li> <li>• In geval van brakke kwel / brak water in diepere ondergrond: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ grondwater als bron voor drinkwater (na ontzilting) en vermindering zoutbelasting oppervlaktewater</li> </ul> </li> <li>• Grondwater als opslagmedium voor, of bron van, warmte en koude</li> </ul>
Samenstelling bodem en ondergrond	
<p>Bodemtype</p>	<p>Klei/zavel</p>
<p>Ondergrond</p>	<p>Afwisseling klei en zand (mariene afzettingen; organisch materiaal, kalkrijk)</p>
<p>Slecht doorlatende lagen</p>	<p>Ja (diep en ondiep)</p>

<b>Grondwaterkwantiteit</b>	
Herkomst grondwater	Neerslag, wateraanvoer voor doorspoelen en irrigatie vanuit grote rivieren (in delen van Zeeland niet mogelijk)
Grondwaterstand	25 tot > 120 cm - mv (grondwatertrap: III-VI)
Grondwaterdynamiek	40 tot 120 cm
Stroming grondwater	Wegzijing (traag) en kwel in lagere delen van het gebied (mn. n Zeeland)
Ondergrond met potentie zoetwaterwinning	0-20 m (veelal regenwaterlenzen)
<b>Grondwaterkwaliteit</b>	
Natuurlijke samenstelling	Brak/zout grondwater zeer ondiep aanwezig, kalkrijk met pH>7. Kan van nature nutriëntenrijk zijn.
Verontreinigingsbronnen	Verziltting speelt een grote rol. Landbouw kan verontreiniging veroorzaken.
Ouderdom grondwater	Grondwater is relatief oud (grondwater op 10 meter diepte is meer dan 100 jaar eerder geïnfiltrerd)
Natuurlijke barrières tegen verspreiding verontreiniging	Wisselend (wisselend zelfreinigend vermogen bodem; relatief sterke geochemische barrière; sterke fysieke barrière)

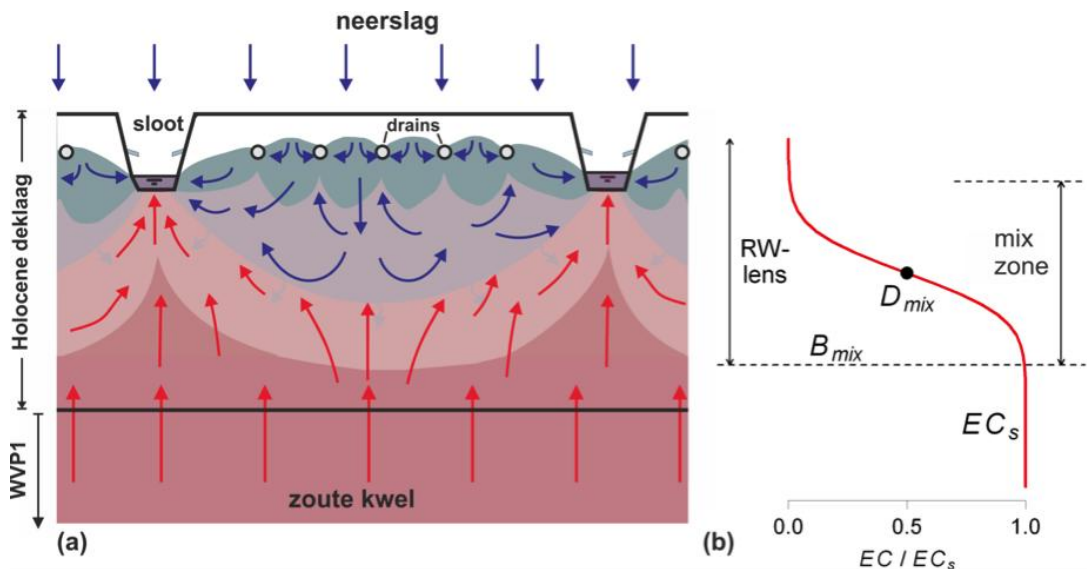
<b>OPGAVE 1: VERZILTING</b>
<b>Toelichting opgave</b>
In de ondiepe ondergrond komt op geringe diepte zout en brak grondwater voor. In deze gebieden wordt veelal gebruik gemaakt van regenwaterlenzen als zoetwaterbron. Tijdens droogte worden deze lenzen dunner/kleiner en soms treedt zelfs verziltting in de wortelzone op. Met name als er onvoldoende aanvoer van zoetwater uit andere gebieden mogelijk is, leidt interne verziltting voor afname van de opbrengst van de huidige landbouw- en (met name) tuinbouwgewassen. Vooral in Zeeland treedt interne verziltting op, vanwege de beperkte mogelijkheid om zoetwater aan te voeren. Door verziltting van het Volkerak-Zoommeer neemt de aanvoer van zoetwater de verder af.
<b>Mogelijke oplossingen en maatregelen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peilopzet of peilgestuurde en verdiepte drainage om brakke/ zoute kwel te verminderen</li> <li>• Aanleggen ondiepe zoetwaterbuffers (vasthouden neerslag) / lokale zoetwatervoorziening</li> <li>• ASR zoet in zout: infiltreren van zoet water in zoute ondergrond (COASTAR)</li> <li>• Aanpassing agrarisch landgebruik aan brakke omstandigheden en/of hogere peilen ('meebewegen')</li> <li>• Infiltratie van zoet oppervlaktewater in de kreekruggen tijdens natte perioden</li> </ul>
<b>Aandachtspunten</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gevolgen voor agrariërs. Aanpassen van agrarisch landgebruik voor hogere grondwaterstanden en/of zoutere omstandigheden kan voor de boeren en telers in het gebied ingrijpende gevolgen hebben voor bedrijfsvoering en verdienvermogen.</li> <li>• Gevolgen voor waterkwaliteit en natuur/ biodiversiteit. Het toelaten van hogere chloride concentraties heeft ook effect op de natuur/ biodiversiteit in droogmakerijen en het beheer van deze natuurgebieden. Daarnaast kan het verhogen van grondwaterstanden en beperken van doorspoeling gevolgen hebben voor de concentraties van verontreinigingen in het gebied en de wateren waar het water naartoe wordt gepompt. Doorspoeling met gebiedsvreemd water kan de waterkwaliteit en natuur verder verslechteren.</li> <li>• Gevolgen voor bebouwde omgeving. Het verhogen van grondwaterstanden en peilen kan effect hebben op gebouwen en infrastructuur doordat ook op deze locaties grondwaterstanden stijgen en kwelstromen veranderen. Deze grondwateroverlast kan</li> </ul>

<p>schade veroorzaken en/ of aanpassingen (en dus investeringen) vergen in de bebouwde omgeving.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toekomstige afname zoetwaterbeschikbaarheid vanuit grote rivieren en IJsselmeer. Tijdens droge perioden is er in de toekomst onvoldoende water om aan alle vraag te voldoen. Mogelijk leidt dit ertoe dat zeeleigebieden slechts beperkt, of niet, kunnen worden doorgespoeld. Interne verzilting neemt dan toe en breidt zich uit naar andere delen van Nederland.</li> <li>• Koppelen van regionaal waterbeleid- en maatregelen met beleid over waterverdeling op nationale schaal (hoofdwatersysteem).</li> <li>• Koppelen van (regionaal) waterbeleid en ruimtelijke ordening. Waterbeheerders staan 'aan de lat' om deze opgaven aan te pakken, maar hebben geen/nauwelijks invloed op landgebruik/RO.</li> </ul>
<b>Regionale strategie (voorbeelden)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Zeeuws Deltaplan Zoet Water</a></li> <li>• <a href="#">Fryslân Klimaatbestendig 2050+</a></li> </ul>

<b>OPGAVE 2: VERSLECHTERING GRONDWATERKWALITEIT</b>
<b>Toelichting opgave</b>
<p>In zeeleigebieden zijn twee belangrijke bronnen van verontreiniging aan te wijzen. Beide vormen van grondwaterverontreiniging vormen risico's voor gezondheid en natuur en leiden tot het niet behalen van KRW-doelen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haven/industriegebieden: in delen van het zeeleigebied vindt relatief veel emissie van verontreinigen (waaronder PFAS) plaats vanuit industrie (en omliggend stedelijke gebieden). Belangrijke voorbeelden zijn de haven- en industriegebieden van Rotterdam, IJmuiden en Groningen. Daarbij leidt een steeds hogere dichtheid van doorboringen van slechtdoorlatende kleilagen (t.b.v. ondergrondse infrastructuur en bodemenergie) tot risico's op verspreiding van verontreinigingen en verzilting door het grondwater.</li> <li>• In de landelijke delen van het zeeleigebied zorgt de huidige landbouwpraktijk tot verontreiniging van bodem en (grond)water met nitraat, fosfaat en pesticiden. Daarbij kan peilopzet (t.b.v. vergroten van de zoetwatervoorraad) potentieel leiden tot een piek aan uitspoeling van landbouw-verontreinigingen uit het bodem- en grondwatersysteem naar het oppervlaktewater.</li> </ul>
<b>Mogelijke oplossingen en maatregelen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bronaanpak: verlagen mestgift en (verbod) gebruik pesticiden, zorgvuldig gebruik van stoffen, vervangen stoffen door minder verontreinigende stoffen, aanscherpen vergunningverlening, toezicht en handhaving</li> <li>• Zorg voor behoud van natuurlijke barrières: versterken van de natuurlijke barrières in de bodem en voorkomen lekkages langs doorboringen kleilagen (beleid en beheer)</li> <li>• Versterken van natuurlijke barrière bodem en vegetatie op de plaatsen waar het water de bodem in trekt</li> </ul>
<b>Aandachtspunten</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beleid, regelgeving en handhaving van toelating, gebruik en lozing van verontreinigende stoffen is complex. Meerdere instanties hebben hierin een verantwoordelijkheid (zie paragraaf 5.5.1)</li> <li>• Versterken natuurlijke barrière van de bodem: nog in onderzoeksfeer.</li> <li>• Activiteiten in stedelijk gebied (o.a. funderingen, WKO-systemen) kunnen leiden tot doorboring van slechtdoorlatende lagen. Tijdig betrekken van een grondwater expert bij de vergunningverlening is niet haalbaar vanwege onbekendheid bij afdeling vergunningverlening van gemeente of het ontbreken van grondwater expert (alleen grote gemeenten hebben deze expertise in huis)</li> </ul>
<b>Regionale strategie (voorbeelden)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Zeeuws Deltaplan Zoet Water</a></li> <li>• <a href="#">Fryslân Klimaatbestendig 2050+</a></li> </ul>




Figuur 6.1 Schematische weergave van gebiedstype 'Zeekleigebieden'. Bron: [Startpagina Gidsmodellen | Gidsmodellen](#)



Figuur 6.2 (a) Schematische weergave van een regenwaterlens in een zout kwelgebied (RW-lens). (b) Profiel van het zoutgehalte van het grondwater met de diepte.  $D_{mix}$  is het midden van de mix-zone waar het zoutgehalte (EC) de helft van het zoutgehalte van het kwelwater ( $EC_s$ ) is.  $B_{mix}$  is de basis van de mix-zone waar het zoutgehalte gelijk is aan dat van het zoute kwelwater ( $EC_s$ ). Bron: De Louw, 2013)

## 7 Factsheet grondwater in veengebieden

<b>KARAKTERISTIEKEN NATUURLIJK GRONDWATERSYSTEEM</b>	
<p>Nederland heeft ruim 4000 vierkante kilometer 'organische' gronden: veenweidegebieden, veenkoloniën en hoogveenresten. Ondanks de landschappelijke en historische verschillen, vertonen deze gebieden veel overeenkomsten wat betreft grondwater. In dit Grondwaterperspectief beschouwen we de verschillende typen veengebieden daarom als één gebiedstype. Ook in delen van het gebiedstype 'droogmakerijen' komt lokaal veen voor, zoals in delen van Flevoland. Deze veenvoorkomens zijn niet zichtbaar op de schematische kaart van gebiedstypen.</p> <p>De afbeeldingen onder deze factsheet geven een visuele indruk van het grondwatersysteem in veengebieden: Figuur 7.1, Figuur 7.2, Figuur 7.3, Figuur 7.4, Figuur 7.5 en Figuur 7.6.</p> <p>Bronnen: <a href="#">Veenweide   Gidsmodellen</a>, <a href="#">Veenkoloniën   Gidsmodellen</a>, <a href="#">Deltafact Watervraag uit Veen</a>, <a href="#">Hendriks ea. (2023)</a>, <a href="#">Deltafact Onderwaterdrainage   STOWA</a>, <a href="#">Smolders et al., 2013</a>, <a href="#">Verweij et al., 2022</a></p>	
<b>Grondwaterdiensten</b>	
Diensten passend bij natuurlijk systeem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwatercondities terrestrische natuur</li> <li>• Grondwatercondities natte teelten (landbouw)</li> <li>• Grondwatercondities voor stabiliteit bodems</li> <li>• Grondwatercondities t.b.v. tegengaan rottingsprocessen ondergrond (paalrot, archeologische waarden)</li> <li>• Vastleggen koolstof (óf beperken broeikasgasemissies)</li> <li>• Schone bodems en grondwater (gezondheid)</li> </ul>
Overige diensten (door technische ontwikkeling)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwatercondities landbouwgewassen bij ontwatering (gws &gt; 40 cm onder maaiveld)</li> <li>• Grondwater als opslagmedium voor, of bron van, warmte en koude</li> <li>• In het geval van zoet grondwater in ondergrond: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ grondwater als bron voor drinkwater</li> <li>○ grondwater voor landbouw: drenken van vee beregening, irrigatie en voorkomen vorstschade</li> <li>○ grondwater voor industrie: als grondstof, voor koelen, transport, proceswater, oplosmiddel</li> </ul> </li> </ul>
<b>Samenstelling bodem en ondergrond</b>	
Bodemtype	Veen (veelal veraard/gecompacteerd; soms kleidek)
Ondergrond	Afwisseling zand en klei (organische, kalkrijke mariene afzettingen)
Slecht doorlatende lagen	Ja
<b>Grondwaterkwantiteit</b>	
Herkomst grondwater	Laagveen: neerslag, wateraanvoer rivieren Hoogveenresten: neerslag

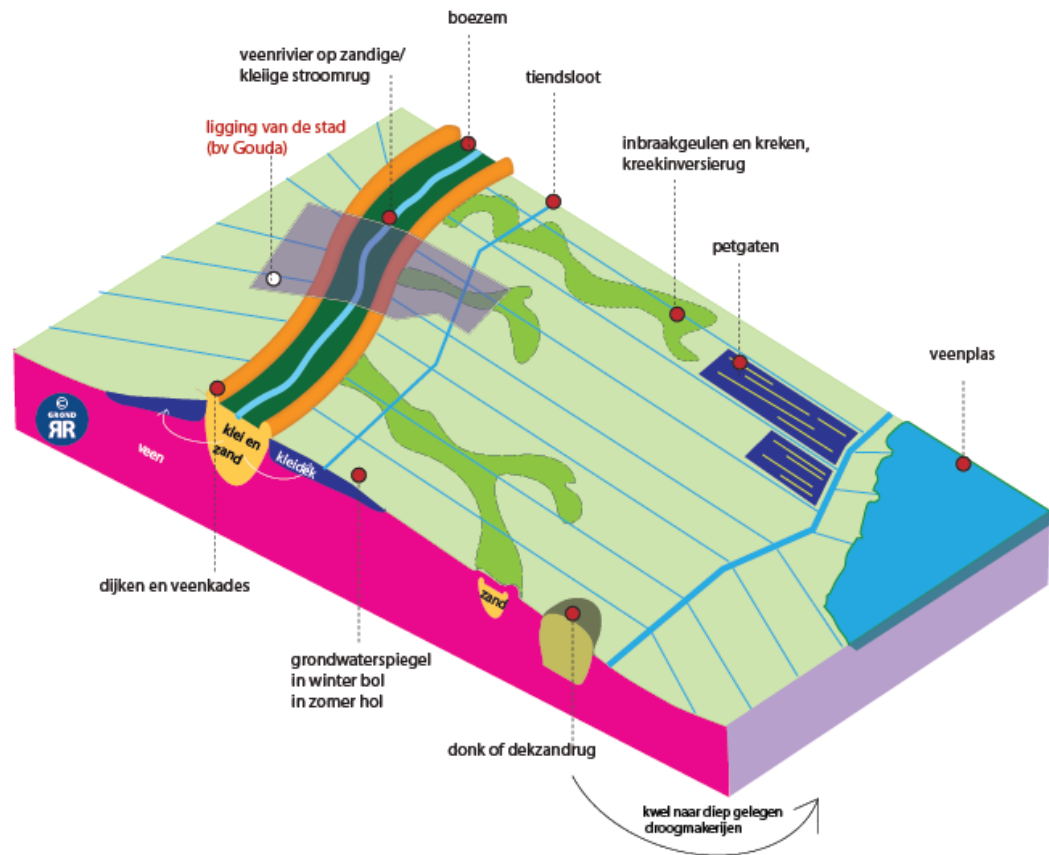
	Kwel aanwezig (vanuit aangrenzende hoger gelegen gebieden)
Grondwaterstand	0 tot 120 cm - mv (grondwatertrap: I-III)
Grondwaterdynamiek	0 tot 80 cm
Stroming	Wegzijing en/of kwel (lokaal en regionaal)
Ondergrond met potentie zoetwaterwinning	5-50 m (diktes in laagveengebieden beperkt; grotere diktes onder hoogveenresten)
<b>Grondwaterkwaliteit</b>	
Natuurlijke samenstelling	Zoet (lokaal iets verhoogd chloridegehalte) en zuur (pH 4-6). Kan van nature nutriëntenrijk zijn.
Verontreinigingsbronnen	Er is verontreiniging vanuit de landbouw. Veenoxidatie veroorzaakt verhoogde fosfaat en nitraatgehalten. Kwel is vaak nutriëntenrijk en kwel kan in kustgebieden verzilting veroorzaken.
Ouderdom grondwater	grondwater is relatief oud (grondwater op 10 meter diepte is meer dan 60 jaar eerder geïnfiltreerd)
Natuurlijke barrières tegen verspreiding verontreiniging	Sterk (sterk zelfreinigend vermogen bodem; sterke geochemische barrière; sterke fysieke barrière)

<b>OPGAVE 1: VEENOXIDATIE DOOR LAGE GRONDWATERSTANDEN</b>
<b>Toelichting opgave</b>
Lage grondwaterstanden leiden tot veenoxidatie. Gevolgen: CO2 emissies, bodemdaling, ongelijkmatige zetting, verlaagde stabiliteit van waterkeringen (mn. veendijken). Dit leidt tot hoge kosten door schade aan bebouwing/infrastructuur, beheer en onderhoud van kades en keringen en toename risico's van en bij overstroming. De betaalbaarheid van het huidige watersysteem in veengebieden staat onder druk.
<b>Mogelijke oplossingen en maatregelen: veenvernattig</b>
Door grondwaterstanden te verhogen (veenvernattig) neemt veenoxidatie - en daaraan gerelateerde negatieve effecten en schade - af. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maatregelen (herstel natuurlijk systeem leidend): plas-dras, land onder water, greppelinfiltratie, flexibel peilbeheer.</li> <li>• Maatregelen (huidige landgebruik leidend): verhogen oppervlaktewaterpeilen, dynamisch peilbeheer, waterinfiltratiesystemen (actief en passief).</li> <li>• Voormalige hoogveengebieden liggen meestal hoger dan de omgeving. Extra maatregelen zijn hier nodig om water in het veen vast te houden (bv. zonerings rondom veenresten, damwanden)</li> </ul>
<b>Aandachtspunten</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toename watervraag (en mogelijk watertekort). Wanneer grondwaterstanden op een vast peil worden gehouden (t.b.v. behoud huidige vorm van landbouw) leidt dit tot relatief grote wateraanvoer- en waterafvoerstromen. Ook in gebieden met een relatief dunne veenlaag en/of grenzend aan diepe polders (toename wegzijing) kan het verhogen van grondwaterstanden leiden tot een (sterke) toename van de watervraag. Het is daarom belangrijk om bij vernatten van veengebied het (grond)watersysteem op regionale schaal te beschouwen en – als mogelijk – lokaal of regionaal water vast te houden om ook tijdens droge perioden hoge grondwaterstanden in veen te kunnen garanderen. Dit levert een significante ruimteclaim op. Momenteel wordt onderzocht wat de uitwerking is van veen vernatten met brak of zout water.</li> <li>• Voor wateroverlast vanuit het oppervlaktewater zijn juridische normen vastgelegd als omgevingswaarden voor watersystemen (<a href="#">Nationaal Bestuursakkoord Water</a>). Vernattingsmaatregelen kunnen leiden tot overschrijding van deze normen en zijn dan juridisch niet haalbaar.</li> </ul>

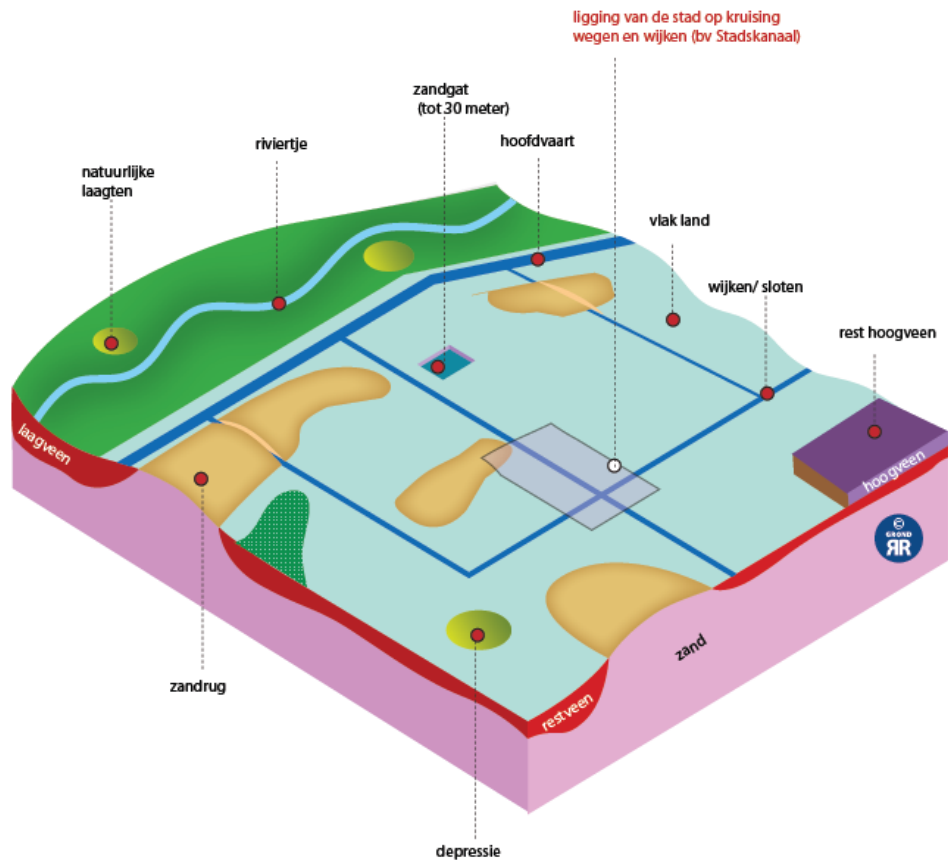
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verandering landgebruik. Verhogen van grondwaterstanden tot boven 40 cm onder maaiveld leidt tot lagere landbouwopbrengsten en/of aanpassing van de landbouwpraktijk. Bij nog hogere grondwaterstanden, plas-dras of wanneer land onder water wordt gezet, zal een omschakeling naar ander vormen van landbouw moeten worden gemaakt (bv. vezelteelten).</li> <li>• Methaanemissies. Door vernatting van veenweidegebied (grondwaterstanden ondieper dan 20 cm -mv) kan de emissie van het broeikasgas methaan (CH<sub>4</sub>) toenemen. Dit kan de afname van emissies CO<sub>2</sub> (deels) teniet doen.</li> <li>• Meekoppelkansen voor het verbeteren van waterkwaliteit en biodiversiteit bij veenvernatting.</li> <li>• Bij vernatting van veengebieden kunnen agrariërs en andere grondeigenaren aanspraak maken op CO<sub>2</sub> credits. Door de extra kosten die zij moeten maken voor monitoring is dit voor velen echter niet lonend.</li> <li>• Breed inzicht in kosten en baten (brede welvaartseffecten) van het al dan niet nemen van vernattingsmaatregelen op de (middel)lange termijn ontbreekt. Hierdoor is het lastig om afgewogen beleid te ontwikkelen en is het voor bestuurders niet mogelijk om gedragen beslissingen te nemen.</li> <li>• Aandachtspunten praktische implementatie: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ hoogteverschillen maaiveld binnen veengebieden bemoeilijken het nemen van maatregelen en maken het lastig om grondwaterstand overal omhoog te krijgen.</li> <li>○ is het duurzaam om grootschalig plastic buizen voor waterinfiltratiesystemen in het veen aan te brengen? Meer duurzame alternatieven zijn duur (biologisch afbreekbare buizen) of problematisch voor huidige bedrijfsvoering (greppelinfiltratie)</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Regionale strategie (voorbeelden)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veenweidestrategieën met uitvoeringsprogramma's in omgevingsvisies met uitvoeringsprogramma's in Friesland, Groningen, Overijssel, Drenthe, Zuid-Holland, Noord-Holland, Utrecht.</li> <li>• Doelstellingen in verschillende waterbeheerprogramma's en blauwe omgevingsvisies: <a href="#">Waterbeheerprogramma Amstel, Gooi en Vecht 2022-2027</a>; <a href="#">Blauw omgevingsprogramma Waterschap Vallei en Veluwe 2022-2027</a>; <a href="#">Waterbeheerprogramma Waterschap Stichtse Rijnlanden 2022-2027</a>; <a href="#">Fryslân Klimaatbestendig 2050+</a></li> </ul>

<p><b>OPGAVE 2: VERSLECHTERING GRONDWATERKWALITEIT</b></p>
<p><b>Toelichting opgave</b></p> <p>Huidige landbouwactiviteiten leiden tot verontreiniging van bodem en (grond)water met nitraat, fosfaat en pesticiden. Gevolgen: gezondheidsrisico's en het niet behalen van KRW-doelen. Daarnaast:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• leidt een steeds hogere dichtheid van doorboringen van slechtdoorlatende veen- en kleilagen (t.b.v. ondergrondse infrastructuur en bodemenergie) tot risico's op verspreiding van verontreinigingen en verzilting door het grondwater.</li> <li>• leidt vernatting van veenweide potentieel tot een piek aan uitspoeling van landbouwverontreinigingen uit het bodem- en grondwatersysteem naar het oppervlaktewater. Dit kan het behalen van de KRW-doelen (op korte termijn) bemoeilijken.</li> </ul>
<p><b>Mogelijke oplossingen en maatregelen: bronaanpak en natuurlijke barrières</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bronaanpak: verlagen mestgift en (verbod) gebruik pesticiden, zorgvuldig gebruik van stoffen, vervangen stoffen door minder verontreinigende stoffen, aanscherpen vergunningverlening, toezicht en handhaving</li> <li>• zorg voor behoud van natuurlijke barrières: voorkomen lekkages langs doorboringen veen- en kleilagen (beleid en beheer)</li> <li>• voorkomen van verontreiniging bij veenvernatting door versterken natuurlijke barrière bodem en vegetatie op de plaatsten waar het water de bodem in trekt (bv. uitmijnen, helofytenfilters)</li> </ul>

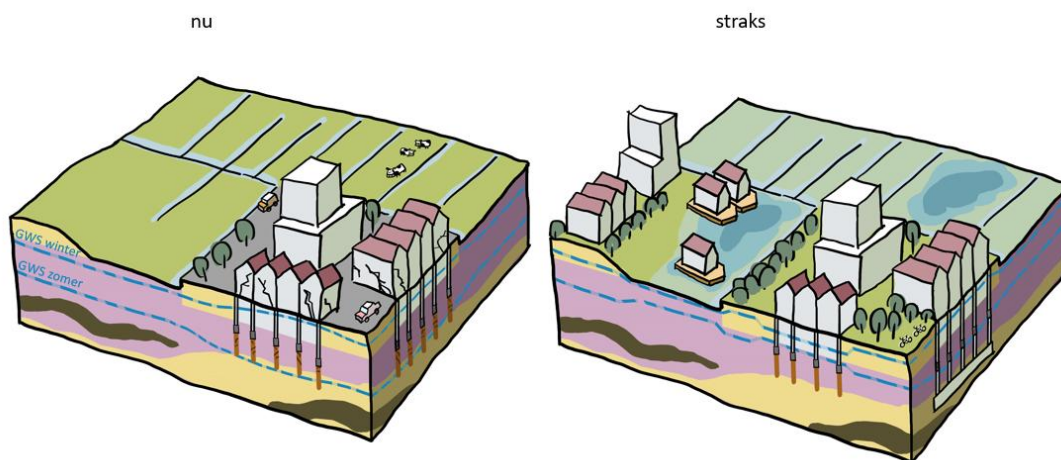
<b>Aandachtspunten</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bronaanpak: verlagen mestgift en (verbod) gebruik pesticiden, zorgvuldig gebruik van stoffen, vervangen stoffen door minder verontreinigende stoffen, aanscherpen vergunningverlening, toezicht en handhaving</li> <li>• Zorg voor behoud van natuurlijke barrières: versterken van de natuurlijke barrières in de bodem en voorkomen lekkages langs doorboringen kleilagen (beleid en beheer)</li> <li>• Versterken van natuurlijke barrière bodem en vegetatie op de plaatsten waar het water de bodem in trekt.</li> </ul>
<b>Regionale strategie (voorbeelden)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Fryslân Klimaatbestendig 2050+</u></li> </ul>



Figuur 7.1 Schematische weergave van gebiedstype 'Veenweidegebieden'. Bron: [Startpagina Gidsmodellen | Gidsmodellen](#)



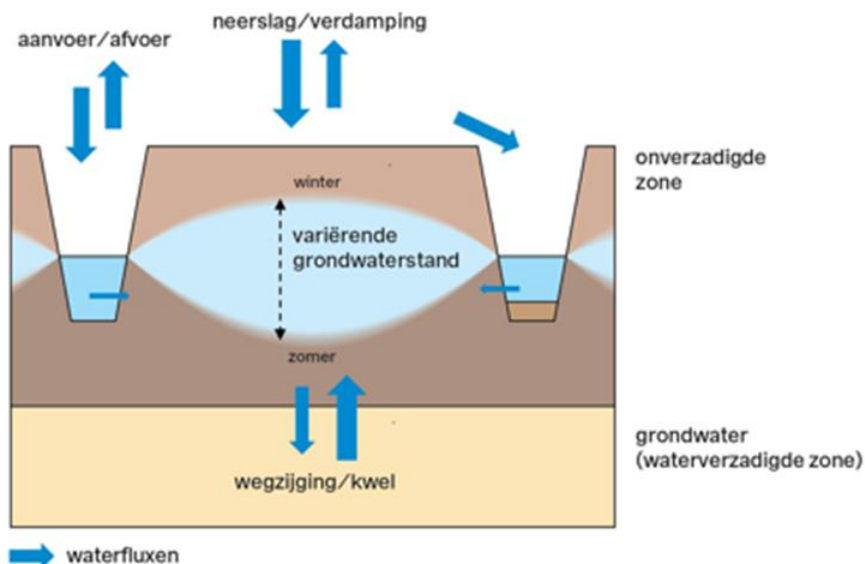
Figuur 7.2 Schematische weergave van gebiedstype 'Veenkoloniën'. Bron: [Startpagina Gidsmodellen | Gidsmodellen](#)



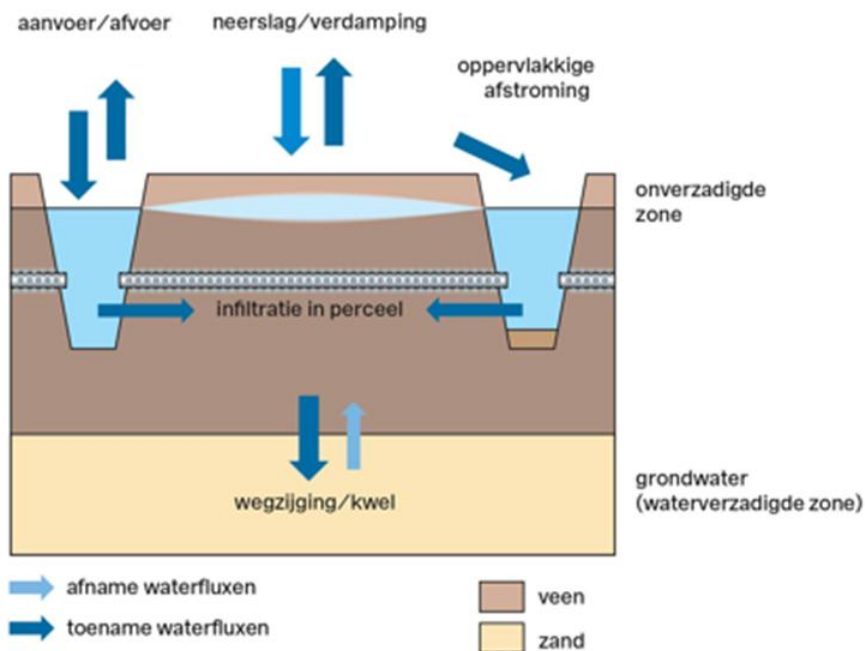
Figuur 7.3 Situatie van veenweidegebied met stedelijk gebied in Laag Nederland in de huidige situatie (links) en in een mogelijke toekomstige situatie waarbij vernatting van veenweide is toegepast en er in bestaand en nieuw stedelijk gebied rekening is gehouden met veranderingen van grondwaterstanden:

- nieuwe bebouwing in minder kwetsbare gebieden;
- nieuwe bebouwing aanpassen op vernatting en grondwaterdynamiek;
- bestaande bebouwing aanpassen aan grondwaterdynamiek (oa. andere fundering);
- actief grondwaterbeheer bij bebouwing die niet (op korte termijn) kan worden aangepast.

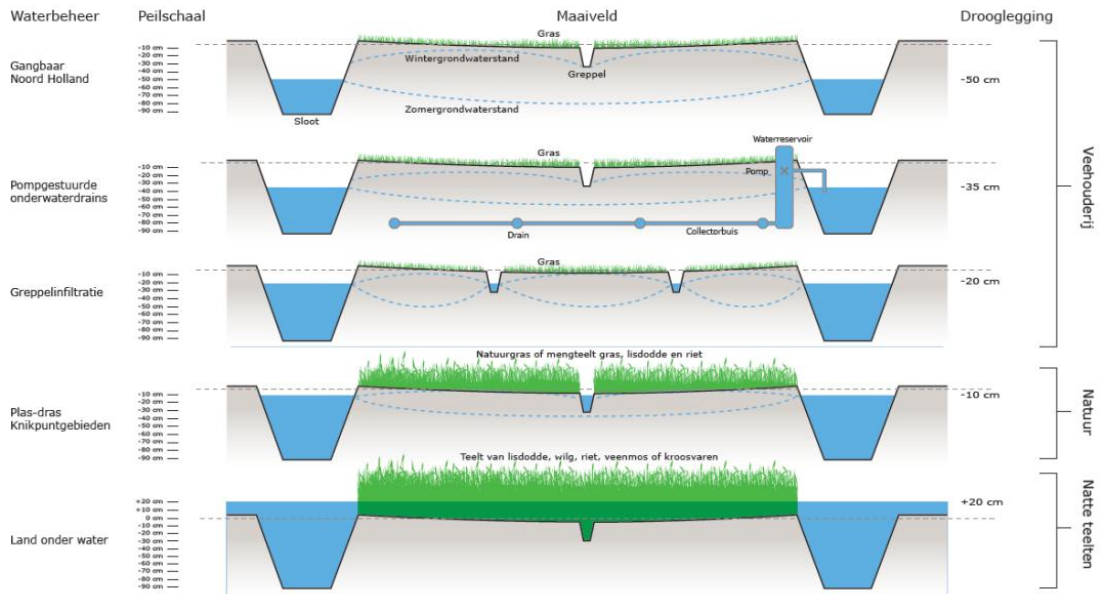
### situatie zonder vernatting



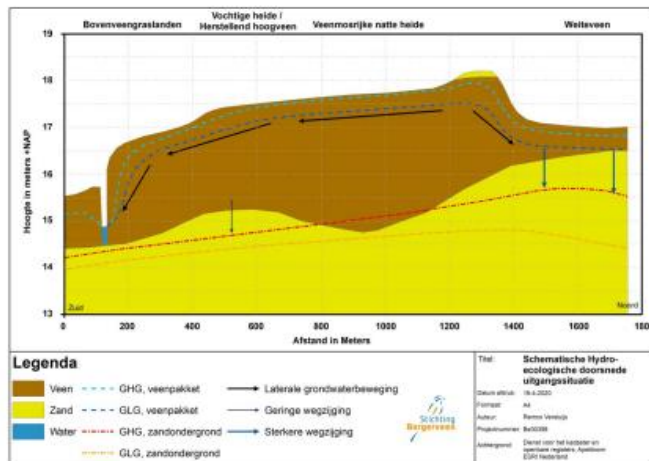
### situatie met vernatting



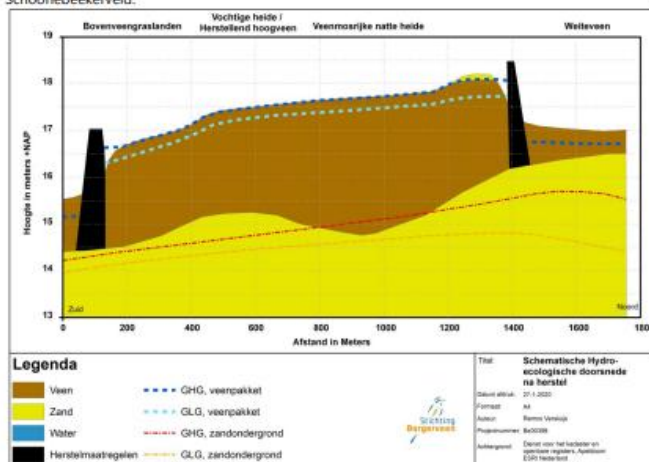
Figuur 7.4 Schematische doorsnede van een veenweidegebied op perceelschaal zonder (boven) en met (onder) vernattingsmaatregelen. Pijlen geven de belangrijkste waterstromen weer. In de onderste figuur is een verandering van de waterstroom in richting of omvang (grootte en kleur pijlen) weergegeven ten opzichte van de situatie zonder vernatting (bovenste figuur). Illustratieve animaties zijn te vinden op de website van het [NOBV](#).



Figuur 7.5 Maatregelen voor vernatten van veen in veenweidegebieden. Bron: [Hoving et al., 2020](#)



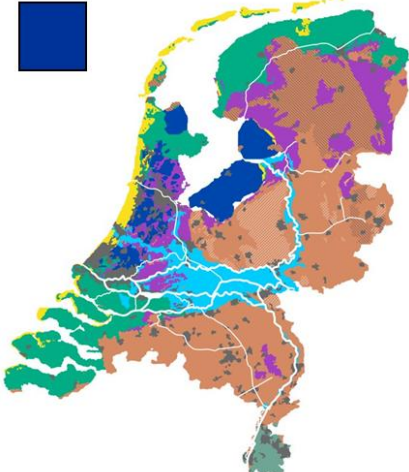
Afb. A. Schematische weergave van het huidige hydro-ecologisch functioneren van het Schoonebeekveld.



Afb. B. Schematische weergave van het hydro-ecologisch functioneren van het Schoonebeekveld na uitvoering van de voorgestelde herstelmaatregelen.

Figuur 7.6 Schematische weergave van het hydro-ecologisch functioneren van het Schoonebeekveld na uitvoering van de voorgestelde herstelmaatregelen. Bron: [012447 5104 landschapsecologische systeemanalyse schoonebeek-hydrotheek -stowa- 542237.pdf](#)

## 8 Factsheet grondwater in droogmakerijen

KARAKTERISTIEKEN NATUURLIJK GRONDWATERSYSTEEM	
<p>Droogmakerijen zijn drooggelegde meren, vaak grenzend aan laagveen- en zeekleigebieden. Karakteristiek is symmetrische blokverkaveling en continue uitmalen van kwel- en regenwater. De aanleg van droogmakerijen werd ingegeven door behoefte aan landbouwgrond en waterveiligheid. De eerste droogmakerijen dateren uit de 16e eeuw. Het maaiveld van de diepste droogmakerijen in Nederland ligt op circa 6 m onder NAP. Droogmakerijen komen voornamelijk voor in Noord-Holland, Zuid-Holland en Flevoland.</p> <p>De afbeeldingen onder deze factsheet geven een visuele indruk van het grondwatersysteem in droogmakerijen: Figuur 8.1, Figuur 8.2 en Figuur 8.3.</p> <p>Bronnen: <a href="#">Droogmakerij   Gidsmodellen</a>, <a href="#">Brakke kwel   STOWA</a>, <a href="#">Hendriks ea. (2023)</a>, <a href="#">De Louw et al., 2010</a>; <a href="#">De Louw, 2013</a>; <a href="#">Alterra, 2008 factsheet</a>.</p>	
Grondwaterdiensten	
Diensten passend bij natuurlijk systeem	Droogmakerijen hebben per definitie een onnatuurlijk grondwatersysteem en daarom geen (puur) natuurlijke grondwaterdiensten.
Overige diensten (mogelijk gemaakt door technische ontwikkeling)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schone bodems en grondwater (gezondheid; natuur/ biodiversiteit)</li> <li>• Bij voldoende ontwatering (gws &gt; 40 cm onder maaiveld): grondwatercondities (zilte) landbouwgewassen</li> <li>• Bij beperkte ontwatering (gws rond maaiveld/ plas dras):             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ grondwatercondities (zilte) natte teelten</li> <li>○ grondwatercondities t.b.v. tegengaan rottingsprocessen ondergrond (paalrot, archeologische waarden)</li> <li>○ vastleggen koolstof óf beperken broeikasgasemissies</li> </ul> </li> <li>• In het geval van zoet kwelwater en/of zoet grondwater in diepere ondergrond:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ grondwater als bron voor drinkwater</li> <li>○ grondwater voor landbouw: drenken van vee beregening, irrigatie en voorkomen vorstschade</li> <li>○ grondwater voor industrie: als grondstof, voor koelen, transport, proceswater, oplosmiddel</li> </ul> </li> <li>• In geval van brakke kwel / brak water in diepere ondergrond:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ grondwater als bron voor drinkwater (na ontzilting) en vermindering zoutbelasting oppervlaktewater</li> </ul> </li> <li>• Grondwater als opslagmedium voor, of bron van, warmte/koude</li> </ul>
Samenstelling bodem en ondergrond	
Bodemtype	Zavel/klei (lokaal dunne organische bodems)
Ondergrond	Afwisseling klei en zand (organische, kalkrijke mariene afzettingen)

Slecht doorlatende lagen	Ja
<b>Grondwaterkwantiteit</b>	
Herkomst grondwater	neerslag, kwel
Grondwaterstand	0 tot > 120 cm – mv (grondwatertrap: II-VII)
Grondwaterdynamiek	10 cm tot meer dan een meter
Stroming grondwater	Kwel (vanuit omliggend gebied)
Ondergrond met potentie zoetwaterwinning	0 tot 20 m (Flevoland: tot 500 m; door kwelwater vanuit zandgebieden)
<b>Grondwaterkwaliteit</b>	
Natuurlijke samenstelling	Zoet of brak, lokaal variërend (afhankelijk van herkomst van kwelwater). Kalkrijk met pH>7. kan van nature nutriëntenrijk zijn.
Verontreinigingsbronnen	Er is verontreiniging vanuit de landbouw, waaronder pesticiden. Kwel is vaak nutriëntenrijk en brakke of zoute kwel (met name in droogmakerijen in west Nederland) belast de waterkwaliteit van het oppervlaktewater.
Ouderdom grondwater	Grondwater is relatief oud (grondwater op 10 meter diepte is meer dan 100 jaar eerder geïnfiltrerd)
Natuurlijke barrières tegen verspreiding verontreiniging	Wisselend (wisselend zelfreinigend vermogen bodem; relatief sterke geochemische barrière; sterke fysieke barrière); Vanwege kwelsituatie is verspreiding van verontreiniging naar dieper grondwater zeer beperkt.

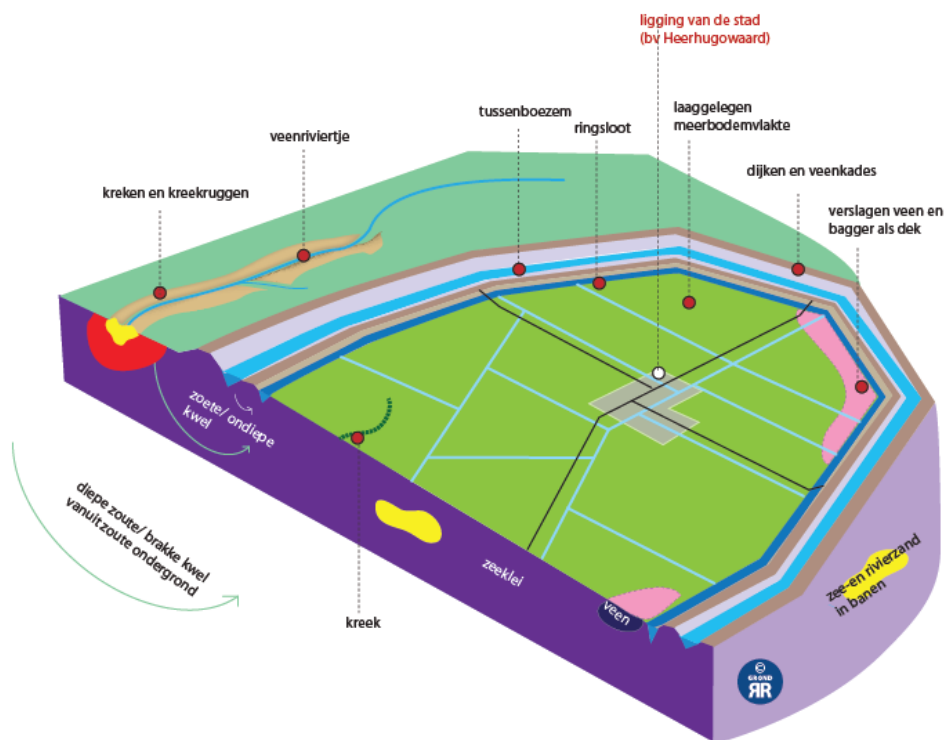
<b>OPGAVE 1: INTERNE VERZILTING</b>	
<b>Toelichting opgave</b>	
<p>In de ondergrond komt zout en brak grondwater voor; deels betreft dit water in mariene sedimenten die in zee zijn afgezet (mariene sedimenten) en deels is dit veroorzaakt door langdurige overstroming vanuit zee. Door aanleg van droogmakerijen en polders is zoute kwel ontstaan (zie Figuur 8.2 en <a href="#">numerieke animatie</a>). Tijdens droogte en bij beperkte beschikbaarheid van zoet water uit grote rivieren om 'door te spoelen' leidt zoute kwel tot verzilting van het oppervlaktewater, het ondiepe grondwater en soms zelfs de wortelzone. In al deze gevallen spreken we over interne verzilting (<a href="#">Alterra, 2008 factsheet</a>). Interne verzilting zorgt voor een afname van de landbouwopbrengst van de huidige landbouwgewassen, welke niet/ beperkt zout-tolerant zijn.</p>	
<b>Mogelijke oplossingen en maatregelen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Doorspoelen met zoet water uit omringende oppervlaktewateren/ vanuit grote rivieren.</li> <li>- Peilopzet om brakke / zoute kwel te verminderen</li> <li>- Hydrologische isolatie van gebieden met zoet en brakke / zoute kwel (door plaatsen stuwen) en dichten van wellen (<a href="#">voorbeeld Haarlemmermeer</a>)</li> <li>- Brakwaterwinning met tweeledig doel: zoutbelasting van het oppervlaktewater te reduceren en brak water te benutten voor de productie van drinkwater (<a href="#">voorbeeld Horstermeerpolder</a>)</li> <li>- Aanleggen zoetwaterbuffers (vasthouden neerslag) / lokale zoetwatervoorziening</li> <li>- 'Meebewegen' bijv. door aanpassing agrarisch landgebruik aan brakke omstandigheden en/of hogere peilen</li> </ul>	
<b>Aandachtspunten</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gevolgen voor agrariërs. Aanpassen van agrarisch landgebruik voor hogere grondwaterstanden en/of ziltere omstandigheden kan voor de boeren en telers in het gebied ingrijpende gevolgen hebben voor wat bedrijfsvoering en verdienvermogen.</li> <li>• Gevolgen voor waterkwaliteit en natuur/ biodiversiteit. Het toelaten van hogere chloride concentraties heeft ook effect op de natuur/ biodiversiteit in droogmakerijen en het beheer</li> </ul>	

van deze natuurgebieden. Daarnaast kan het verhogen van grondwaterstanden en beperken van doorspoeling gevolgen hebben voor de concentraties van verontreinigingen in de droogmakerijen en de wateren waar het water uit de droogmakerijen naartoe wordt gepompt.

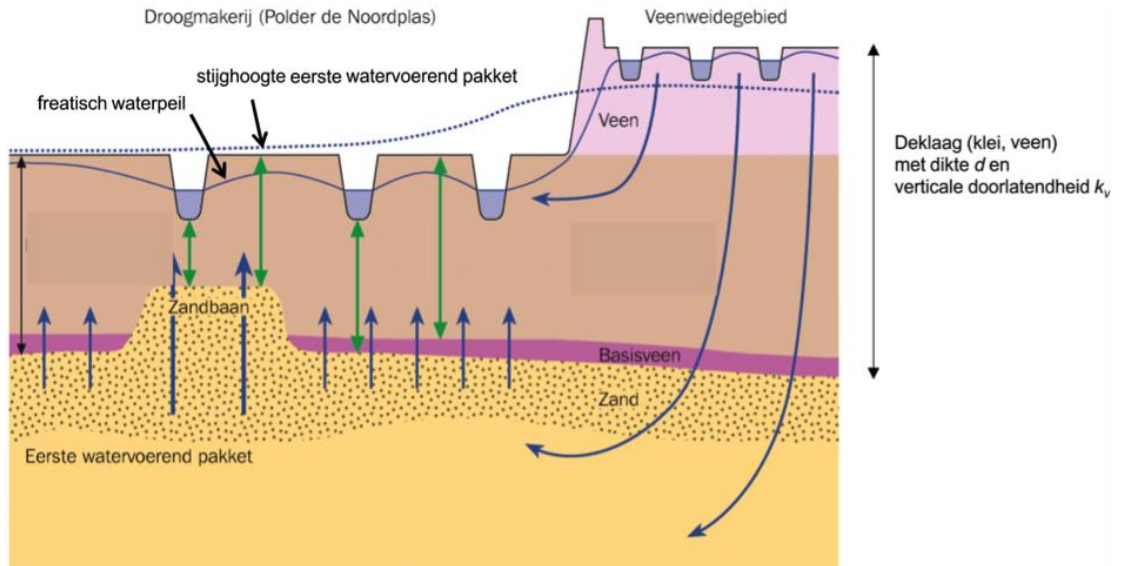
- Gevolgen voor bebouwde omgeving. Het verhogen van grondwaterstanden en peilen in droogmakerijen kan effect hebben op gebouwen en infrastructuur doordat ook op deze locaties grondwaterstanden stijgen en kwelstromen veranderen. Deze grondwateroverlast kan schade veroorzaken en/of aanpassingen (en dus investeringen) vergen in de bebouwde omgeving.

#### Regionale strategie (voorbeelden)

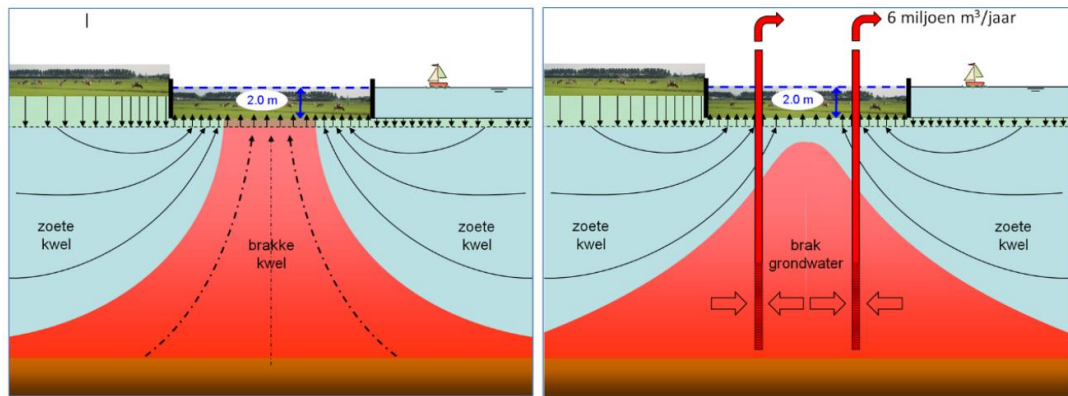
- DeltaFact Brakke kwel | STOWA geeft een overzicht van mogelijke strategieën om met verzilting om te gaan.




Figuur 8.1 Schematische weergave van gebiedstype 'Droogmakerijen'. Bron: [Startpagina Gidsmodellen | Gidsmodellen](#)



Figuur 8.2 Schematische weergave gebiedstype 'Droogmakerij' en naastgelegen veenweidegebied (rechts) met grondwaterstanden en -stroming. Bron: [Brakke kwel](#) | STOWA



Figuur 8.3 Schematische weergave droogmakerij. Links: huidige situatie, brak grondwater kwelt op in de polder. Rechts: voorgestelde situatie: door de onttrekking van brak grondwater blijft het water in de polder zoet (Waternet, 2020 via [Deltares, 2024](#)).

<b>KARAKTERISTIEKEN NATUURLIJK GRONDWATERSYSTEEM</b>	
<p>Het landschap van de laaglandrivieren ligt globaal tussen de plaats waar de Rijn vanuit Duitsland Nederland binnenstroomt tot aan de Zuidwestelijke delta aan de Noordzeekust. Door dit gebied stromen de Rijntakken en de benedenloop van de Maas. In het oosten van Nederland ligt het rivierengebied ingebed in het heuvelland (Zuid-Limburg) en zandgebieden. In het westen stromen de rivieren door veen- en zeeleigebieden. Kenmerkend voor het rivierengebied is dat de rivieren hier dikke pakketten zand en klei hebben afgezet. Hier is een landschap ontstaan met oeverwallen en komgronden, uiterwaarden met strangen, dijken en wielen.</p> <p>De afbeeldingen onder deze factsheet geven een visuele indruk van het grondwatersysteem in het rivierengebied: Figuur 9.1 en Figuur 9.2</p> <p>Bronnen: <a href="#">Rivierengebied</a>   <a href="#">Gidsmodellen</a> <a href="#">Grondwater in Limburg</a></p>	
<b>Grondwaterdiensten</b>	
Grondwaterdiensten passend bij natuurlijk systeem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwatercondities terrestrische natuur</li> <li>• Grondwatercondities voor landbouw</li> <li>• Grondwatercondities voor stabiliteit bodems en waterwerken (dijken, keringen, etc.)</li> <li>• Grondwatercondities t.b.v. tegengaan rottingsprocessen ondergrond (paalrot, archeologische waarden)</li> <li>• Schone bodems en grondwater (gezondheid)</li> </ul>
Overige diensten (door technische ontwikkeling)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwaterwinning vanuit oeverwallen en grindafzettingen rond de Maas (Zuid-Limburg)</li> </ul>
<b>Samenstelling bodem en ondergrond</b>	
Bodemtype	Klei/ silt/ zand (rivierafzettingen)
Ondergrond	Klei/ silt/ zand (oude rivierafzettingen)
Slecht doorlatende lagen	Lokaal (kleilagen); op grotere diepte in delen van het gebied slecht doorlatende lagen
<b>Grondwaterkwantiteit</b>	
Herkomst grondwater	Neerslag, rivierwater
Grondwaterstand	0 tot > 160 cm – mv; Grondwatertrap: III-VIII; variatie in rivierpeil zorgt voor fluctuatie grondwaterstand.
Grondwaterdynamiek	10 cm tot meer dan een meter
Stroming	Kwel/wegzijging (van en naar rivier/ uiterwaarden)

Ondergrond met potentie zoetwaterwinning	5 tot 500 m <sup>7</sup>
<b>Grondwaterkwaliteit</b>	
Natuurlijke samenstelling	Zoet grondwater, relatief nutriëntenrijk met neutrale pH (~7).
Verontreinigingsbronnen	Industrie, steden en landbouw zijn bronnen van verontreiniging. Verontreiniging kan ook vanuit België en Duitsland komen.
Ouderdom grondwater	grondwater is relatief jong (grondwater op 10 meter diepte is minder dan 20 jaar eerder geïnfiltreerd)
Natuurlijke barrières tegen verspreiding verontreiniging	Sterk (sterk zelfreinigend vermogen bodem; sterke geochemische barrière; sterke fysieke barrière)

## OPGAVE 1: STERKE TOENAME DYNAMIEK GRONDWATERSTANDEN

### Toelichting opgave

Klimaatverandering zorgt voor een grotere variabiliteit van de afvoer van de Rijn en de Maas. Dit leidt tot een toename van de dynamiek van rivierwaterpeilen en - in samenhang daarmee - een toename van de grondwaterstanddynamiek in het rivierengebied. Deze toegenomen dynamiek komt bovenop het effect van meteorologische extremen op het grondwater:

- Perioden met lagere rivierafvoeren en - daarmee samenhangend - lagere grondwaterstanden kunnen leiden tot een afname van de stabiliteit van dijklichamen en bodems in rivierengebieden met klei- en veenbodems. Dit zorgt voor schade aan infrastructuur en gebouwen en mogelijk een verzwakking van dijklichamen.
- Ook wordt in perioden met lage rivierafvoeren meer grondwater onttrokken, omdat er minder/ geen mogelijkheid is voor het inlaten van rivierwater (van een goede kwaliteit). Dit kan leiden tot verdere verlaging van de grondwaterstand.
- Perioden met hoge afvoeren gaan gepaard met hogere grondwaterstanden en een toename van kwelstroming onder dijklichamen. Dit kan zorgen voor grondwateroverlast en verzwakking van dijklichamen. De toename van grondwaterstanddynamiek kan effect hebben op de landbouw(productiviteit) en grondwaterafhankelijke natuur in het rivierengebied.

### Mogelijke oplossingen en maatregelen

- Aanpassen bebouwing, landbouw en natuur aan toenemende grondwaterdynamiek
- Uitbreiding monitoren stabiliteit dijklichamen, waaronder monitoren grondwaterstanden in dijklichaam/ kwelstromen onder dijklichaam.
- Sturen op minimale rivierwaterpeilen, om een te grote verlaging van grondwaterstanden (in/onder dijklichamen) te voorkomen.

### Aandachtspunten

- Het voorkomen van een toename van de variabiliteit in rivierafvoeren als gevolg van klimaatverandering is lastig. Grensoverschrijdende samenwerking met bovenstroomse landen (mn. Duitsland, België, Frankrijk) kan mogelijkheden bieden.
- Er is een toenemende agrarische interesse in het gebied voor fruit- en bometeelt, vanwege de daarvoor geschikte bodemeigenschappen. Deze gewassen zijn relatief kwetsbaar, maar zullen in toenemende mate rekening moeten houden met een toename van de grondwaterdynamiek.
- Wie staat individuele huiseigenaren bij die kosten moeten maken om schades te herstellen en/ of noodzakelijke investeringen te doen om woningen 'klimaatrobuust' te maken (in dit geval: beter bestand tegen verzakkingen en grondwateroverlast)?

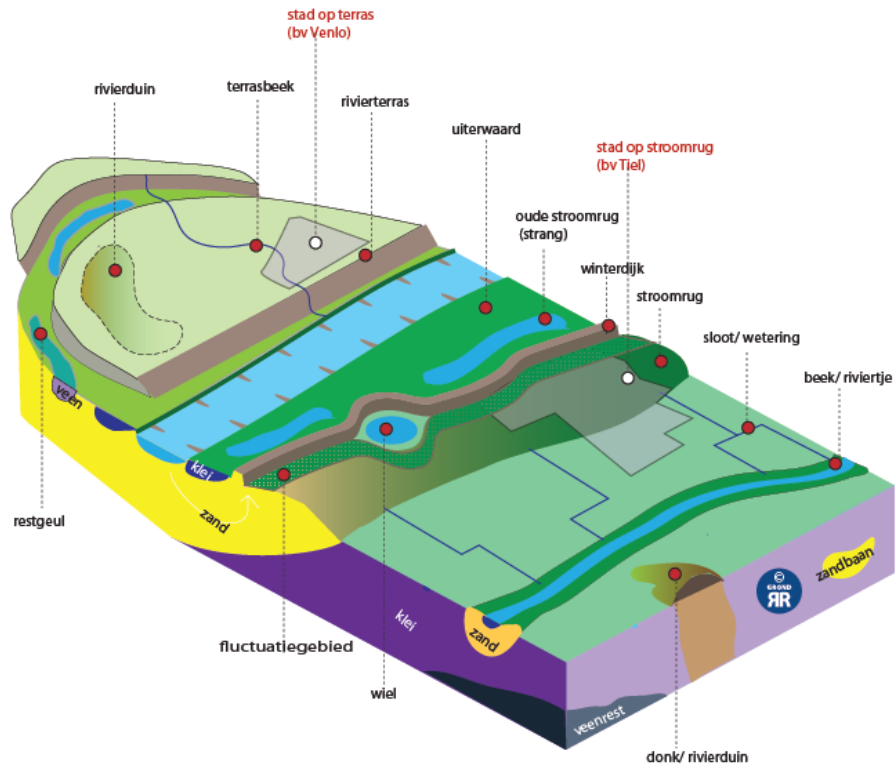
<sup>7</sup> Limburg: Op kleine schaal kan water worden gewonnen uit de grinden van het Laagterras van de Maas. Grindafzettingen van hooggelegen, oudere Maasterrassen zijn meestal droog.

<b>Regionale strategie (voorbeelden)</b>
Niet bekend op het moment van schrijven.

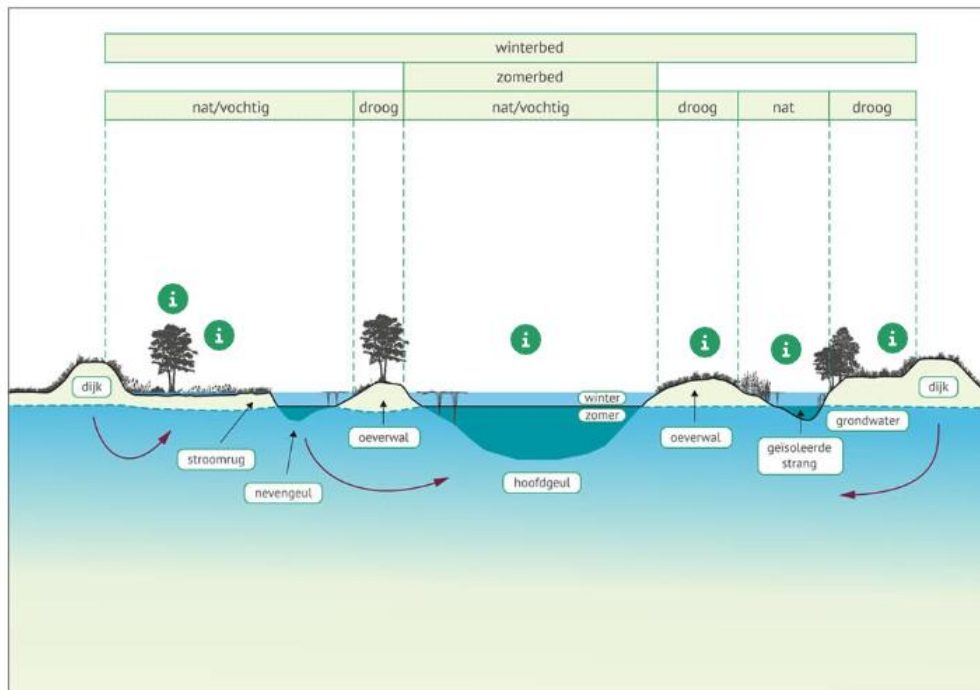
<b>OPGAVE 2: VERONTREINIGING GRONDWATER DOOR INLAAT RIVIERWATER</b>
<b>Toelichting opgave</b>
Tijdens droge perioden wordt (extra) water ingelaten vanuit rivieren in het omliggende gebied, met name ten behoeve van de fruit- en boomteelt. Dit water - van relatief slechte kwaliteit - infiltreert en zorgt voor een (extra) bron van verontreiniging van bodem en grondwater. Grondwatergebruikers - waaronder drinkwaterbedrijven - in het rivierengebied kunnen (op termijn) te maken krijgen met verontreinigd grondwater en hogere kosten voor zuivering.
<b>Mogelijke oplossingen en maatregelen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergroten van het inzicht in de omvang van deze opgave: meer onderzoek nodig.</li> <li>• Bufferen van zoet water (boven- en ondergronds) tijdens natte perioden voor gebruik tijdens droge perioden, zodat inlaten van rivierwater met slechte kwaliteit niet nodig is.</li> <li>• Afspraken maken over onder welke omstandigheden al dan niet rivierwater ingelaten mag worden.</li> </ul>
<b>Aandachtspunten</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Er is een toenemende agrarische interesse in het gebied voor fruit- en bometeelt, vanwege de daarvoor geschikte bodemeigenschappen. Vanwege de kwetsbaarheid van deze gewassen voor droogte, kan dit leiden tot een extra toename van de watervraag in het gebied tijdens droge perioden.</li> <li>• Bufferen van zoet water kost ruimte (bovengronds of ondergronds) en/of geld (aanleg van bassin of infiltratie- en terugwinfaciliteit). Hoe kan dit worden ingepast in de omgeving (3D) en wegen de kosten op tegen de opbrengsten van het bufferen van water?</li> </ul>
<b>Regionale strategie (voorbeelden)</b>
Niet bekend op het moment van schrijven.

<b>OPGAVE 3: TOENAME WELLEN EN RISICO'S OP INSTABILITEIT DIJKEN</b>
<b>Toelichting opgave</b>
Verandering van de variabiliteit van rivierafvoeren, toename van erosie van rivierbodems en aanpassingen aan rivierlopen en kanalen (verdiepen, baggeren, verleggen/ verbreden van waterlopen) kunnen leiden tot een toename van kwelstromen vanuit de waterlopen onder de dijklichamen naar het omliggende gebied. Als gevolg hiervan kan de stabiliteit van dijken worden aangetast en kunnen wellen ontstaan in de zones achter de dijk. Wellen kunnen een nadelig effect hebben op agrarisch landgebruik en/of bebouwing in deze zones. Deze opgave speelt vooral in gebieden waar het omliggende gebied lager ligt dan het oppervlaktewaterpeil.
<b>Mogelijke oplossingen en maatregelen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Om het optreden van kwelstromen te voorkomen dient bij het plannen en uitvoeren van aanpassingen aan rivieren en kanalen rekening te worden gehouden met de lokale grondwatersituatie en de mogelijke gevolgen van aanpassingen op de grondwaterstroming.</li> <li>• Aanbrengen van een slechtdoorlatende laag op de bodem van plekken in rivieren en kanalen waar deze is verdwenen als gevolg van erosie of baggerwerkzaamheden.</li> </ul>

<b>Aandachtspunten</b>
De genoemde oplossingen kunnen leiden tot (veel) hogere kosten.
<b>Regionale strategie (voorbeelden)</b>
Niet bekend op het moment van schrijven.




Figuur 9.1 Schematische weergave van gebiedstype 'Rivierengebied'. Bron: [Startpagina Gidsmodellen | Gidsmodellen](#)



Figuur 9.2 Doorsnede van een laaglandrivier en omliggend landschap en (grond)watersysteem. Bron: *Rivierenlandschap | Natuurkennis*

# 10 Factsheet grondwater in zandgebieden

KARAKTERISTIEKEN NATUURLIJK GRONDWATERSYSTEEM	
<p>In Nederland komen verschillende typen zandgebieden voor: dekzandgebieden, rivierterrassen en keileemgebieden. Ondanks de landschappelijke en historische verschillen, vertonen deze zandgebieden veel overeenkomsten op het gebied van grondwater. In dit perspectief beschouwen we de verschillende typen zandgebieden daarom als één gebiedstype. <i>Stuwwallen</i> zijn relatief hoge heuvels in het zandlandschap, opgestuwd door het landijs in de voorlaatste ijstijd, zoals Veluwe en Utrechtse Heuvelrug. Kenmerkend zijn de grote hoogteverschillen, hellingen met droge dalen en sprengbeken.</p> <p>De afbeeldingen onder deze factsheet geven een visuele indruk van het grondwatersysteem in het zandgebied: Figuur 10.1, Figuur 10.2, Figuur 10.3, Figuur 10.4 en Figuur 10.5.</p> <p>Bronnen: <a href="#">Dekzand   Gidsmodellen</a>, <a href="#">Stuwwallen   Gidsmodellen</a>; <a href="#">Van den Eertwegh et al. (2021)</a>, <a href="#">Hendriks et al. (2023)</a>, <a href="#">programma ZON</a>, <a href="#">KLIMAP</a>, <a href="#">Meeusen et al. (2023)</a>, <a href="#">STOWA (2025)</a>, <a href="#">Verweij et al., 2022</a></p>	
Grondwaterdiensten	
Grondwaterdiensten passend bij natuurlijk systeem: ruggen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor van diepe regionale grondwaterstromen</li> </ul> <p><i>NB. in kleileemgebieden met dunne grondwatervoorkomens is deze dienst zeer beperkt.</i></p>
Grondwaterdiensten passend bij natuurlijk systeem: flanken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwatercondities landbouwgewassen vanuit natuurlijke condities</li> <li>• Lokaal water voor drinkwater, drenken vee en irrigatie vanuit natuurlijke grondwaterbronnen in kwelzones</li> </ul>
Grondwaterdiensten passend bij natuurlijk systeem: beekdalen/ natuurlijke laagtes/ lage flanken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwatercondities terrestrische en aquatische natuur</li> <li>• Grondwatercondities t.b.v. tegengaan rottingsprocessen ondergrond</li> <li>• Water voor drinkwater, drenken vee en irrigatie vanuit natuurlijke grondwaterbronnen in kwelzones en grondwater-gevoede beken</li> </ul>
Overige diensten (door technische ontwikkeling)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwater als bron voor drinkwater</li> <li>• Grondwater voor landbouw: drenken van vee beregening, irrigatie en voorkomen vorstschade</li> <li>• Grondwater voor industrie: als grondstof, voor koelen, transport, proceswater, oplosmiddel</li> <li>• Grondwater als opslagmedium voor, of bron van, warmte en koude</li> </ul> <p><i>NB. in kleileemgebieden met dunne grondwatervoorkomens zijn deze diensten zeer beperkt mogelijk.</i></p>

<b>Samenstelling bodem en ondergrond</b>	
Bodemtype	Zand (in delen van gebied kleilagen in ondiepe ondergrond)
Ondergrond	Zand (en kleilagen: in oost-Nederland geohydrologische basis ondiep; in Twente en Drenthe kleileem; in stuwwallen kleischotten)
Slecht doorlatende lagen	Wisselend (met name in oosten van Drenthe, Overijssel, Gelderland, Noord-Brabant en Limburg)
<b>Grondwaterkwantiteit</b>	
Herkomst grondwater	Neerslag (in nagenoeg hele gebied geen wateraanvoer mogelijk)
Grondwaterstand	25 tot > 160 cm – mv. grondwatertrap: IIIb-VIII; in hoger gelegen delen (oa. stuwwallen) jaarrond diepe grondwaterstanden (> 140 cm - mv). In lokale laagtes en beekdalen ondiepere grondwaterstanden.
Grondwaterdynamiek	40 - 100 cm in beekdalen, laagtes, lage flanken en gebieden waar keileem ondiep voorkomt; meerdere meters in stuwwallen
Stroming	Wegzijging/ kwel in lokale laagtes en beekdalen. Regionale en lokale grondwaterstroming.
Ondergrond met potentie zoetwaterwinning	0 tot 500 m (geen dikte in gebieden met ondiep voorkomen van keileem, mn. Twente en Achterhoek; grote dikte in stuwwallen, centrale slenk Noord-Brabant en Limburg)
<b>Grondwaterkwaliteit</b>	
Natuurlijke samenstelling	Zoet en lichtzuur (pH 6), stuwwallen kunnen nutriëntenrijk zijn.
Verontreinigingsbronnen	Landbouw, industrie en steden zijn bronnen van verontreiniging
Ouderdom grondwater	<ul style="list-style-type: none"> <li>• grondwater in hoge delen is relatief jong (grondwater op 10 meter diepte is minder dan 20 jaar eerder geïnfiltreerd)</li> <li>• grondwater in lage delen is relatief oud (grondwater op 10 meter diepte is meer dan 60 jaar eerder geïnfiltreerd – in de hoge delen van het gebied)</li> </ul> lage delen > 100; hoge delen < 20 (in hoger gelegen gebied is water op diepte relatief jong)
Natuurlijke barrières tegen verspreiding verontreiniging	Zwak/ wisselend (geen zelfreinigend vermogen bodem; geen geochemische barrière; geen fysieke barrière (in gebieden met kleileem matige fysieke barrière). De bodem is niet organisch rijk, wat de omzettingen door bodemorganismen beperkt. De ondergrond bevat weinig mineralen die geochemische afbraak of vastlegging kunnen stimuleren. De doorlatendheid is laag tot matig.

<b>OPGAVE 1: VERDROGING NATUUR (EN LANDBOUW)</b>
<b>Toelichting opgave</b>
Ten behoeve van intensieve landbouw zijn de grondwaterstanden kunstmatig (ontwatering/ drainage). Daarnaast leiden gewassen met een hoog watergebruiken grondwateronttrekkingen voor irrigatie voor een verlaging van grondwaterstanden tijdens het groeiseizoen. Als gevolg hiervan is ook in naast- en nabijgelegen natuurgebieden is de grondwaterstand gedaald en drogen vennen op. Gevolg is een achteruitgang van biodiversiteit in deze gebieden. De toename van droge perioden (duur, frequentie en intensiteit) als gevolg van klimaatverandering versterkt deze opgave.

<b>Mogelijke oplossingen en maatregelen</b>
Het verhogen van de grondwaterstanden is de belangrijkste oplossing. Verkennend onderzoek naar de effectiviteit van vernattingsmaatregelen heeft getoond dat verdroging van natuur kan worden tegengegaan door drainage te verwijderen en grondwateronttrekkingen te beperken in bufferzones van 500 m rond natuurgebieden.
<b>Aandachtspunten</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Het toepassen van vernattingsmaatregelen in bufferzones rond natuur zorgt ook voor een stijging van grondwaterstanden in deze bufferzones. Dit kan leiden tot een toename van natschade in de landbouw tijdens natte perioden. Tijdens droge perioden kan de vernatting echter ook zorgen voor een afname van de droogteschade in de landbouw.</li> <li>• Voor wateroverlast vanuit het oppervlaktewater zijn juridische normen vastgelegd als omgevingswaarden voor watersystemen (<a href="#">Nationaal Bestuursakkoord Water</a>). Vernattingsmaatregelen kunnen leiden tot overschrijding van deze normen en zijn dan juridisch niet haalbaar.</li> <li>• In gebieden met een dun watervoerend pakket (zoals de keileemgebieden in Twente en Drenthe) is de 'speelruimte' beperkt. Maatregelen waarbij grondwaterstanden worden verhoogd leiden hier sneller tot (grondwater)overlast dan in andere delen van het zandgebied. Micromanagement is nodig om verdroging tegen te gaan waar het kan, zonder dat dit (teveel) wateroverlast oplevert.</li> <li>• De toename van droge perioden heeft geleid tot een toename van grondonttrekking door de landbouw. Dit zorgt voor een verdere verlaging van grondwaterstanden tijdens het groeiseizoen en daarmee voor een verdere achteruitgang van de biodiversiteit in naast- en nabijgelegen natuurgebieden.</li> <li>• Aanpassen van het agrarisch landgebruik in de bufferzones (aanpassen gewassen/ beheer, zonering) beter passend bij hogere grondwaterstanden en een natuurlijker grondwaterdynamiek kan een oplossing bieden.</li> <li>• Het is belangrijk om deze maatregelen toe te passen in samenhang met de maatregelen voor de andere gebiedsopgaven voor dit gebiedstype (oa. stikstof, waterkwaliteit).</li> </ul>
<b>Regionale strategie (voorbeelden)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Blauwe Agenda - Nationaal Park Utrechtse Heuvelrug</a></li> <li>• <a href="#">ZON   Zoetwater voorziening Oost-Nederland</a></li> <li>• <a href="#">Samenwerken aan grondwatervoorraad - Brabant</a></li> <li>• <a href="#">Fryslân Klimaatbestendig 2050+</a></li> </ul>

<b>OPGAVE 2: AFNAME GRONDWATERVOORRADEN EN DROOGVAL BEKEN</b>
<b>Toelichting opgave</b>
<p>Als gevolg van het oppompen van steeds grotere hoeveelheden grondwater, het intensiveren van drainage om landbouw mogelijk te maken, de toename van verdamping (naaldbomen, hoog-productieve landbouwgewassen) en toename van verhard oppervlak, neemt de aanvulling van het diepere grondwater af. De toename van droge perioden (duur, frequentie en intensiteit) versterkt de afname van grondwateraanvulling.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gevolg is dat kwelstromen en basisafvoer in het gebied zijn afgenomen (en verder afnemen), wat leidt tot achteruitgang van biodiversiteit in kwelafhankelijke natuurgebieden en beken.</li> <li>➤ Op de lange termijn leidt de afname van grondwateraanvulling tot een afname van de grondwatervoorraden – onder andere geschikt voor drinkwater.</li> </ul>
<b>Mogelijke oplossingen en maatregelen</b>
Om afname van de grondwateraanvulling te beperken en droogval van beken te voorkomen is het belangrijk om de grondwateraanvulling in de hoger gelegen (infiltratie)gebieden te versterken. Hiervoor is een combinatie van maatregelen het meest effectief:

- verwijderen of verhogen van ontwateringsmiddelen (waterlopen, sloten, greppel, drains) om grondwater minder snel af te voeren en wegzijging naar diepere lagen te versterken.
- verminderen van verdamping door omvormen van naaldbos naar heide en/of overschakelen op landbouwgewassen met een lagere verdamping.
- regenwaterafvoer afkoppelen van het riool in stedelijk gebied
- minder grondwater onttrekken (ondiep én diep), onttrekkingen compenseren door extra infiltratie tijdens de winter, onttrekkingen te verplaatsen naar minder kwetsbare gebieden en/of onttrekkingen flexibel te maken, zodat er in droge perioden niet of netto minder wordt onttrokken in kwetsbare gebieden. Een eerste stap is het beter in beeld brengen van locaties en omvang van alle grondwateronttrekkingen via uitbreiding meldings- en vergunningsplicht.
- infiltreren van oppervlaktewater in gebieden met ruimte in de ondergrond (diepe grondwaterstanden)

#### Aandachtspunten

- Maatregelen leiden tot stijging van grondwaterstanden en toename van kwel op de flanken en in laagtes waar dat nadelig zijn voor de huidige vormen van landgebruik: natschade landbouw, grondwater overlast in stedelijk gebied. Voor wateroverlast vanuit het oppervlaktewater zijn juridische normen vastgelegd als omgevingswaarden voor watersystemen (Nationaal Bestuursakkoord Water). Vernattingsmaatregelen kunnen leiden tot overschrijding van deze normen en zijn dan juridisch niet haalbaar. Tijdens droge perioden kunnen de maatregelen echter ook zorgen voor een afname van de droogteschade in de landbouw. Aanpassen van agrarisch landgebruik en inrichting van stedelijk gebied beter passend bij hogere grondwaterstanden en de natuurlijke grondwaterdynamiek kan een oplossing bieden.
- In gebieden met een dun watervoerend pakket (zoals de keileemgebieden in Twente en Drenthe) is de 'speelruimte' beperkt. Er is weinig ruimte om grondwatervoorraden te vergroten en maatregelen leiden hier sneller tot (grond)overlast dan in andere delen van het zandgebied.
- bij het infiltreren van water in de ondiepe of diepere ondergrond vormt het gebruik van (mogelijk) verontreinigd water een potentiële bedreiging voor gezondheid en natuur. Het gebruik van gebiedseigen water en voorzuiveren van water kan bijdragen aan het verlagen van deze risico's.
- Infiltreren van ander type (zuur/basisch/zoet/zout) water dan in de ondergrond al aanwezig is kan mobilisatie van stoffen veroorzaken vanuit de bodem en de ondergrond.
- om het water daadwerkelijk te laten infiltreren is het van belang dat de drainagedichtheid en -diepte in het omringende gebied beperkt is. Dit om te voorkomen dat het geïnfiltreerde water binnen korte tijd wordt gedraineerd en afgevoerd.
- Het is belangrijk om deze maatregelen toe te passen in samenhang met de maatregelen voor de andere grondwateropgaven voor dit gebiedstype.
- Regionale waterbeheerders hebben te weinig capaciteit om uitbreiding meldings- en vergunningsplicht grondwateronttrekkingen uit te voeren.

#### Regionale strategie (voorbeelden)

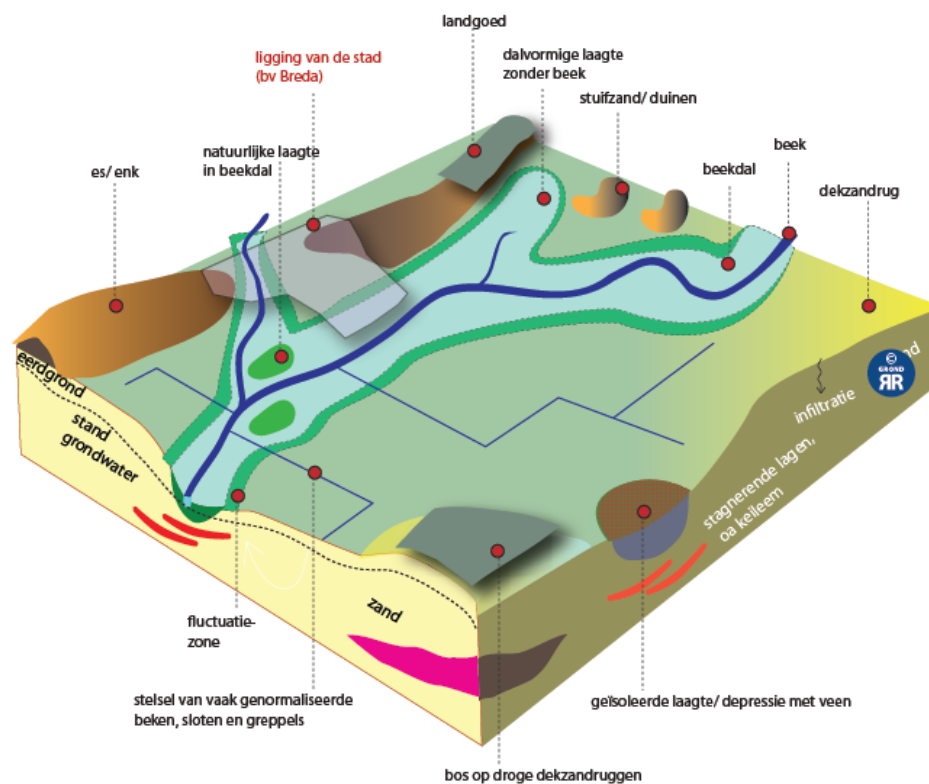
- [Blauwe Agenda - Nationaal Park Utrechtse Heuvelrug](#)
- [ZON | Zoetwater voorziening Oost-Nederland](#)
- [Samenwerken aan grondwatervoorraad - Brabant](#)

### OPGAVE 3: VERONTREINIGING GRONDWATER

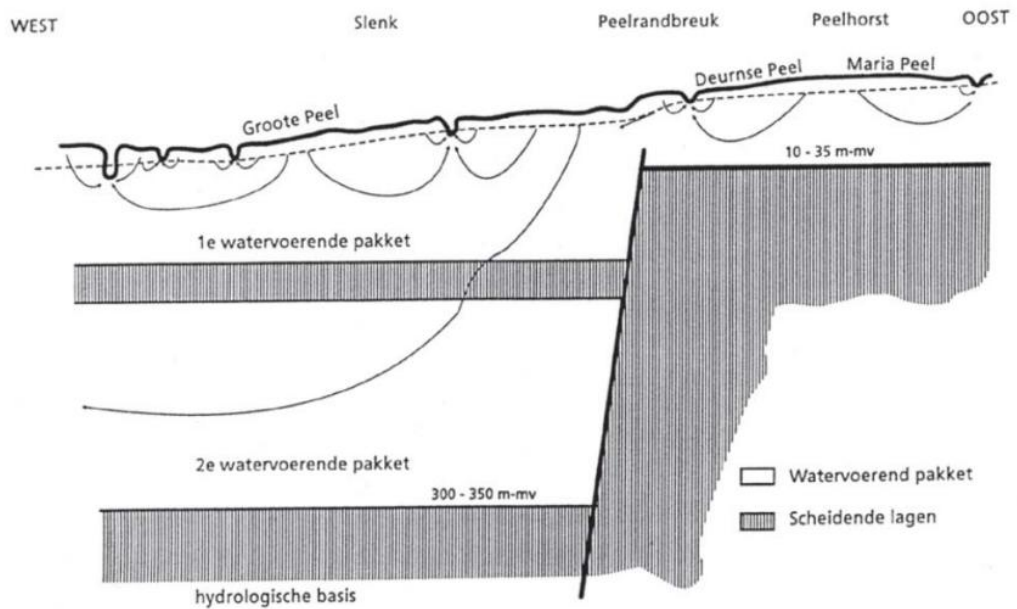
#### Toelichting opgave

Huidige activiteiten aan maaiveld (via afspoeling en via de lucht) en lozingen op oppervlaktewater dat infiltreert in de bodem, zorgen voor belasting van het grondwater met verontreinigende stoffen.

<b>Mogelijke oplossingen en maatregelen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bronaanpak: verlagen mestgift en (verbod) gebruik pesticiden, zorgvuldig gebruik van stoffen, vervangen stoffen door minder verontreinigende stoffen, aanscherpen lozingsvergunningen, toezicht en handhaving</li> <li>• Extra zuiveringsstap(pen) in RWZI's, om het water dat via effluent grondwater wordt schoner te maken</li> <li>• Versterken barrière bodem en vegetatie op de plaatsten waar het water de bodem in trekt</li> </ul>
<b>Aandachtspunten</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beleid, regelgeving en handhaving van toelating, gebruik en lozing van verontreinigende stoffen is complex. Meerdere andere instanties hebben hierin een verantwoordelijkheid (zie paragraaf 5.5.1)</li> <li>• Versterken natuurlijke barrière: nog in onderzoeksfeer</li> </ul>
<b>Regionale strategie (voorbeelden)</b>
Niet bekend op het moment van schrijven.

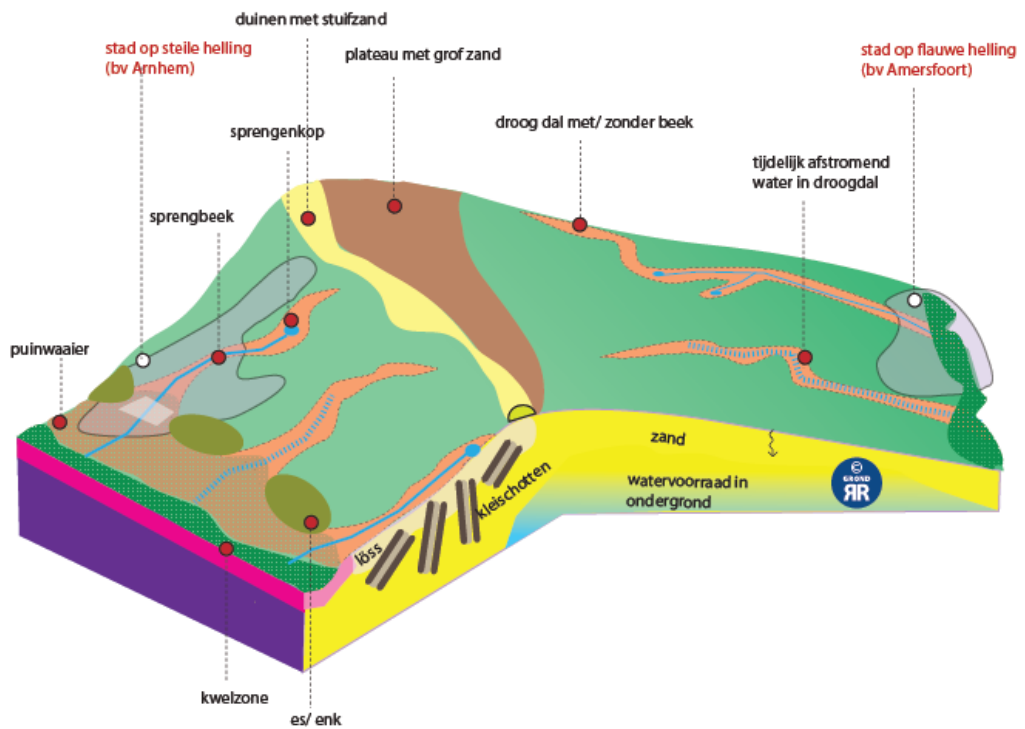


Figuur 10.1 Schematische weergave van gebiedstype 'Dekzandgebied'. Bron: [Startpagina Gidsmodellen | Gidsmodellen](#)

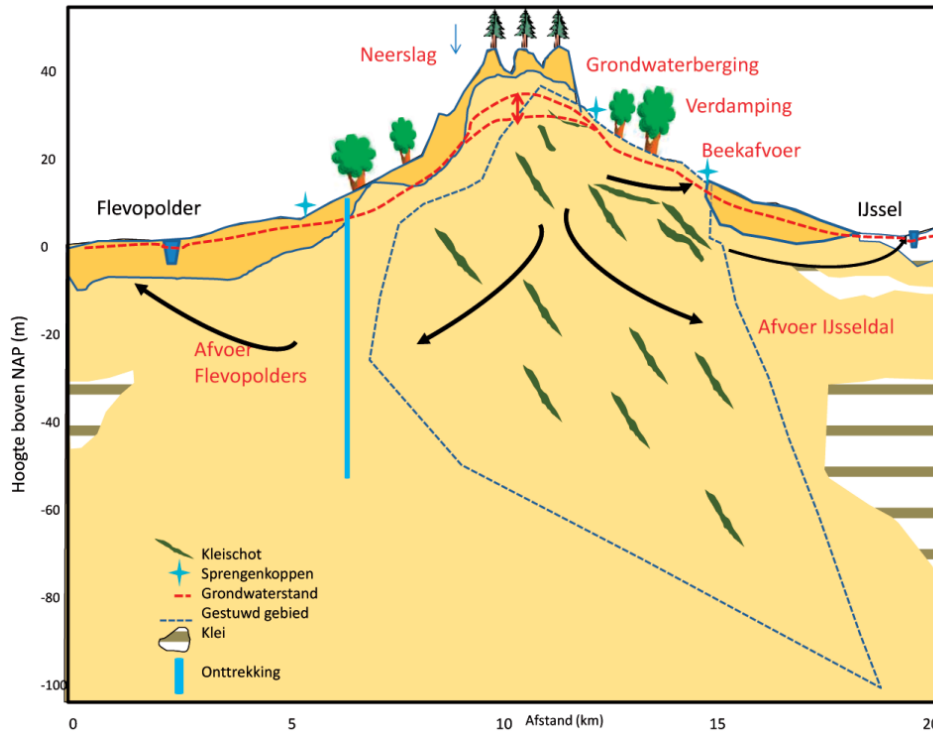


Figuur 3.1 Doornede van de Peelrandbreuk

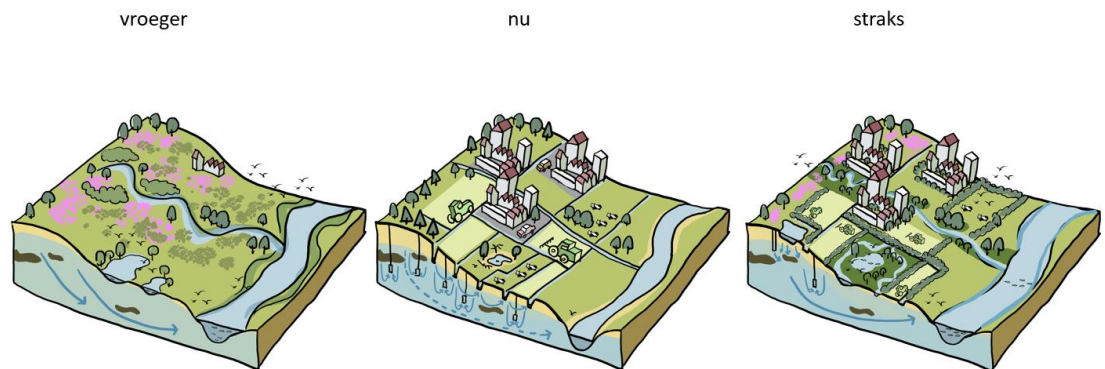
Figuur 10.2 Visualisatie van grondwaterstromen in een doorneden van de peelrandbreuk. Bron: [Microsoft Word - 180501 MER Leegveld definitief v.3](#)



Figuur 10.3 Schematische weergave van gebiedstype 'Stuwwallen'. Bron: [Startpagina Gidsmodellen | Gidsmodellen](#)



Figuur 10.4 Schematische voorstelling (west-oost doorsnede) van de geohydrologie van de Veluwe. Aangrenzend droogmakerij Flevopolder (links/west) en rivierengebied IJsselvallei (rechts/oost) Bron: [350613](#)



Figuur 10.5 Veranderingen van het land- en watergebruik in de zandgebieden door de tijd en het effect daarvan op het grondwater en grondwaterdiensten. Links: natuurlijke situatie (tot zo'n 200 jaar geleden); midden: huidige situatie (nu); rechts: mogelijke toekomstige situatie waarin met een aantal maatregelen grondwaterstanden te verhogen en kwelstromen te versterken. Het gaat daarbij om de volgende type maatregelen: minder ontwateren, minder onttrekken, infiltreren oppervlaktewater. Voor deze maatregelen is aanpassing van het landgebruik nodig. Bron: [Hendriks ea., 2023](#).

# 11 Factsheet grondwater in heuvelland

<b>KARAKTERISTIEKEN NATUURLIJK GRONDWATERSYSTEEM</b>	
<p>Het Heuvelland ligt ten zuiden van Feldbissbreuk en is een plateaulandschap, waarin zich door erosie diepe beekdalen hebben gevormd. Aan de bovenzijde ligt een pakket löss tot maximaal circa 10 meter dikte; alleen op de steilste hellingen is het lösspakket volledig verdwenen door erosie. Onder het lösspakket bevindt zich vrijwel overal een pakket Maasgrinden van enkele tientallen meters dik, met daaronder kalksteen lagen (ten zuiden van Geuldal) en ondoorlatende kleilagen (noorden van Geuldal). Waar ondoorlatende lagen aan het oppervlak komen zijn grondwaterbronnen of bronzones ontstaan. Dieper in de ondergrond liggen de lagen steenkool die tot eind jaren '60 van de vorige eeuw werden gewonnen. Na het verlaten van de mijnen zijn deze gevolgen met grondwater.</p>	
<p>De afbeeldingen onder deze factsheet geven een visuele indruk van het grondwatersysteem in het Heuvelland: Figuur 11.1, Figuur 11.2 en Figuur 11.3.</p>	
<p>Bronnen: <a href="#">Waterbeschikbaarheid - Provincie Limburg</a>; <a href="#">Zuid-Limburg is uniek   Grondwatertools</a>; <a href="#">Grondwater in Limburg</a>; <a href="#">Grondwaterlichaam Krijt Maas</a>; <a href="#">Grondwaterstanden in Beeld</a></p>	
<b>Grondwaterdiensten</b>	
<p>Grondwaterdiensten passend bij natuurlijk systeem: beekdalen en flanken</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Water voor drinkwater, drenken vee en irrigatie vanuit natuurlijke grondwaterbronnen en grondwatergevoede beken</li> <li>• Grondwatercondities terrestrische en aquatische natuur</li> <li>• Hangwater en schijngrondwaterspiegels in de löss bodems leveren water aan landbouw en andere vegetatie.</li> </ul>
<p>Grondwaterdiensten passend bij natuurlijk systeem: hoge delen (plateaus)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor van diepe regionale grondwaterstromen</li> <li>• Schijngrondwaterspiegels/ hangwater in de löss bodems leveren water aan landbouw en andere vegetatie.</li> </ul>
<p>Overige diensten (door technische ontwikkeling)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwater als bron voor drinkwater</li> <li>• Grondwater voor landbouw: drenken van vee beregening, irrigatie en voorkomen vorstschade</li> <li>• Grondwater voor industrie: als grondstof, voor koelen, transport, proceswater, oplosmiddel</li> </ul>
<b>Samenstelling bodem en ondergrond</b>	
<p>Bodemtype</p>	<p>Löss, klei en grind</p>
<p>Ondergrond</p>	<p>Grind, klei, kalksteen, steenkool</p>
<p>Slecht doorlatende lagen</p>	<p>Wisselend (ondergrond is afwisselend slecht doorlatend tot zeer doorlatend)</p>
<b>Grondwaterkwantiteit</b>	
<p>Herkomst grondwater</p>	<p>Neerslag (in nagenoeg hele gebied geen wateraanvoer mogelijk)</p>

Grondwaterstand	> 140 cm - mv; grondwatertrap: VIII (schijngrondwaterspiegels in löss bodems)
Grondwaterdynamiek	meerdere meters
Stroming	Wegzijging/ kwel op flanken en in beekdalen naar grondafzettingen; grondwaterstroming via preferentiële stroompaden in ondergrond (oa. naar brongebieden).
Ondergrond met potentie zoetwaterwinning	0 tot 200 m
<b>Grondwaterkwaliteit</b>	
Natuurlijke samenstelling	Zoet, kalkrijk en nutriëntenrijk met pH>7
Verontreinigingsbronnen	Landbouw en (vroegere) mijnbouw, daarnaast zijn industrie en steden bronnen van verontreiniging
Ouderdom grondwater	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwater in hoge delen is relatief jong (grondwater op 10 meter diepte is minder dan 20 jaar eerder geïnfiltrerd)</li> <li>• Grondwater in lage delen is relatief oud (grondwater op 10 meter diepte is meer dan 60 jaar eerder geïnfiltrerd – in de hoge delen van het gebied)</li> </ul>
Natuurlijke barrières tegen verspreiding verontreiniging	Zwak: geen zelfreinigend vermogen bodem; geen geochemische barrière; geen fysieke barrière
<b>Grondwaterdiensten</b>	
Grondwaterdiensten passend bij natuurlijk systeem: beekdalen en flanken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Water voor drinkwater, drenken vee en irrigatie vanuit natuurlijke grondwaterbronnen en grondwatergevoede beken</li> <li>• Grondwatercondities terrestrische en aquatische natuur</li> <li>• Hangwater en schijngrondwaterspiegels in de löss bodems leveren water aan landbouw en andere vegetatie.</li> </ul>
Grondwaterdiensten passend bij natuurlijk systeem: hoge delen (plateaus)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor van diepe regionale grondwaterstromen</li> <li>• Schijngrondwaterspiegels/ hangwater in de löss bodems leveren water aan landbouw en andere vegetatie.</li> </ul>
Overige diensten (door technische ontwikkeling)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwater als bron voor drinkwater</li> <li>• Grondwater voor landbouw: drenken van vee beregening, irrigatie en voorkomen vorstschade</li> <li>• Grondwater voor industrie: als grondstof, voor koelen, transport, proceswater, oplosmiddel</li> </ul>

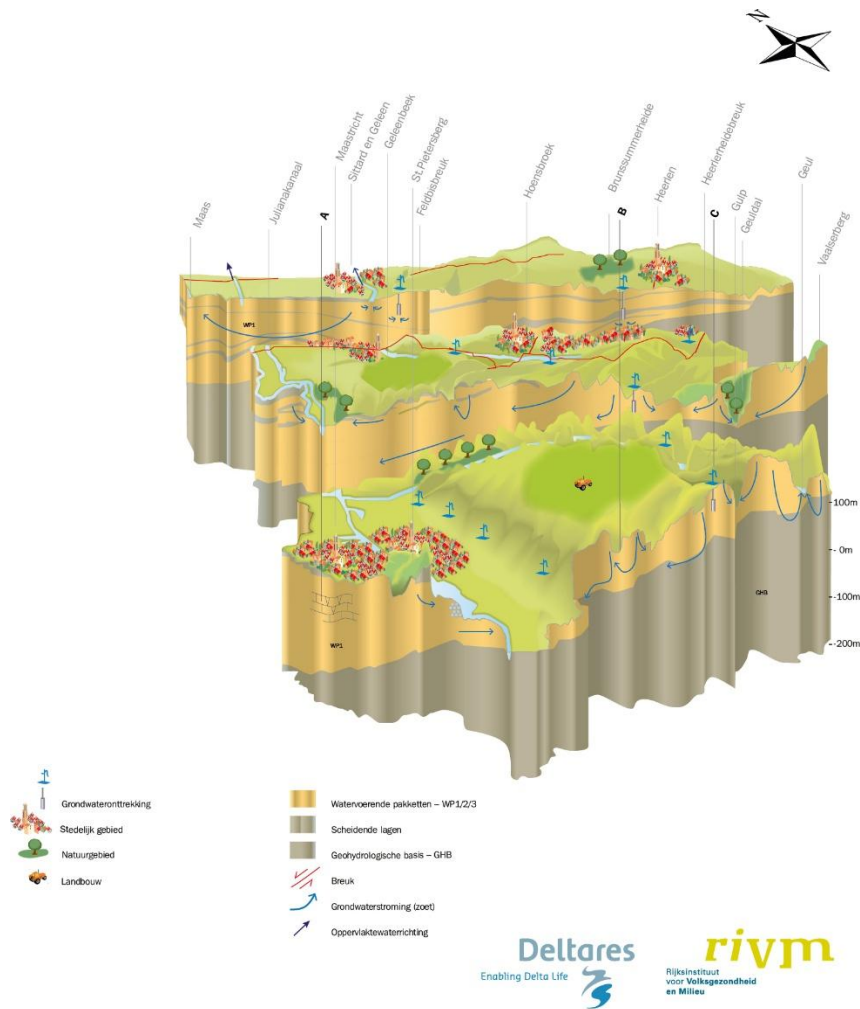
### OPGAVE 1: AFNAME WEGZIJGING HEMELWATER OP PLATEAUS

#### Toelichting opgave

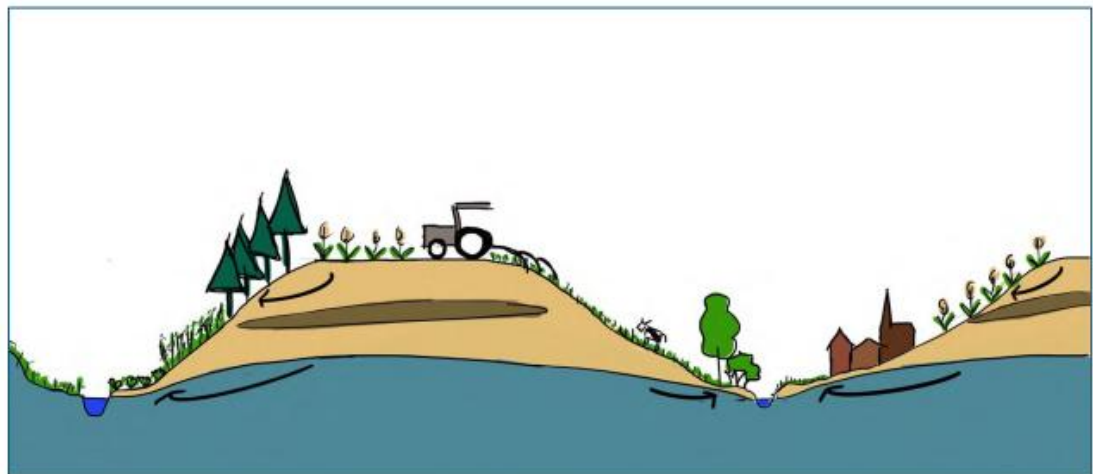
Als gevolg van een verandering van het landgebruik op de hogere plateaus (van extensieve landbouw, fruitteelt naar intensieve akkerbouw) is de infiltratiecapaciteit van de löss bodems sinds de jaren '50 van de 20<sup>ste</sup> eeuw afgenomen. Dit heeft geleid tot een afname van de wegzijging van hemelwater naar het grondwater, dalende grondwaterstanden, afname van het debiet van bronsystemen en afname van de basisafvoer van bronbeken. Op termijn kan de afname van de grondwatervoorraad leiden tot problemen met drinkwaterwinning. De afname van de infiltratiecapaciteit van löss bodems leidt tegelijkertijd tot afvoerpieken door snelle afstroming over maaiveld.

<b>Mogelijke oplossingen en maatregelen</b>
Verbeteren van de infiltratiecapaciteit van löss bodems: doorlatendheid van de bodem vergroten en meer reliëf creëren om snelle afstroming te voorkomen. Deze maatregelen kunnen zorgen voor een toename van de wegzijging van hemelwater.
<b>Aandachtspunten</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meer onderzoek is nodig naar de mate van het effect van (wijziging van) landgebruik op wegzijging van hemelwater op plateaus.</li> <li>• Aanpassen van het agrarisch landgebruik in de wegzijgingsgebieden (plateaus) is de sleutel voor het verbeteren van de infiltratiecapaciteit van löss bodems.</li> <li>• Een stijging van de grondwaterstand en toename van het debiet van bronsystemen treedt mogelijk ook op in gebieden waar dit leidt tot grondwateroverlast. Dit kan (lokaal) leiden tot een toename van natschade in de landbouw tijdens natte perioden en/of grondwateroverlast in stedelijk gebied. Tijdens droge perioden kan de maatregelen echter ook zorgen voor een afname van de droogteschade in de landbouw.</li> </ul>
<b>Beleid en strategie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convenant Voldoende Zoetwater Limburg (ondertekening 2026)</li> </ul>

<b>OPGAVE 2: DRUK OP GRONDWATER ALS BRON VAN DRINKWATER</b>
<b>Toelichting opgave</b>
Drinkwater in Zuid-Limburg wordt onder normale omstandigheden voor ¾ gewonnen uit grondwater en voor ¼ uit oppervlaktewater. Verschillende ontwikkelingen zorgen voor een druk op grondwater als bron van drinkwater. Ten eerste is er sinds 2018 een toename van drinkwatervraag voor landbouwtoepassingen. Ten tweede zorgt verontreiniging van Maaswater vanuit België ervoor dat periodiek/ incidenteel (tijdens perioden met lage afvoer) de drinkwaterbereiding voor 100% afhankelijk is van grondwater. Als laatste bestaat het risico van verontreiniging van grondwateronttrekking-locaties op, voornamelijk door (historische) emissies vanuit landbouw (mest, pesticiden).
<b>Mogelijke oplossingen en maatregelen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versterken grondwateraanvulling (zie ook opgave 'afname wegzijging hemelwater op plateaus')</li> <li>• Terugdringen emissies uit landbouw om verontreiniging drinkwaterbronnen te beperken.</li> <li>• Terugdringen verontreiniging Maas i.s.m. België en andere bovenstrooms landen (Duitsland, Frankrijk, Luxemburg)</li> </ul>
<b>Aandachtspunten</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zie aandachtspunten bij opgave 'afname wegzijging hemelwater op plateaus'</li> <li>• Maatregelen vanuit Deltaplan Agrarisch Waterbeheer. Niet duidelijk of dit voldoende effectief is. Daarnaast zijn historische verontreinigingen aanwezig in het grondwater.</li> <li>• Grensoverschrijdende samenwerking Maas stroomgebied; meer aandacht droogte en waterkwaliteit nodig.</li> </ul>
<b>Regionale strategie (voorbeelden)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convenant Voldoende Zoetwater Limburg (ondertekening 2026)</li> </ul>

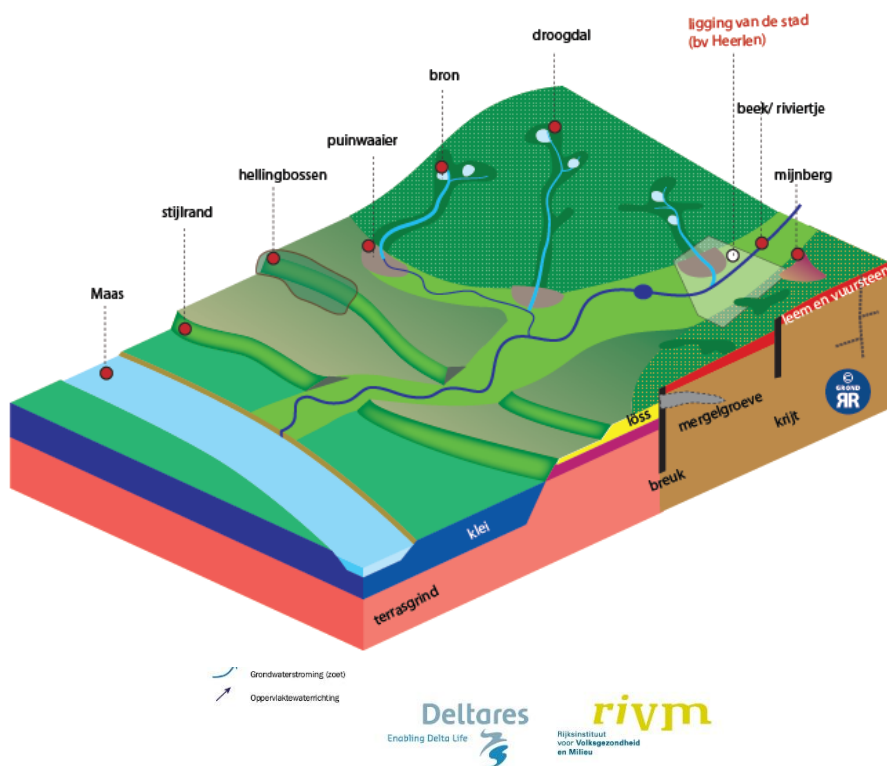


Figuur 11.1 Conceptuele Modellen - Grondwaterlichamen in Nederland - Conceptuele modellen - Deltares Public Wiki Grondwaterlichaam Krijt Maas NLGW0019



Figuur 2-5: Schematische dwarsdoorsnede Heuvelland

Figuur 11.2 Schematische doorsnede van het Heuvelland. Bron: Haskoning, 2025. Verkenning waterbeschikbaarheid Limburg. Via: Waterbeschikbaarheid - Provincie Limburg



Figuur 11.3 Schematische weergave van gebiedstype 'Heuvelland' (rechterhelft figuur) met aangrenzend de Maas (linkerhelft figuur).

# 12 Factsheet grondwater in duinen, strandwallen en binnenduinrand

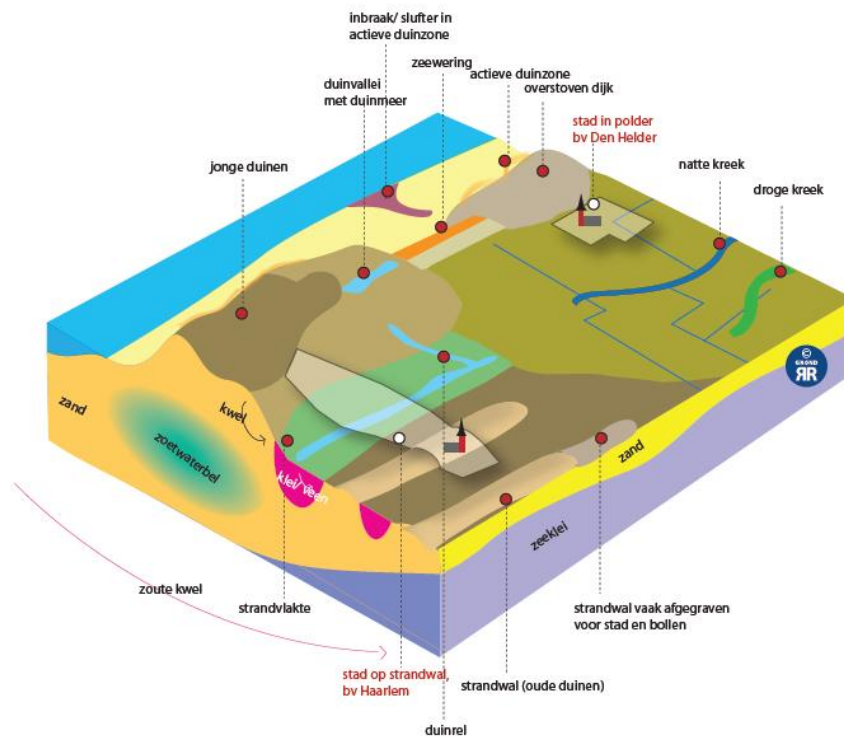
KARAKTERISTIEKEN NATUURLIJK GRONDWATERSYSTEEM	
<p>De Nederlandse duinenkust vormt het overgangsgebied tussen land en zee. Duinenkusten komen voor van de Waddeneilanden tot de Zeeuwse eilanden. Ooit werden ze vrijwel alleen onderbroken daar waar rivieren in zee uitmondden (bron: Kust   Gidsmodellen). Door de stijging van de zeespiegel zijn de zeegaten ontstaan.</p> <p>In en onder de duinen en strandwallen hebben zich zoetwatorvoorraden gevormd. De binnenduinrand is de graduele overgang tussen het duinmassief en het achterliggende polderland.</p> <p>In het overgangsgebied van duin naar polder wordt kwelwater vanuit de duinen afgevoerd langs natuurlijke afstromingsvlakten, duinbeken of door mensen aangelegde duinrellen ('rel' betekent gegraven gang).</p> <p>De afbeeldingen onder deze factsheet geven een visuele indruk van het grondwatersysteem in duinen, strandwallen en binnenduinrand: Figuur 12.1 en Figuur 12.2.</p> <p>Bronnen: <a href="#">Kust   Gidsmodellen</a>; <a href="#">Van den Boom ea., 2009</a></p> <p>NB. Deze factsheet is niet compleet. Meer informatie over opgaven en oplossingen grondwater in duinen, strandwallen en binnenduinrand kan nog worden toegevoegd.</p>	
Grondwaterdiensten passend bij natuurlijk systeem: beekdalen/ natuurlijke laagtes/ lage flanken	
Grondwaterdiensten passend bij natuurlijk systeem: duinen/ strandwallen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor van diepere regionale grondwaterstromen</li> </ul>
Grondwaterdiensten passend bij natuurlijk systeem: lokale laagtes en flanken (binnenduinrand)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwatercondities terrestrische en aquatische natuur</li> <li>• Grondwatercondities landbouwgewassen vanuit natuurlijke condities</li> <li>• Lokaal water voor drinkwater, drenken vee en irrigatie vanuit natuurlijke grondwaterbronnen in kwelzones</li> <li>• Grondwatercondities t.b.v. tegengaan rottingsprocessen ondergrond</li> </ul>
Overige diensten (door technische ontwikkeling)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwater als bron voor drinkwater. Hiertoe wordt ook rivierwater geïnfiltreerd (ondiep en diep) en opgeslagen.</li> <li>• Grondwater voor landbouw: drenken van vee beregening, irrigatie en voorkomen vorstschade</li> <li>• Grondwater voor industrie: als grondstof, voor koelen, transport, proceswater, oplosmiddel</li> <li>• Grondwater als opslagmedium voor, of bron van, warmte en koude</li> </ul>

<b>Samenstelling bodem en ondergrond</b>	
Bodemtype	Zand (kalkrijk)
Ondergrond	Zand (kalkrijk)
Slecht doorlatende lagen	Nee/ beperkt
<b>Grondwaterkwantiteit</b>	
Herkomst grondwater	Neerslag (geen aanvoer oppervlaktewater mogelijk; afgezien van infiltratiesysteem drinkwaterbedrijven)
Grondwaterstand	80 tot > 160 cm – mv (grondwatertrap: VII-VIII)
Grondwaterstanddynamiek	Meer dan een meter
Stroming	Wegzijing (kwel in binnenduinrand/ lokale laagtes)
Dikte ondergrond met potentie zoetwaterwinning	10-100 m
<b>Grondwaterkwaliteit</b>	
Natuurlijke samenstelling	Kalkrijk met zoet-zout gradiënten, pH>7
Verontreinigingsbronnen	Inlaten van gebiedsvreemd (in vroeger tijden geëutrofeerd) water t.b.v. drinkwaterwinning
Ouderdom grondwater	Grondwater is relatief jong (grondwater op 10 meter diepte is zo'n 10 jaar eerder geïnfiltreerd)
Natuurlijke barrières tegen verspreiding verontreiniging	Zwak (weinig zelfreinigend vermogen bodem; geen geochemische barrière; geen fysieke barrière)

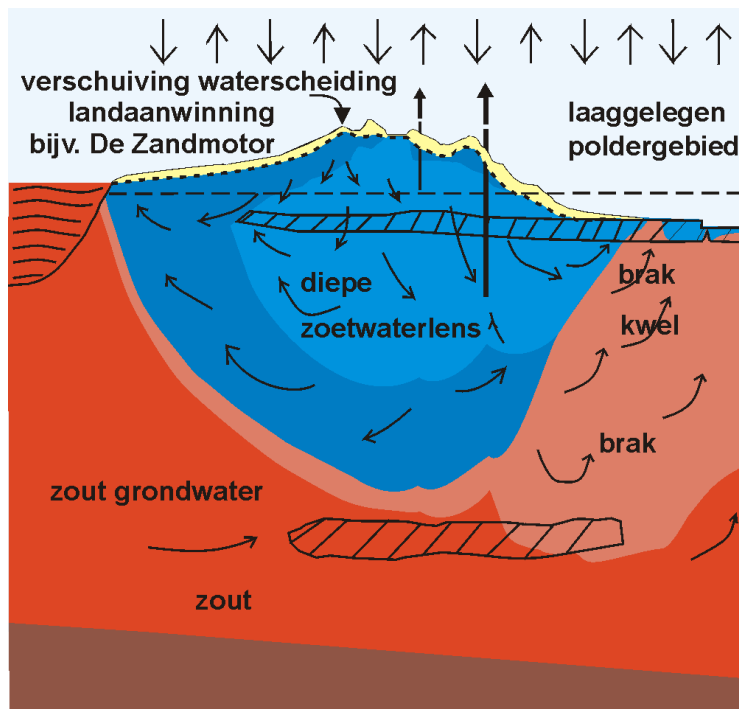
<b>OPGAVE 1: AFNAME KWEL EN WATERKWALITEIT BINNENDUINRAND</b>
<b>Toelichting opgave</b>
Door duinafgraving voor zandwinning in de binnenduinrand is de natuurlijke, brede duinzoom in de vastelandsduinen veelal gereduceerd tot een smalle en zeer steile gradiënt, grenzend aan volkomen vlakke polders. Het duinzand werd onder andere gebruikt voor stedenbouw en wegeaanleg. Door waterwinning, het inlaten van gebiedsvreemd (in vroeger tijden geëutrofeerd) water en verdroging in het duingebied zelf heeft een sterke afname van de natuurlijke kwel en waterkwaliteit plaatsgevonden.
<b>Mogelijke oplossingen en maatregelen</b>
De aanwezigheid van het infiltratiesystemen duinen ten behoeve van waterwinning voor drinkwater (incl. infiltratiesystemen) heeft voorkomen dat de duinstrook verder is afgegraven en de breedte van de binnenduinrand verder is afgenomen of dat de kwelsituatie verder is verslechterd. Het verwijderen of verondiepen van ontwatering en het verminderen (of stopzetten) van emissie van verontreinigingen (uit de landbouw) in het gebied kan ook bijdragen aan het verbeteren van de kwel en waterkwaliteit van de binnenduinrand.
<b>Aandachtspunten</b>
Grondwaterstandverlagingen in de achterliggende polders en bemesting en diepploegen ten behoeve van intensieve land- en tuinbouw (veelal bollenteelt) hebben de resterende landschap- en natuurwaarden van de duinzoom verder gereduceerd.

## Beleid en strategie

Niet bekend op het moment van schrijven.



Figuur 12.1 Schematische weergave van gebiedstype 'Kustgebied: duinen en strandwallen'. Bron: Startpagina Gidsmodellen | Gidsmodellen



Figuur 12.2 Schematische doorsnede (west-oost) van het Nederlandse kustgebied met daarin een visualisatie van grondwaterstanden en -stroming. Rechts de overgang naar lager gelegen poldergebieden (droogmakerijen en veenweidegebieden). Bron: Home - Zoetzout - Deltares Public Wiki

## Referenties en bronnen

Van Baak, C., Van Woerkom, T., Leentvaar, E., Wesdorp, K., & Marsman, A. (2025). *Ruimtelijke Verkenning Duurzaam Gebruik van de Ondergrond – Module 2: Ondiepe Ondergrond – Deelrapport Beschrijving van het huidige gebruik van de ondiepe en middeldiepe ondergrond*. Deltares.

De Boer, H. & Radersma, S. (2011). *Verziltting in Nederland: oorzaken en perspectieven*. Wageningen University Research – Livestock Research. Rapport 531. November 2011.

Van den Boom, B., Bruin, K. & van der Hagen, H. (2009). *Herstel van binnenduinenranden*. De Levende Natuur- jaargang 110- nummer 1.

Bos – Burgering, L., Buijs, S., America, I., Klooster, J., de Louw, P., Delsman, J., Stofberg, S., Raat, K., Franssen, R. & Posma, J. (2021). *COASTAR Nationaal. Regionale en nationale opschaling COASTAR toepassingen*. Deltares rapport 11204487-001-BGS-0005, 31 mei 2021.

Broers, H.P. (2004). *The spatial distribution of groundwater age for different geohydrological situations in the Netherlands: implications for groundwater quality monitoring at the regional scale*. Journal of Hydrology, Volume 299, Issues 1, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.04.023>.

Commissie Integraal Waterbeheer (2003). *Werken met GGOR. Hulpmiddel voor maatwerk bij de afstemming van integraal waterbeheer en ruimtelijk beleid*.

Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (z.d.). *Deltaplan Agrarisch Waterbeheer*. Geraadpleegd van <https://agrarischwaterbeheer.nl/>

Deltares (2013). *Conceptuele Modellen*. Geraadpleegd in 2025 van <https://publicwiki.deltares.nl/spaces/GWLNL/pages/90427821/Conceptuele+Modellen>

Deltares (2025). *Salinisation*. Geraadpleegd in 2025 van <https://publicwiki.deltares.nl/spaces/FRESHSALT/overview> (of de Nederlandse versie: <https://publicwiki.deltares.nl/spaces/ZOETZOUT/pages/55640066/Home>)

Droogte commissie (2022). *Zonder water, geen later. Naar een omslag in het (grond)waterbeheer in Noord-Brabant*.

European Commission (z.d.). *Water Resilience Strategy*. Geraadpleegd van [https://commission.europa.eu/topics/environment/water-resilience-strategy\\_en](https://commission.europa.eu/topics/environment/water-resilience-strategy_en)

Expertisenetwerk Zoetwater en Droogte (2024). *Advies Expertisenetwerk Zoetwater en Droogte. Droogtenormering Hoog- en Laag-Nederland*. Geraadpleegd van <https://iplo.nl/thema/water/water-ruimte/expertise-netwerk-zoetwater-droogte/adviezen-expertise-netwerk-zoetwater-droogte/>

van der Gaast, A., Massop, T. H. L., & Vroon, H. R. J. (2009). *Effecten van maatregelen op de watervraag van de Nederlandse landbouw en drinkwatersector: een beschouwing met de fractale grondwaterstand*. Alterra-rapport 1791, ISSN 1566-7197.

Hendriks, D., Passier, H., Nijsten, G., van Doorn - Hoekveld, W., van den Meiracker, R., Meeusen, R. (2025). *Basis op Orde - Grondwater Analyse van beschikbare en benodigde data en informatie voor een jaarlijks inzicht in grondwater in Nederland. Tussenrapportage december 2024*. 11210355-000-BGS-0001. Deltares.

Hendriks, D., Passier, H., Murmans, A., Levert, O., Lammers, J., Visser, J., Hoekstra, P., & de Lowe, P. (2023, 20 februari). *Integrale Grondwaterstudie Nederland module 1: landelijke analyse*. 11208092-001-BGS-0001. Deltares.

Hendriks, D., van Doorn-Hoekveld, W. & Roelandse, A. (2025). *Deltafact Watervraag Veenweidegebied. Toename watervraag, optreden watertekort en andere effecten van vernatting van veenweidegebieden*. STOWA Deltafact versie 1 maart 2025.

Hendriks, R., van den Akker, J., Heijkers, J. (2018). *Deltafact Onderwaterdrains*. STOWA Deltafact versie januari 2018.

Hoving, I. E., Holshof, G., & Hendriks, R. F. A. (2020). *Effecten vernattingsmaatregelen op veenweidebedrijven in Noord-Holland: Technische en economische consequenties en effecten op bodemdaling en broeikasgasemissie*. (Wageningen Livestock Research rapport; No. 1274). Wageningen Livestock Research. <https://doi.org/10.18174/535508>.

KLIMAP (2025). *Aanpak KLIMAP. Regionale aanpak klimaatadaptieve maatregelen voor hooggelegen zandgronden*. Geraadpleegd in 2025 van <https://klimap.nl/aanpak-klimap>.

KNMI (2023). *KNMI'23 klimaatscenario's voor Nederland*. KNMI, De Bilt, KNMI-Publicatie 23-03.

KWR (2017). *Trendanalyse grondwaterstands- en stijghoogtegegevens Maasstroomgebied 2012-2016*. KWR 2017.046. Juni 2017

KWR (2020). *Trendanalyse grondwaterstands- en stijghoogtegegevens Maasstroomgebied 2012-2017*. KWR 2020.057. Juni 2020

Landelijke Gidsmodellen (z.d.). *Gidsmodellen*. Geraadpleegd in 2025 van <https://gidsmodellen.nl/gidsmodellen/>

Landschappen (z.d.). *Geologie van Nederland. Een tijdreis van 500 miljoen jaar*. Geraadpleegd in 2025 van <https://www.geologievannederland.nl/landschap/landschappen.html>

De Louw, P.G.B., Oude Essink, G.H.P., Stuyfzand, P.J., Zee, van der, S.E.A.T.M. (2010). *Upward groundwater flow in boils as the dominant mechanism of salinization in deep polders, The Netherlands*. J. Hydrol. 394, 494-506.

De Louw, P.G.B., Eeman, S., Oude Essink, G.H.P., Vermue, E., Post, V.E.A. (2013). *Rainwater lens dynamics and mixing between infiltrating rainwater and upward saline groundwater seepage beneath a tile-drained agricultural field*. J. Hydrology, 501, 133-145.

De Louw, P.G.B., Oude Essink, G.H.P., Eeman, S., Van Baaren, E.S., Vermue, E., Delsman, J.R., Pauw, P.S., Siemon, B., Gunnink, J.L., Post, V.E.A. (2015). *Dunne regenwaterlenzen in zoute kwelgebieden*. Landschap, 32, 5-15.

De Louw, P. & Bogaart, P. (2017). *Deltafact Regenwaterlenzen. Een STOWA Deltafact*.

De Louw, P., America, I., Knaake, B. & Melman, R. (2024). *Potentiële aanvullende grondwaterreserves. Deelrapportage 4 van project 3D-kartering Nationale Grondwater Reserves*. Rapport 11207846-002-BGS-0012, 19 februari 2024. Deltares

Meeusen, R., de Louw, P., Boelens, R., Mens, M. (2023). *Effectiviteit van bufferzones voor grondwaterstandsverhoging in grondwaterafhankelijke natuurgebieden op de zandgronde . Een modelverkenning op landelijke schaal*. 11209259-000-ZWS-0001, 8 september 2023. Deltares.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2024). *Contourennotitie Novi-Programma Bodem, Ondergrond en Grondwater*.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2022). *Nationaal Water Programma 2022-2027. Het nationale waterbeleid en de uitvoering in de rijkswateren*. Geraadpleegd van <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/03/18/bijlage-nationaal-water-programma-2022-2027>

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) & Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) (2018). *Structuurvisie Ondergrond (STRONG)*. Geraadpleegd van <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2018/06/11/structuurvisie-ondergrond>.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2016). *Nationale klimaatadaptatiestrategie (NAS). Aanpassen met ambitie*. Geraadpleegd van <https://klimaatadaptatienederland.nl/beleid/nationale-aanpak/nas/>

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (z.d). *Het Nationaal MilieuProgramma*. Geraadpleegd van <https://www.nationaalmilieuprogramma.nl/het+nmp/default.aspx>

OBN natuurkennis (n.d.). *Rivierenlandschap*. Geraadpleegd in 2025 van <https://natuurkennis.nl/landschappen/rivierenlandschap/#onderwerp-5>.

Oude Essink, G. & De Louw (2017). *Deltafact Brakke Kwel. Een STOWA Deltafact*.

Paulissen, M. (2008). *Factsheet verzilting en natuur. Waar liggen kansen en bedreigingen?* Alterra Wageningen University Research versie 1.1.

Projectteam Droogte Zandgronden Nederland (2021). *Droogte in zandgebieden van Zuid-, Midden- en Oost-Nederland. Het verhaal - analyse van droogte 2018 en 2019 en bevindingen*. Eindrapport project 'Droogte Zandgronden Nederland' (Fase 3).

Provincie Zeeland (2021). *Zeeuws Deltaplan Zoet Water*.

Raat, K., van Doorn-Hoekveld, W., Augustinus, L., Cirkel, G., Handgraaf, S., Passier, H., van Dooren, T., Brokx, L., Gommans, K., & van Strien, C. (2025). *Verantwoord infiltreren en aanvullen van grondwater: Een praktisch raamwerk voor infiltreren en aanvullen met zorg voor de grondwaterkwaliteit*. STOWA rapport 2025-21; ISBN 978.94.6479.115.0. STOWA.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2025). *Programma Duurzaam Gebruik Diepe Ondergrond (DGDO)*. Geraadpleegd van <https://www.rvo.nl/onderwerpen/dgdo>

Rooijen, P. (1989). *Grondwater in Limburg*. Grondboor en Hamer, 43-5/6, p. 377-386.

Royal Haskoning DHV (2020). *Effecten onttrekkingen op de stijghoogten in de Roerdalslenk*. Referentie: BH3596WATRP002200903

Smolders, A., van Diggelen, J., Geurts, J., Poelen, M., Roelofs, J., Lucassen, E. & Lamers, L. (2013). *Waterkwaliteit in het veenweidegebied. De complexe interacties tussen oever, waterbodem en oppervlaktewater*. Landschap 2013/3.

Studiegroep Grondwater (2022). *Feitenrelaas Grondwater. Bijlage I Eindadvies Studiegroep Grondwater*. 128667/21-018.897. Witteveen+Bos.

TNO (n.d.). *Zuid-Limburg is uniek. Grondwatertools*. Geraadpleegd in 2025 van <https://www.grondwatertools.nl/geologie-van-nederland-het-verhaal-van-de-ondergrond/zuid-limburg-is-uniek>

TNO (n.d.). *Grondwaterstanden in Beeld*. Geraadpleegd in 2025 van <https://www.grondwatertools.nl/gwsinbeeld/>

Velner, R. G. J., & Spijker, M. J. (2011). *Standaard werkwijze voor de toetsing van watersystemen aan de normen voor Regionale Wateroverlast*. STOWA rapport 2011-31; ISBN 978.90.5773.534.9. STOWA.

Verhagen, F., Spek, T., Witte, F., Voortman, B., Moors, E., Querner, E., van den Eertwegh, G. & van Bakel, J. (2014). *Expertdialog de Veluwe Begrijpen we het watersysteem?* Stromingen 20-3.

Vermeulen, P. & op den Kelder, T. (2020). *Influences of Groundwater Extractions in the Roer Valley Graben*. Deltares project 11204053-002. 22 Januari 2020.

Vermooten, J.S.A., Maring, L., Hettelaar, J.M.M., van Oyen, G.J.L. & Griffioen, J. (2007). *Landsdekkende, geologische karakterisering van de regionale grondwatersamenstelling in de geotop van Nederland*. Rapport 2007-U-R0021/A. TNO.

Vermulst, H. Horn, A., Steinbusch, E. (2020). *Analyse Waterbeschikbaarheid Provincie Limburg*. WATBF9511R001F01WM.

Versluijs, R., van Duinen, G., Jansen, A. (2020). *Landschapsecologische systeemanalyse Schoonebeekerveld, Bargerveen Onderzoek naar potenties voor de ontwikkeling van de Habitattypen Heischraal grasland, Herstellend hoogveen en Actief hoogveen*. Rapport Stichting Bargerveen Be00398, oktober 2020.

Verweij, W., Passier, H., Hoekstra, N., van den Meiracker, R., Ouwerkerk, K., van Loon, A., Swartjes, F., Hartmann, J., van Vliet, M., Dijkstra, J., Bloem, J. & Schipper, P. (2022). *Vergrijzing van grondwater: handelingsperspectieven voor de voortschrijdende aantasting van grondwaterkwaliteit door menselijke invloeden. Eindrapport van het KIWK-project Grondwater*. KIWK 2022-23. STOWA rapport 2022-23. ISBN 978.90.5773.961.3.

Wetterskip Fryslân & Provincie Fryslân (2023). *Fryslân Klimaatbestendig 2050+. Water en bodem sturend in de ruimtelijke inrichting van Fryslân*. BI7727-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0004.

Unie van Waterschappen (2023). *Visie op grondwater*. Rapport UvW. 31-03-2023. Geraadpleegd van <https://unievandwaterschappen.nl/publicaties/grondwatervisie-2023/>

Zoetwatervoorziening Oost Nederland (n.d.). *Zoetwatervoorziening Oost-Nederland (ZON)*. Geraadpleegd in 2025 van <https://zoetwatervoorzieningoostnederland.nl/>.