



KWR 2022.047 | Juli 2022

Waterstromen in het Drentse watersysteem

Achtergrondrapportage: Ontwikkeling van
een conceptueel model

Rapport

Waterstromen in het Drentse watersysteem

Achtergrondrapportage: Ontwikkeling van een conceptueel model

KWR 2022.047 | Juli 2022

Opdrachtnummer

403521

Projectmanager

Ir. H.J.M. (Eric) Broers

Opdrachtgever

WMD

Auteurs

E.A. (Esther) Brakkee Msc., dr. S.F. (Sija) Stofberg

Kwaliteitsborger

dr. ir. R.P. Bartholomeus

Verzonden naar

WMD, t.a.v. ir. Marc Koenders

Dit rapport is niet openbaar en slechts verstrekt aan de opdrachtgevers van het adviesproject. KWR zal zich onthouden van verspreiding van dit rapport en het rapport derhalve niet verstrekken aan derden, tenzij partijen anders overeenkomen. Opdrachtgever is gerechtigd het rapport te verspreiden.

Werkwijzen, rekenmodellen, technieken, ontwerpen van proefinstallaties, prototypen en door KWR gedane voorstellen en ideeën alsmede instrumenten, waaronder software, die in het onderzoeksresultaat zijn opgenomen, zijn en blijven het eigendom van KWR. Ook alle rechten die voortvloeien uit intellectuele- en industriële eigendom, alsmede de auteursrechten, blijven bij KWR berusten en derhalve eigendom van KWR.

Keywords

drinkwater, waterbeschikbaarheid, grondwater

[Jaar van publicatie](#)
2022

[Meer informatie](#)
Esther Brakkee
T 030-6069547
E esther.brakkee@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

The logo for KWR (Kwaliteitswater Research) features the letters 'KWR' in a bold, blue, sans-serif font. The 'K' and 'W' are connected, and the 'R' is slightly separated.

Juli 2022 ©

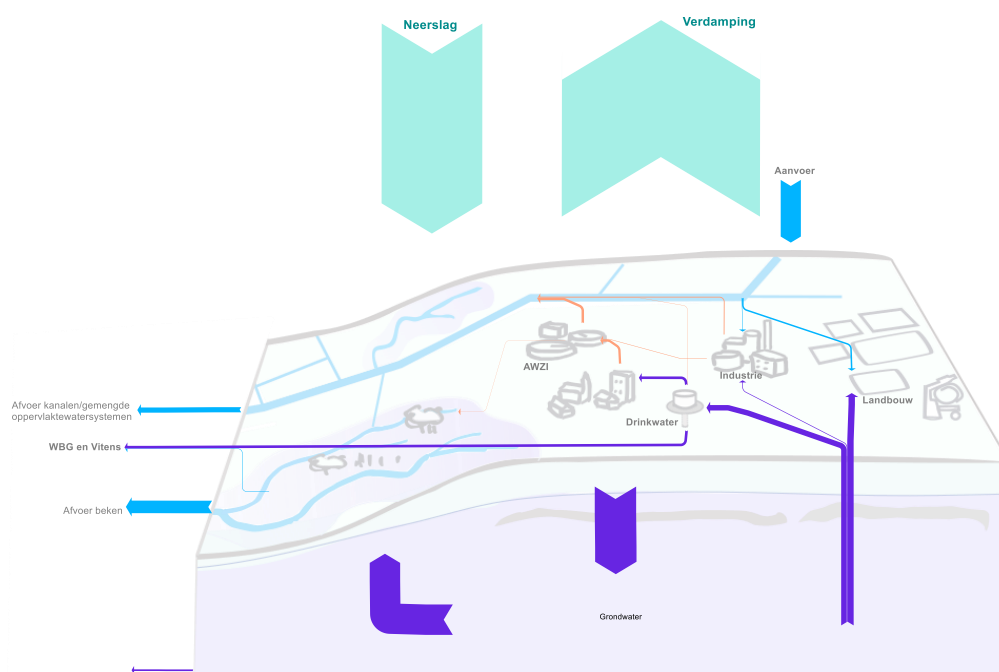
Alle rechten voorbehouden aan KWR. Niets uit deze uitgave mag - zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KWR - worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen,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

Samenvatting

Voor WMD is het van groot belang om nu en in de toekomst voldoende water van de juiste kwaliteit te kunnen blijven leveren. In recente droge jaren is het steeds duidelijker geworden dat de grondwatervoorraden onder steeds grotere druk staan, terwijl er verschillende sectoren van deze bron afhankelijk zijn. Verwacht wordt dat deze druk zal toenemen in een toekomst met klimaatverandering en een grotere watervraag vanuit verschillende sectoren. WMD werkt daarom aan de ontwikkeling van een langetermijnvisie op de watervoorziening.

In het overzichtsrapport KWR2022.037 'Naar een langetermijnvisie op de drinkwatervoorziening voor Drenthe – Fase 1' wordt verslag gedaan van onderzoek dat behoort bij de verkenningsfase van dit proces, en gericht is op 1) oriëntatie op het proces van de ontwikkeling van een langetermijnvisie van de watervoorziening; 2) het verkrijgen van een overzicht van de belangrijkste huidige en toekomstige waterstromen in de provincie Drenthe en 3) een met stakeholders samengestelde probleemformulering rondom de duurzaamheid van de huidige en toekomstige situatie in het watersysteem.

Voorliggende achtergrondrapportage gaat in op onderdeel 2. Het betreft de inventarisatie van gegevens rondom de belangrijkste waterstromen in het Drentse watersysteem en de ontwikkeling van een conceptueel model van het watersysteem. De data die hiervoor gebruikt is, is waar mogelijk gebaseerd op metingen die beschikbaar gesteld zijn door WMD en gebiedspartners (waterschappen, Provincie Drenthe en Waterbedrijf Groningen). Voor stromen waarvan geen (goede) data beschikbaar was, zijn modelresultaten (LHM) gebruikt. Voor een toekomstscenario waarin het watersysteem onder grotere druk staat, is gebruik gemaakt van het Deltascenario Stoom. De resultaten worden weergegeven in de vorm van Sankeydiagrammen (zie afbeelding hieronder), waarin de waterstromen voor verschillende kenmerkende situaties zijn gevisualiseerd. Deze zijn in het overzichtsrapport KWR2022.037 verder gebruikt om een breder overzicht te presenteren van de kenmerken van het Drentse watersysteem, inclusief kwetsbaarheden en vraagstukken die hier spelen.



Afbeelding. Sankeydiagram van de belangrijkste waterstromen in Drenthe in de zomer van 2018.

Inhoud

Rapport	2
Samenvatting	3
Inhoud	4
1 Inleiding	5
1.1 Ontwikkeling langetermijnvisie WMD	5
1.2 Doelen en activiteiten	5
1.3 Leeswijzer	6
2 Eerste verkenning van het Drentse watersysteem	7
3 Onderbouwing conceptueel model: databronnen en vergelijking	14
3.1 Stromen in de huidige situatie	14
3.2 Inschatting van een toekomstscenario	23
3.3 Veranderingen in watervoorraden	25
4 Het Drentse watersysteem in beeld	33
5 Referenties	37

1 Inleiding

1.1 Ontwikkeling langetermijnvisie WMD

Voor WMD is het van groot belang om nu en in de toekomst voldoende water van de juiste kwaliteit te kunnen blijven leveren. In recente droge jaren is het steeds duidelijker geworden dat de grondwatervoorraden onder grote druk staan, terwijl er verschillende sectoren van deze bron afhankelijk zijn. Verwacht wordt dat deze druk zal toenemen in een toekomst met klimaatverandering en een grotere watervraag voor menselijke activiteiten (Dorland et al., 2018; Driezum et al., 2020; Mens et al., 2020). WMD werkt daarom aan de ontwikkeling van een langetermijnvisie op de watervoorziening.

De eerste fase van dit proces is vooral gericht op verkenning van zowel het ‘speelveld’ als het proces:

- Het speelveld: het watersysteem van Drenthe, waarbij verschillende stakeholders betrokken zijn en waarin verschillende vraagstukken spelen.
- Het proces: hoe kan een langetermijnvisie worden ontwikkeld en waar moet rekening mee gehouden worden?

Beoogd wordt dat de verkenning in deze eerste fase bijdraagt aan het proces dat vervolgens nodig is, waarbij gedacht wordt aan het betrekken van relevante stakeholders, formuleren van mogelijk geschikte oplossingsrichtingen en de verdere uitwerking daarvan in een gezamenlijk proces.

WMD heeft KWR betrokken bij de verkenningsfase, waarbij diverse activiteiten zijn uitgevoerd. In het hierbij behorende overzichtsrapport KWR2022.037 ‘Naar een langetermijnvisie op de drinkwatervoorziening voor Drenthe – Fase 1’ wordt verslag gedaan van de verkenning en de verkregen resultaten en worden aanbevelingen gedaan voor de vervolgfase. In dit achtergrondrapport wordt specifiek ingegaan op één onderdeel van dit onderzoek, namelijk de ontwikkeling van een conceptueel model van de waterstromen in het Drentse watersysteem.

1.2 Doelen en activiteiten

In het onderzoek als geheel zijn de volgende doelen beoogd:

1. Oriëntatie op het proces van de ontwikkeling van een langetermijnvisie op de watervoorziening, waarmee zicht wordt gekregen op de activiteiten, aandachtspunten en samenwerkingen die bij een dergelijk proces noodzakelijk zijn;
2. Overzicht van de belangrijkste huidige en toekomstige waterstromen in de provincie Drenthe, waarmee inzicht wordt gegeven in knelpunten in het watersysteem en de betekenis hiervan voor de drinkwatervoorziening;
3. Uitwisseling van ideeën rondom de duurzaamheid van de huidige/toekomstige situatie in het watersysteem met betrokken (overheids)organisaties, die samengevat wordt in een gezamenlijke probleemformulering.

Voorliggende rapportage heeft betrekking op het tweede doel. Hiertoe is een inventarisatie gemaakt van de belangrijkste waterstromen in Drenthe. De data die hiervoor gebruikt is, is waar mogelijk gebaseerd op metingen die beschikbaar gesteld zijn door WMD en gebiedspartners (waterschappen, Provincie Drenthe en Waterbedrijf Groningen). Voor stromen waarvan geen (goede) data beschikbaar was, zijn modelresultaten (LHM) gebruikt. Voor een toekomstscenario waarin het watersysteem onder grotere druk staat, is gebruik gemaakt van het Deltascenario

Stoom. Dit heeft geresulteerd in een conceptueel systeemmodel in de vorm van Sankeydiagrammen van de waterstromen in het Drentse watersysteem, voor verschillende kenmerkende situaties in het nu en de (mogelijke) toekomst.

1.3 Leeswijzer

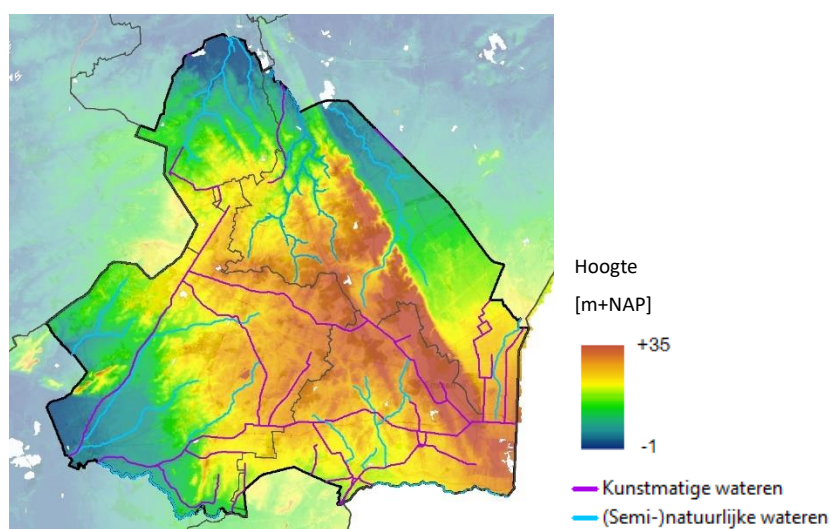
Voorliggende achtergrondrapportage omvat een verkenning van het Drentse watersysteem (Hoofdstuk 2) en de inventarisatie van gegevens rondom de belangrijkste waterstromen in het Drentse watersysteem en de ontwikkeling van een conceptueel model van het watersysteem (Hoofdstuk 3). De resultaten worden weergegeven in de vorm van Sankeydiagrammen, waarin de waterstromen voor verschillende kenmerkende situaties zijn gevisualiseerd (Hoofdstuk 4). Deze diagrammen zijn in het overzichtsrapport KWR2022.037 verder gebruikt om een breder overzicht te presenteren van de kenmerken van het Drentse watersysteem, inclusief kwetsbaarheden en vraagstukken die hier spelen.

2 Eerste verkenning van het Drentse watersysteem

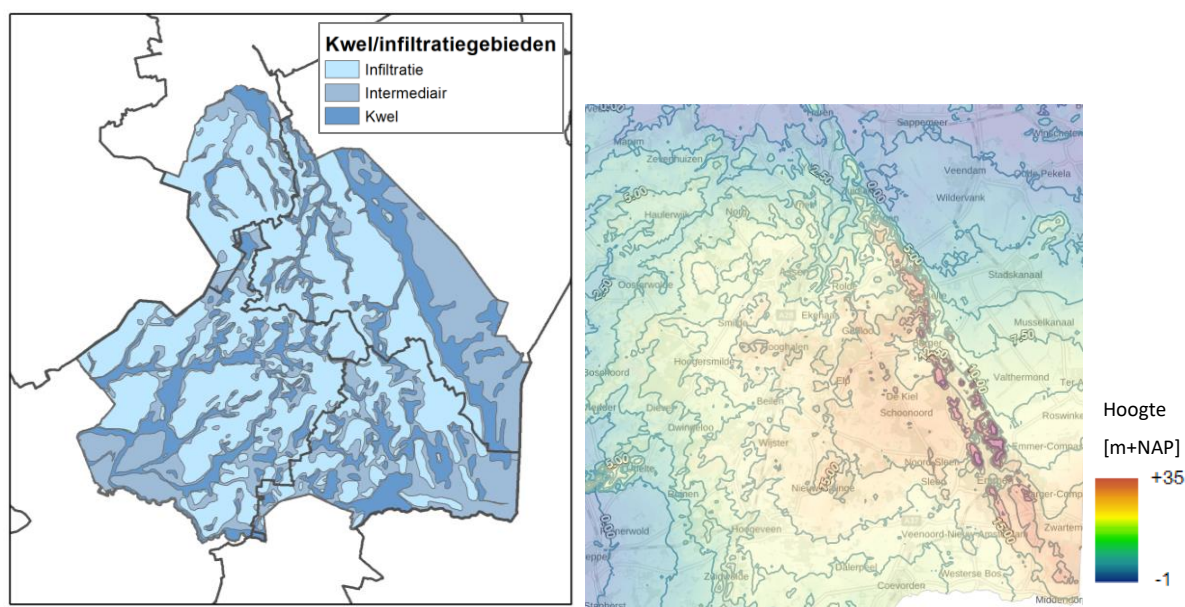
2.1 Kenmerken van het Drentse watersysteem: hydrologie, beheer en functies

De provincie Drenthe wordt gevormd door het hoger gelegen Drents plateau, de beekdalen die het ontwateren, en daar omheen de lager gelegen veenontginningsgebieden; en wordt vaak gekarakteriseerd als ‘omgekeerd soepbord’ (Figuur 2-1). Het watersysteem bestaat uit het grond- en bodemwater, de beken en de kanalen. Deze bronnen worden gebruikt door een verscheidenheid aan functies: landbouw, verschillende typen natuur, drinkwater en industrie (Provincie Drenthe, 2018; Drenthe, 2021). Het watersysteem wordt beheerd door de waterschappen Drents-Overijsselse Delta (WDOD), Hunze & Aa’s (H&A), Vechtstromen (VS) en Noorderzijlvest (NZV) en provincie Drenthe; er wordt drinkwater onttrokken door WMD en waterbedrijf Groningen (WBG) uit grondwater en voor een klein deel uit oppervlaktewater.

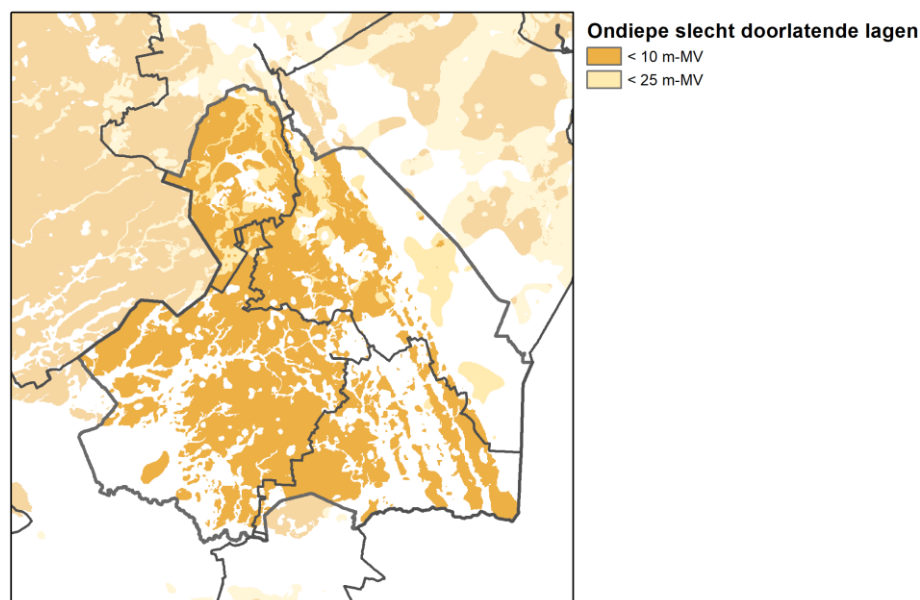
Het grondwater vormt een belangrijke waterbron in de provincie (Figuur 2-2). Ondiepe grondwaterstroming is vooral gericht vanaf het plateau naar de omgeving (TNO, 2021). Water infiltreert op het plateau en kwelt op in de beekdalen en langs de rand van de Hondsrug. De randgebieden (veenontginningsgebieden) hebben een meer intermediaire grondwaterstroming (Provincie Debets et al., 2012; Drenthe, 2018). Kenmerkend voor het grondwatersysteem is de aanwezigheid van slecht doorlatende lagen in de bodem (Figuur 2-3). Onder een groot deel van het Drents plateau liggen ondiepe keileemlagen; daarnaast komen lokaal slecht doorlatende lagen voor zoals de Peelo-klei. In Figuur 2-3 is aangegeven waar in de provincie zich ondiepe slecht doorlatende lagen bevinden, berekend uit REGIS-data (TNO, 2019) en hoogtekarten (combinatie van Drenthe-Gieten-klei (keileem), Peelo-klei en Bostel-klei). Deze lagen hebben een sterke invloed op de infiltratie- en grondwaterstromen. Een deel van de drinkwaterwinningen ligt onder zulke afsluitende lagen; een deel is wel direct verbonden met freatisch grondwater.



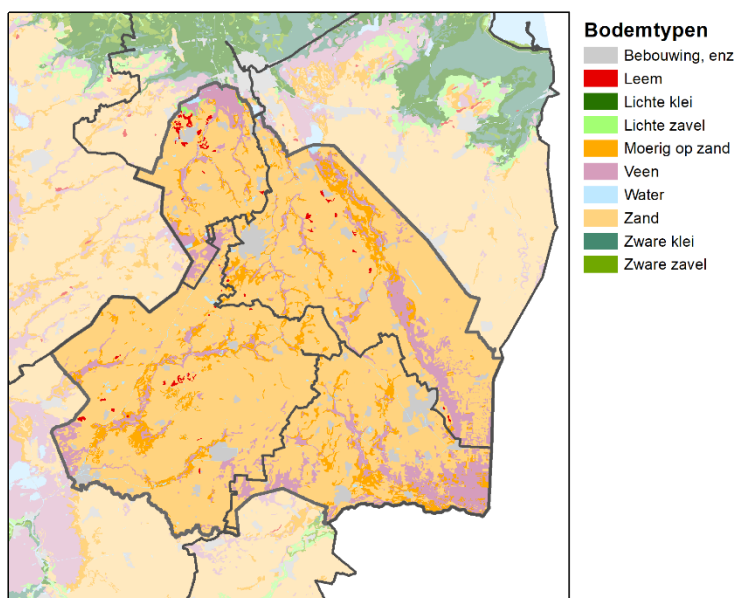
Figuur 2-1. Hoogteligging en afwateringssysteem Drenthe (Provincie Drenthe, 2018).



Figuur 2-2. Kwel- en infiltratiegebieden in Drenthe (Provincie Drenthe, 2018) en isohypsenkaart voor het freatisch grondwater over 2011-2018 (TNO, 2021).

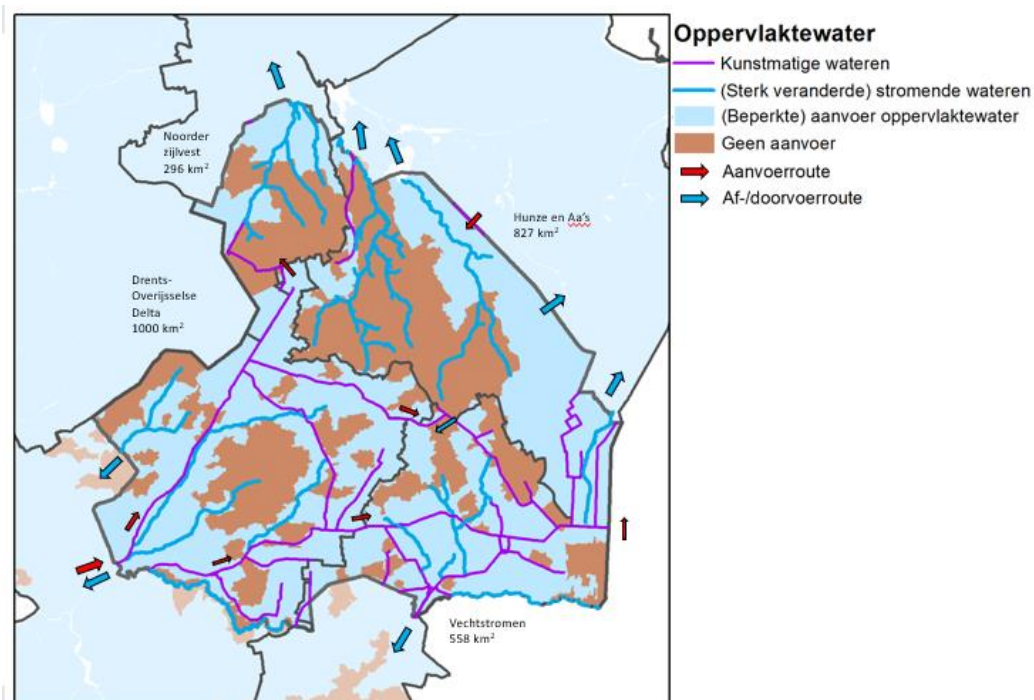


Figuur 2-3. Voorkomen ondiepe slecht doorlatende lagen (Drenthe-Gieten-klei (keileem), Peelo-klei en Bostel-klei); berekend op basis van REGIS-data (TNO, 2019).



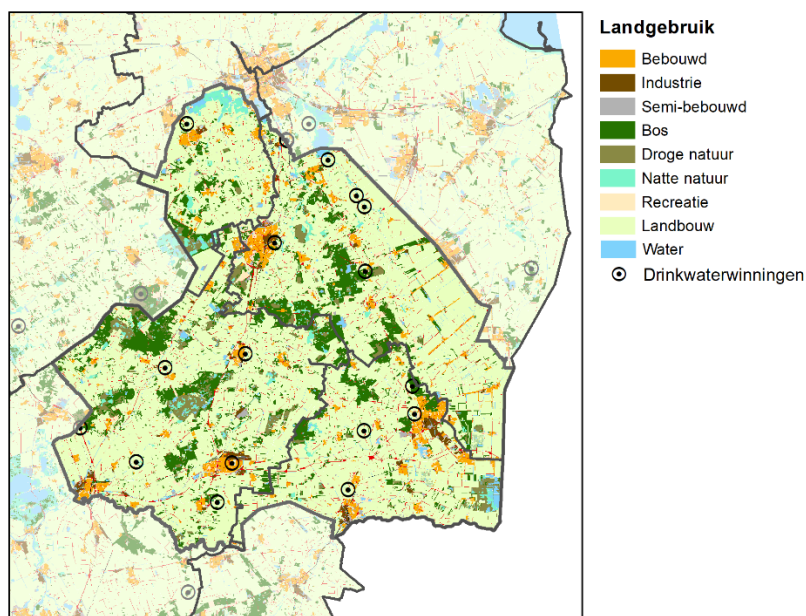
Figuur 2-4. Bodemtypen in Drenthe (BOFEK 2006, WUR).

Het Drents plateau wordt ontwaterd door verschillende beken, die deels een natuurlijke loop volgen, deels zijn gekanaliseerd. Daarnaast lopen enkele grotere gegraven kanalen door de provincie. Figuur 2-5 laat het oppervlaktewatersysteem van de provincie Drenthe zien (Provincie Drenthe, 2018); data en persoonlijke communicatie waterschappen). In droge periodes wordt water aangevoerd vanuit het IJsselmeer. De belangrijkste aanvoer naar Drenthe vindt plaats vanuit het Meppelerdiep bij Meppel; dit water wordt doorgevoerd naar het noorden en westen. Daarnaast ontvangt een klein deel van het benedenstroomse gebied van de Hunze inlaatwater dat via het noorden wordt aangevoerd. Een deel van de provincie heeft geen of beperkte aanvoer van water (Buitelaar et al., 2015; pers.comm. waterschappen).



Figuur 2-5. Het oppervlaktewatersysteem van Drenthe. Op basis van Provincie Drenthe (2018) en data en persoonlijke communicatie waterschappen.

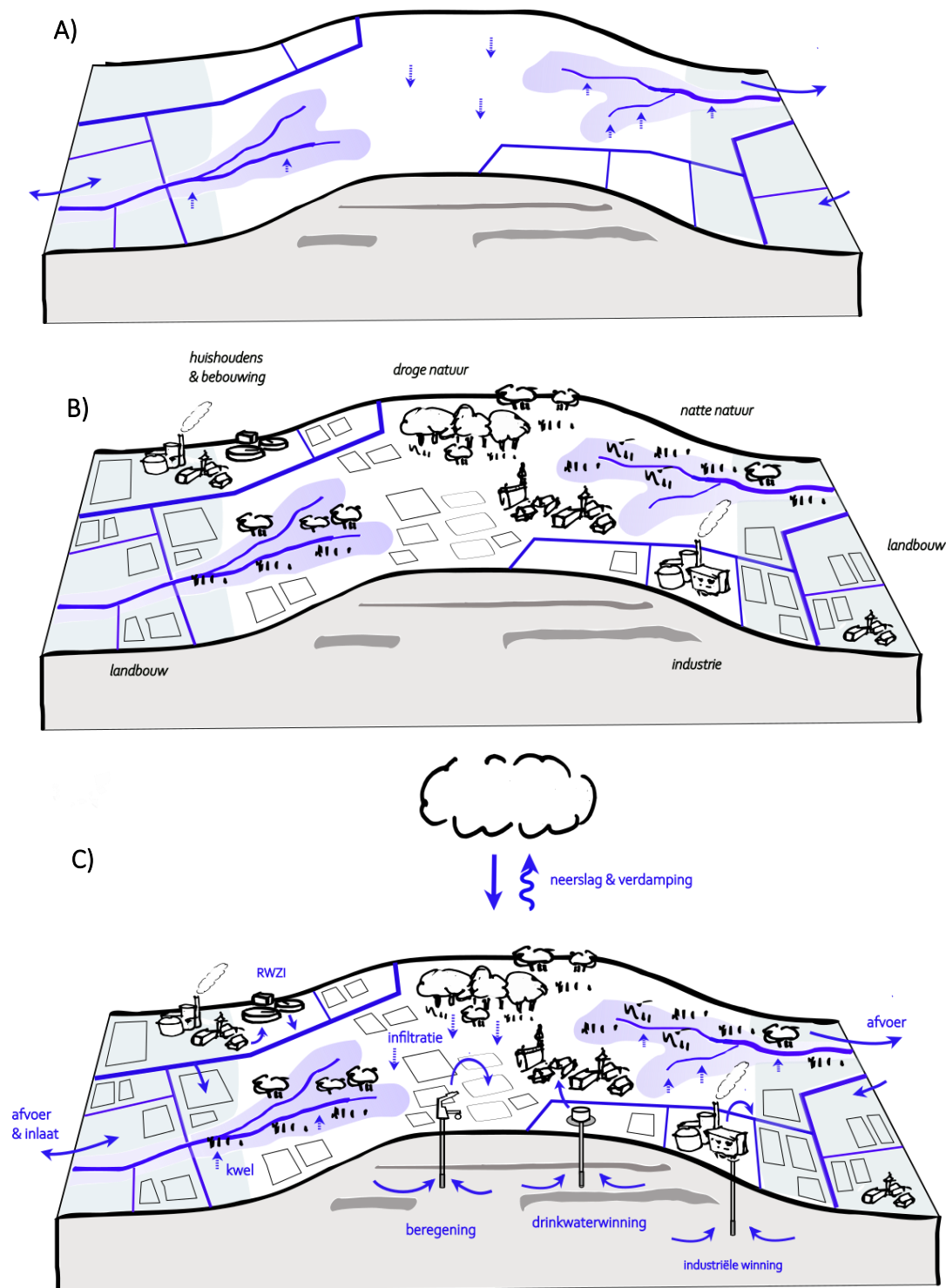
Het landgebruik in de provincie wordt gedomineerd door landbouw; er vindt zowel akkerbouw als veeteelt plaats (Figuur 2-6). Ook zijn er enkele grote natuurgebieden. In de infiltratiegebieden zijn grote bossen en droge heidegebieden te vinden; in de kwel en intermediaire gebieden liggen (vochtige) graslanden en bossen, moerassen en enkele hoogveengebieden (CBS, 2018; Drenthe, 2018). Verspreid over de provincie liggen bebouwde kernen en industriegebieden. Ook vindt er winning van gas en zout plaats.



Figuur 2-6. Landgebruik in provincie Drenthe (CBS, 2018).

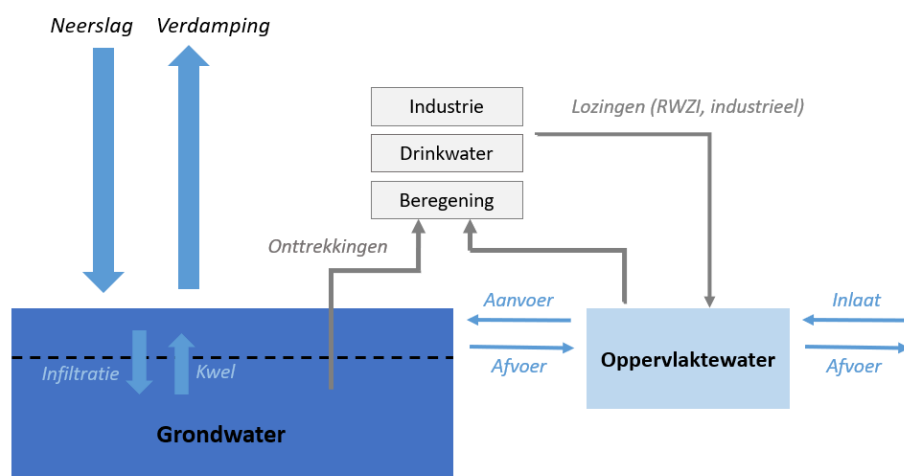
2.2 Kwalitatief systeemoverzicht en waterbalans

Figuur 2-7 geeft een overzicht van het Drentse watersysteem, waarin de kenmerken van het watersysteem zijn weergegeven. De input vanuit de gebiedspartners in de werksessie is te vinden in overzichtsrapportage 2022.037.



Figuur 2-7. Schets van het Drentse watersysteem. A: de hydro-geologische (natuurlijke) basis van het systeem met infiltratie, kwel, beekdalen, intermediaire gebieden en het plateau met deels scheidende lagen. B: het watersysteem met alle watervragende functies. C: Overzichtsbeeld van het Drentse watersysteem met functies en waterstromen. Deze schets is indicatief, in werkelijkheid wordt bijvoorbeeld drinkwater doorgaans dieper gewonnen dan water voor beregening.

Voor het visualiseren van de waterbalans is dit systeem versimpeld tot de belangrijkste waterreservoirs, -stromen en -gebruikers die relevant zijn voor de (kwantitatieve) uitdagingen in het gebied (zie hiervoor ook overzichtsrapportage 2022.037). Figuur 2-8 geeft het versimpelde systeem dat als basis is gebruikt voor de kwantitatieve waterbalans. Er zijn drie belangrijke watergebruikers onderscheiden, namelijk drinkwater, industrie en landbouw (beregening). Het bodem-grondwatersysteem is opgedeeld in twee lagen: het ondiepe bodem- en grondwater (freatisch pakket), onderaan deels begrensd door ondiepe keileemlagen; en het diepere grondwater (eerste watervoerend pakket, deels wel en deels niet afgesloten door een keileemlaag). Infiltratie en kwel zijn gedefinieerd als de stromen tussen het diepe en ondiepe grondwater.



Figuur 2-8. Schematisering van de waterbalans voor Drenthe.

2.3 Belangrijkste vraagstukken

De volledige lijst aan vraagstukken die zijn ingebracht in de werksessie zijn te vinden in overzichtsrapportage 2022.037. De deelnemers van de gebiedspartners zien, op dit moment en richting de toekomst, de volgende belangrijke vraagstukken in het Drentse watersysteem:

- Beperkte waterbeschikbaarheid in droge periodes voor verschillende functies: de hoeveelheid duurzaam beschikbaar grondwater is beperkt; de hoeveelheid inlaatwater kan in de toekomst ook beperkter worden. (niet concreet genoemd, wel belangrijk: beekafvoeren in droge periodes).
- De benodigde transitie in het watersysteem (meer water vasthouden, meer droogte- en natbestendig) en de daarmee samengaande transitie in de ruimtelijke inrichting. Daarbij wordt vooral gedacht richting mogelijk te verwachten ontwikkelingen richting functie-volgt-peil en veranderingen in ruimtelijke inpassing van landbouwfuncties.
- Tegengaan van verdroging (lage grondwaterstanden) en bodemdaling; herstel van natte, grondwaterafhankelijke natuur.
- Kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Het grondwater wordt mogelijk bedreigd door nieuwe en bestaande verontreinigingen; ook de oppervlaktewaterkwaliteit kan met name in droge periodes onder druk komen te staan.
- Een hoge en toenemende druk op het grondwater, vooral in droge periodes. Er zijn met name zorgen over het grondwatergebruik voor beregening door de landbouw.
- Toename in drinkwatervraag.
- Piekbuien en wateroverlast (met name in bebouwd gebied).
- (Droogteschade en hitte-overlast bebouwd gebied).
- (Energietransitie en bodemwarmtesystemen; watervraag voor recreatie).

De bovenstaande uitdagingen/vraagstukken spelen al op dit moment, maar worden in de toekomst waarschijnlijk verergerd door klimaatverandering, economische groei en een toenemende ruimtedruk.

2.4 Een goede toestand van het watersysteem

De deelnemers zijn het in grote lijnen eens over de volgende brede kenmerken waaraan een goed (toekomstig) watersysteem moet voldoen:

- Grondwatervoorraad op peil: afvoer/onttrekking zijn in balans met de aanvulling
- Voldoende waterkwaliteit in grond- en oppervlaktewater
- Robuust/veerkrachtig: kan schokken opvangen
- Circulair
- Harmonieuze inpassing van functies in het watersysteem en goede balans tussen verschillende belangen

De deelnemers benadrukken dat er een balans moet gaan bestaan tussen de verschillende waterfuncties en belangen. Waar nodig worden prioriteiten gesteld voor de belangrijkste functies of belangen. Grondwaterstanden op peil houden en vasthouden, waterkwaliteit (voldoen aan de KRW), voldoende water beschikbaar voor drinkwater (en watercondities voor natuur) worden als prioriteiten genoemd, maar deze moeten in balans gehouden worden met het voorkomen van wateroverlast en andere waterbelangen. Daarbij wordt ook een balans genoemd tussen 'functie volgt peil' en 'peil volgt functie'. In een goed watersysteem bestaan duidelijke regels en afspraken over watergebruik, water aanvullen, water afvoeren en prioritering.

3 Onderbouwing conceptueel model: databronnen en vergelijking

3.1 Stromen in de huidige situatie

In Tabel 3-1 is een overzicht van de verzamelde waterstromen opgenomen. In de onderstaande tekst wordt toegelicht hoe deze getallen tot stand zijn gekomen en of er sprake is van belangrijke onzekerheden. Ook worden eventuele keuzes die gemaakt zijn toegelicht, bijvoorbeeld wanneer gegevens uit verschillende bronnen beschikbaar waren of wanneer relatief kleine waterstromen niet in de overzichten zijn meegenomen.

Tabel 3-1. Waterstromen voor de huidige situatie. Zekerheid van de data ingeschat als 1=hoog, 2=middel, 3=laag

	Stromen in Mm ³			Stromen in mm			Bron	Zekerheid
	Gem. jaar (2013-2017)	Gem. zomer (2013-2017)	Zomer 2018	Gem. jaar (2013-2017)	Gem. zomer (2013-2017)	Zomer 2018		
Neerslag	2394.8	690.8	344.3	893.6	257.8	128.5	LHM	1
Verdamping	1536.0	786.5	678.2	573.1	293.5	253.1	LHM	2
Infiltratie	551.0	120.4	141.6	205.6	44.9	52.8	LHM	2
Kwel	450.5	94.9	104.2	168.1	35.4	38.9	LHM	2
Drainage	675.4	28.3	-20.8	252.0	10.5	-7.7	LHM	2
Grondwater-onttrekking WMD	32.3	8.6	9.8	12.0	3.2	3.6	Data WMD	1
Grondwater-onttrekking WBG	26.4	6.7	7.4	9.8	2.5	2.7	Data WBG	1
Grondwater-onttrekking Vitens	5.7	1.4	1.4	2.1	0.5	0.5	Data Vitens	1
Oppervlaktewater-onttrekking WBG	6.7	1.7	1.5	2.5	0.6	0.6	Data WBG	1
Productieverliezen drinkwater	2.7	0.7	0.8	1.0	0.3	0.3	Schatting o.b.v. data WMD	2
Drinkwaterlevering binnen Drenthe	29.3	7.7	8.9	10.9	2.9	3.3	Data WMD	1
Drinkwaterlevering buiten Drenthe	39.1	9.9	10.4	14.6	3.7	3.9	Data WMD	1
Grondwater-onttrekking industrie	7.4	2.0	2.1	2.8	0.7	0.8	Data provincie	2
Grondwater-onttrekking beregening	6.4	5.5	22.0	2.4	2.1	8.2	LHM	3
Oppervlaktewater-onttrekking industrie	5.4	1.4	1.5	2.0	0.5	0.6	e-MJV	2
Oppervlaktewater-onttrekking beregening	1.3	1.0	5.0	0.5	0.4	1.9	LHM	3

RWZI-effluent op beken	3.1	0.8	0.6	1.1	0.3	0.2	Data waterschappen	1
RWZI-effluent op kanalen	49.4	12.0	8.5	18.4	4.5	3.2	Data waterschappen	1
Lozingen oppervlaktewater industrie	10.6	2.7	2.9	4.0	1.0	1.1	e-MJV	2
Lozingen riool industrie	5.6	1.4	1.5	2.1	0.5	0.6	e-MJV	2
Inlaat Meppelerdiep	50.6	24.6	61.2				Data WDO	2
Inlaat Stieltjeskanaal	11.2	6.6	7.2				Data VS	2
Afvoer beken	223.6	60.8	42.9				Waterschappen	2
Afvoer kanalen	443.9	46.4	17.6				Waterschappen	2
Afvoer totaal	667.4	107.2	60.5	249.0	40.0	22.6	Som debietmetingen	2
Regionale grondwaterafvoer	22.4	5.6	5.6	8.3	2.1	2.1	Waterbalans diep grondwater	3

Onzekerheid

De inschatting van de waterstromen is gebaseerd op verschillende bronnen met grote verschillen in de onzekerheid van de data. De onzekerheid is in Tabel 3-1 ingeschat als 1 (lage onzekerheid, direct gemeten) tot 3 (grote onzekerheid, ruwe schatting).

Periode

Voor het inschatten van een gemiddeld jaar is uitgegaan van de periode 2013-2017; dit is een periode zonder extreem droge of natte jaren. Voor de gegevens vanuit de waterschappen waren in sommige gevallen maar kortere meetreeksen beschikbaar; in dit geval zijn gemiddeldes berekend over die periode waarover data beschikbaar was. De zomersituatie is ingeschat op basis van de maanden juni t/m augustus over de periode 2013-2017 en het droge jaar 2018.

Neerslag, werkelijke verdamping, infiltratie en kwel

De totale neerslag, werkelijke verdamping, infiltratie en kwel voor de provincie Drenthe zijn berekend uit modelresultaten van het Landelijk Hydrologisch Model (LHM 3.4, resultaten van referentie-run over 2013-2019 beschikbaar vanuit van den Eertwegh et al. (2021)). In principe zou het beter zijn het regionale model MIPWA te gebruiken. Vanuit MIPWA waren echter geen volledige tijdsafhankelijke modelresultaten beschikbaar. Daarom is voor de al beschikbare resultaten vanuit het LHM gekozen. Infiltratie en kwel zijn gedefinieerd als de verticale stroom over de ondiepe keileemlaag (of op diezelfde diepte wanneer er geen keileemlaag aanwezig is). In het LHM komt dit overeen met de stroom over de onderkant van modellaag 1. Infiltratie en kwel zijn berekend uit de LHM-resultaten als de stroom omlaag (infiltratie) en omhoog (kwel) tussen modellaag 1 en 2. Het ondiepe bodem- en grondwaterreservoir in de Sankey-diagrammen komt dan ook overeen met LHM-modellaag 1, het diepe grondwaterreservoir met modellaag 2-7.

Drinkwateronttrekkingen

Drinkwateronttrekkingen zijn berekend uit aangeleverde meetdata van WMD, waterbedrijf Groningen en Vitens. Volgens de data onttrok WMD in 2013-2017 zo'n 32 Mm³/j uit 12 grondwaterwinningen. WBG onttrok 26 Mm³/j aan grondwater uit de Drentse winningen (de Punt, De Groeve, Nietap) en 6.7 Mm³/j uit de Drentsche Aa; winning de Punt is hierbij ook meegenomen vanwege de afhankelijkheid van de Drentsche Aa. Vitens onttrok bij

Havelterberg 5.7 Mm³/j. Dit klopt met data gerapporteerd in de VEWIN-drinkwaterstatistieken (Geudens & van Grootveld, 2017). Uit data ontvangen van WMD bleek in 2020 een productieverlies van 3.8%. Dit percentage is doorgetrokken om de totale productie verliespost voor alle winningen samen te schatten. WMD kende in 2020 ook 3.6% niet-geregistreerd verbruik (NIRG); dit is niet in de visualisaties meegenomen.

Drinkwater wordt binnen Drenthe geleverd door WMD en een klein deel door Vitens. WMD koopt water in van WBG en levert water aan Vitens en WBG. Deze stromen zijn gebaseerd op in- en verkoopdata van WMD. Het leveringsgebied van winning Havelterberg ligt deels binnen, deels buiten Drenthe (de Vries et al., 2019). Op basis van inwoneraantallen is geschat dat ongeveer de helft van het geproduceerde water in Drenthe wordt geleverd.

Tabel 3-2. Balansposten voor de Drentse drinkwaterwinningen.

Post	Grootte gemiddeld jaar [Mm ³]	Netto drinkwater-productie	Bron
WMD, alle winningen	32.3	31.1	Data WMD 2013-2017
WBG Nietap, De Groeve, de Punt	26.4	25.4	Data WBG 2013-2017
WBG Drentse Aa (oppervlaktewater)	6.7	6.4	Data WBG 2013-2017
Vitens Havelterberg	5.7	5.5	Data Vitens 2013-2016
<i>Totale winning binnen Drenthe</i>	<i>71.1</i>	<i>68.4</i>	
Productieverliezen	2.7		Data WMD: productieverlies 3.8% productie in 2020
Niet-geregistreerd verbruik	2.6		Data WMD: 3.6% NIRG in 2020
Inkoop WMD van WBG	1.2		Data WMD 2016-2017
Verkoop WMD aan WBG en Vitens	5.6		Data WMD 2016-2017
Levering Vitens binnen Drenthe	2.6		Schatting 47% van netto winning
Drinkwaterlevering binnen Drenthe (alles uit grondwater)	29.3		Som Havelterberg Drenthe + netto WMD -netto verkoop WMD
Drinkwaterlevering buiten Drenthe	34.7		Som Havelterberg buiten Drenthe + WBG + netto verkoop WMD

Berekening uit grondwater en oppervlaktewater

De hoeveelheden berekening uit grondwater en oppervlaktewater zijn gebaseerd op de LHM-modelresultaten. Deze geven waarschijnlijk een onderschat beeld van de berekening, omdat ze gebaseerd zijn op oude gegevens van potentiële beregeningslocaties (van den Eertwegh et al., 2021). Toch is gekozen om modelresultaten te gebruiken, omdat de waterschappen zeer beperkte of incomplete gegevens van de beregeningshoeveelheden hebben. Wel zijn voor enkele deelgebieden schattingen beschikbaar van de grondwaterberekening vanuit de waterschappen, waardoor hiermee een vergelijking gemaakt kan worden (zie Tabel 3-3 en Tabel 3-4). Door Hunze en Aa's is in 2017-2019 een inventarisatie uitgevoerd onder agrariërs van de locaties waar beregend wordt, als ook van de hoeveelheden grondwaterberekening in het Drentsche Aa-gebied. Voor Noorderzijlvest en WDO Delta zijn (beperkte) gegevens van opgegeven onttrekkingen door agrariërs beschikbaar. Vechtstromen beschikt over een schatting van het aantal beregeningslocaties.

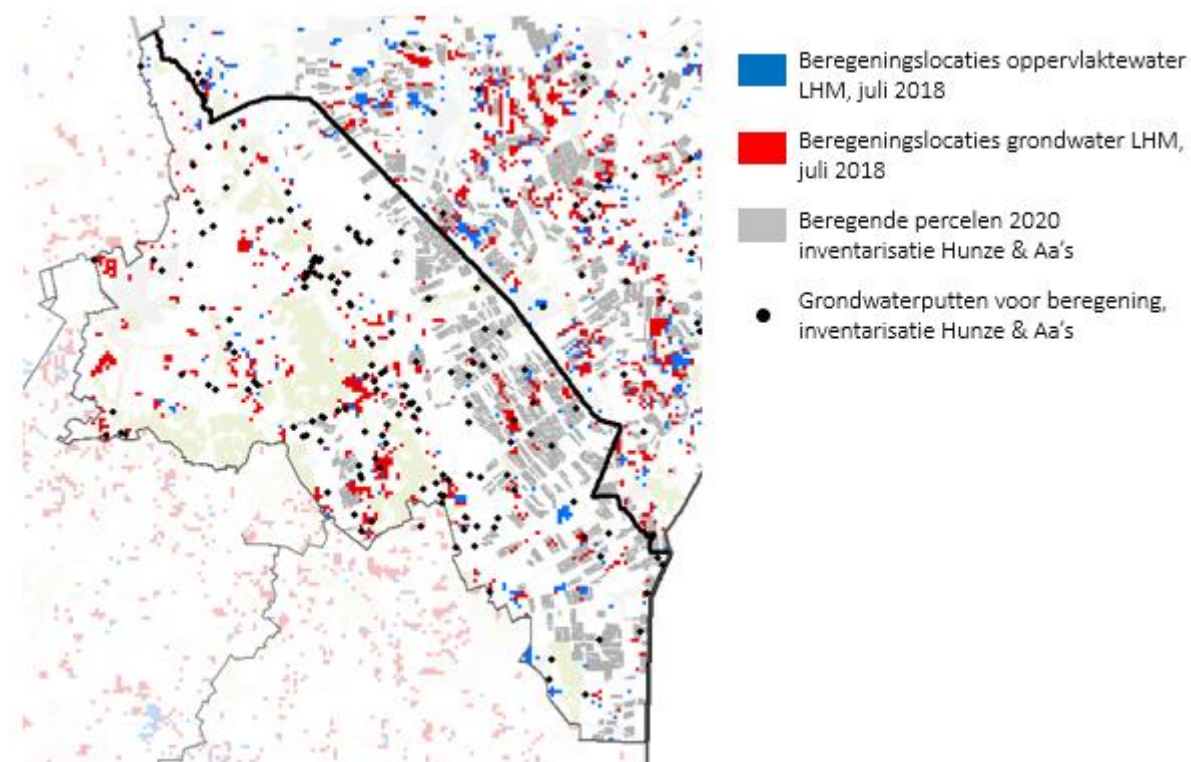
Tabel 3-3. Berekening uit grondwater (GW) en oppervlaktewater (OW) per waterschap op basis van LHM-resultaten (data in Mm³/j).

Jaar	NZV GW	NZV OW	HenA GW	HenA OW	WDOD GW	WDOD OW	VS GW	VS OW	Som GW [Mm3]	Som OW [Mm3]	Drentse Aa GW	Drentse Aa OW
2013	0.78	0.15	3.63	0.75	3.94	0.73	2.81	0.51	11.14	2.14	1.03	0.16
2014	0.66	0.10	2.11	0.28	1.46	0.21	0.91	0.07	5.13	0.66	0.60	0.08
2015	0.43	0.06	1.67	0.38	1.16	0.25	0.96	0.22	4.21	0.91	0.52	0.10
2016	0.16	0.03	1.11	0.29	1.11	0.21	1.02	0.20	3.40	0.74	0.24	0.04
2017	0.64	0.11	2.20	0.62	3.06	0.67	2.16	0.69	8.05	2.09	0.76	0.13
2018	1.78	0.43	7.16	1.50	8.59	1.89	5.55	1.50	23.07	5.33	2.46	0.30

Tabel 3-4. Gegevens en schattingen van berekening uit grondwater van de waterschappen (data in Mm³/j).

jaar	Drentsche Aa (Hunze en Aa's)	NZV GW	VS GW
2013		0.1	80-100 actieve locaties
2014		0.4	
2015		0.2	
2016		0.4	
2017	0.96	0.1	
2018	1.51	0.1	

De inventarisatie van Hunze & Aa's komt op een grondwateronttrekking voor berekening van 0.96 Mm³ in 2017 en 1.51 Mm³ in 2018 in het Drentsche Aa-gebied. Het LHM geeft hoeveelheden van 0.76 en 2.46 Mm³. Het LHM lijkt dus de berekening uit grondwater iets te onderschatten in normale jaren en te overschatten in droge jaren, mogelijk doordat het geen rekening houdt met beperkingen op grondwateronttrekkingen. Figuur 3-1 geeft een vergelijking van beregeningslocaties in de LHM-data en de inventarisatie. Met name in het veenontginningsgebied liggen veel percelen waarvan wordt gerapporteerd dat er beregend wordt, zonder dat dit in de modeldata terugkomt. Mogelijk gaat het hier voornamelijk om berekening uit oppervlaktewater. Dit kan betekenen dat de gebruikte LHM-gegevens de berekening uit grondwater (sterk) onderschatten. Vanuit Hunze en Aa's is aangegeven dat de gebruikte oppervlaktewaterberekening waarschijnlijk te klein is. Gegevens van de werkelijk onttrokken hoeveelheden ontbreken echter.



Figuur 3-1. Beregeningslocaties in de gebruikte LHM-data (zomer 2018, met verachte maximale beregening) en volgens de inventarisatie van Hunze en Aa's.

Voor Noorderzijlvest zijn de opgegeven onttrekkingshoeveelheden in het gemiddelde een stuk lager dan de berekening berekend door het LHM. Dit komt waarschijnlijk doordat bij lang niet alle onttrekkingen de hoeveelheden zijn geregistreerd. Uitgaande van de maximaal opgegeven onttrokken hoeveelheden per winningslocatie tussen 2010 en 2020 kan een bovengrens van 0.7 Mm³/j worden geschat; deze komt meer overeen met de LHM-data.

Voor WDOdelta zijn gegevens beschikbaar van meldingen en vergunningen voor grondwateronttrekkingen. Hieruit volgt een geschat aantal van 479 locaties waar een vergunning of melding geregistreerd staat die betrekking heeft op beregening. Mogelijk is een groot deel hiervan al niet meer actief. Alleen voor enkele akkerbouwbedrijven zijn gegevens van hoeveelheden beregening beschikbaar; de onttrekking is hier gemiddeld ongeveer 7600 m³/j. Voor WDOdelta zijn daarmee geen schattingen te maken van de hoeveelheden onttrekking voor beregening in het gehele gebied.

Waterschap Vechtstromen schat in dat in hun Drentse deelgebied zo'n 80-100 actieve grondwaterwinningen voor beregening liggen en 25-30 oppervlaktewateronttrekkingen. Deze verhouding klopt ruwweg met de verhouding tussen grond- en oppervlaktewaterberegening vanuit de LHM-modelresultaten.

Industriële onttrekkingen en lozingen

Informatie van de grotere industriële grondwateronttrekkingen is verkregen van de provincie. De oppervlaktewateronttrekkingen en -lozingen door industrie zijn verkregen uit het e-MJV (emissieregistratie) (RIVM). Het e-MJV omvat alle grote onttrekkingen en lozingen die in de emissieregistratie zijn opgenomen. Zowel bij het e-MJV als de data van de provincie gaat het om zowel water dat als koelwater wordt gebruikt, als water dat daadwerkelijk in processen wordt benut. Alleen voor de grondwateronttrekkingen is bekend wat het aandeel koelwater is; hieruit blijkt dat de hoeveelheid koelwater ongeveer een kwart is van de totale onttrokken hoeveelheid.

Tabel 3-5 laat een vergelijking zien van de industriële grondwateronttrekkingen vanuit de data van de provincie en het e-MJV. Het e-MJV komt in het gemiddelde iets hoger uit, maar onderschat mogelijk de onttrekkingen in droge zomers omdat alleen data op jaarbasis beschikbaar is. Om deze reden is gebruik gemaakt van de data van de

provincie. Overigens zijn beide datasets ook vergeleken op inhoud (welke onttrekkingen zijn meegenomen), maar door verschillen in naamgeving was dit niet volledig te controleren. Wel bleek dat de twee bedrijven met de grootste onttrekkingen in beide datasets zijn opgenomen.

Behalve deze grote industriële onttrekkingen zijn er waarschijnlijk ook kleinere onttrekkingen. Vanuit Noorderzijlvest waren gegevens beschikbaar van geregistreerde kleinere niet-beregeningsonttrekkingen; hierbij gaat het met name om onttrekkingen voor bouwprojecten. Deze komen uit op 0.37 Mm³/j voor een gemiddeld jaar voor het Drentse deel van NZV. Deze onttrekkingen zijn niet meegenomen in de overzichtsplaatjes.

Tabel 3-5. Vergelijking gegevens industriële grondwateronttrekking van provincie Drenthe en het e-MJV.

	Provincie [Mm ³]	E-MJV [Mm ³]
Grondwateronttrekkingen industrie, jaarbasis 2013-2017	7.4	8.4
Grondwateronttrekkingen industrie, zomer 2013-2017	1.8	2.1
Grondwateronttrekkingen industrie, zomer 2018	2.1	1.5

RWZI-lozingen

Gegevens van lozingen van gezuiverd RWZI-effluent zijn verkregen van de verschillende waterschappen. Voor de meeste RWZI's zijn effluentdebieten beschikbaar; voor Hunze en Aa's ging het om influentdebieten. Er is aangenomen dat deze twee ruwweg gelijk zijn. Het influent van RWZI's is afkomstig van zowel afvalwater als regenwater. Er bleek inconsistentie te zijn in de ontvangen DWA-gegevens: deze waren voor de verschillende RWZI's met verschillende methodes berekend en kwamen vaak ruim hoger uit dan het gemeten RWZI-effluent. Hierdoor kon deze verhouding niet worden ingeschat. Voor de RWZI's in WDOD-gebied waren alleen de jaardebieten over 2021 beschikbaar. De effluentdebieten van de WDOD-RWZI's in de zomerperiodes zijn geschat als vaste fractie van de totale RWZI-afvoer.

Tabel 3-6. RWZI's in de provincie Drenthe en gebruikte gegevens.

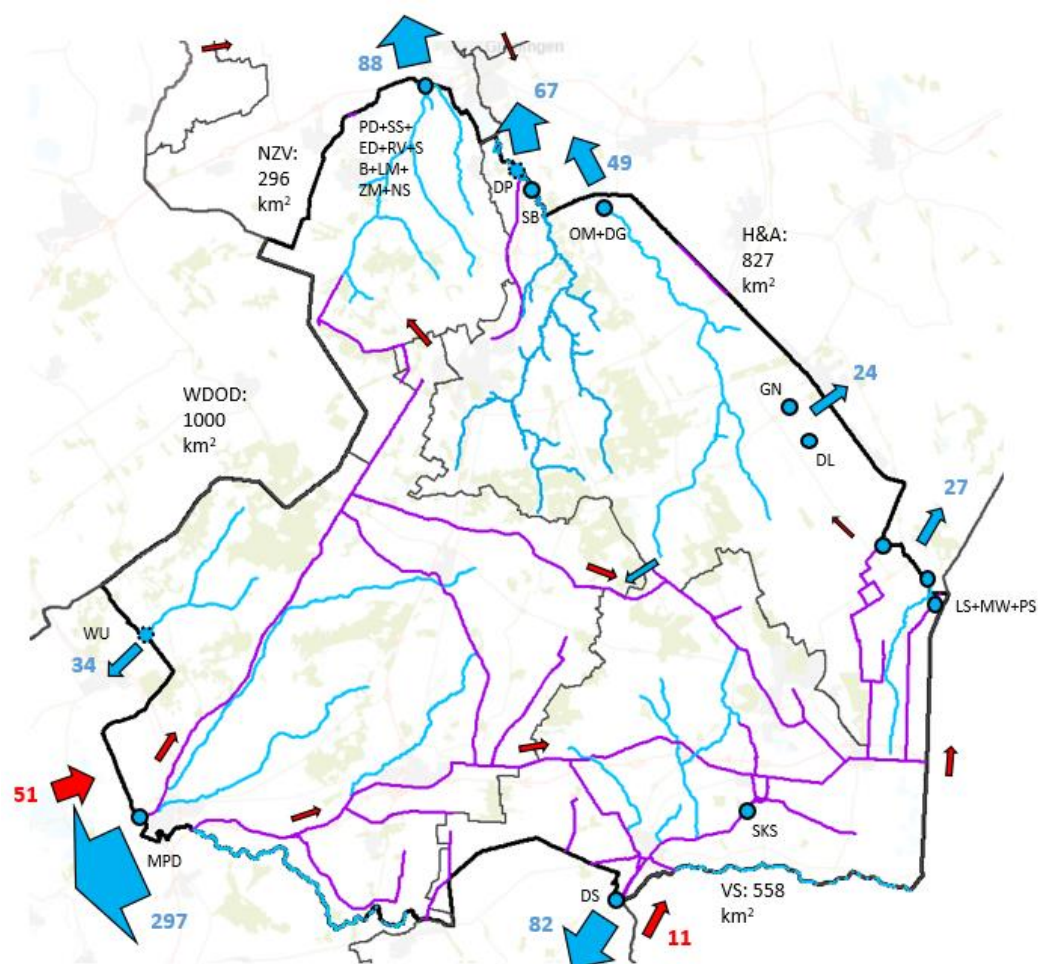
Waterschap	Gemeten stroom	RWZI's
Hunze & Aa's	Influent	Gieten, Assen, Exloërmond
Noorderzijlvest	Effluent	Eelde
Vechtstromen	Effluent	Coevorden, Emmen, Schoonoord, Sleen
WDODelta	Effluent*	Smilde, Beilen, Dieverbrug, Meppel, Echten

*alleen totaalstroom 2021

Aan- en afvoer van oppervlaktewater en drainagestromen

Er zijn vanuit twee bronnen data beschikbaar van de afvoer van oppervlaktewater Drenthe uit. Ten eerste zijn vanuit de waterschappen debietgegevens ontvangen van meetlocaties bij de belangrijkste beken en kanalen. Hieruit zijn die locaties geselecteerd waar water wordt afgevoerd over de Drentse grens. Uit de debietgegevens zijn periodes met opvallende fouten (zeer lokale pieken, negatieve waarden, opvallende sprongen in gemiddelde) verwijderd; de debieten zijn vervolgens geaggregeerd tot volumes over de gewenste periodes. Ten tweede zijn gemodelleerde drainagestromen (stroom van grondwater naar oppervlaktewater) beschikbaar vanuit de LHM-modflow-resultaten. De model-drainagestroom is berekend als de totale 'drn' en 'riv'-fluxen (modflow) in modellaag 1; dit is de uitwisseling tussen het oppervlaktewater en het grondwater in de bovenste laag (Vermeulen et al., 2020). In principe zouden de meet- en modeldata ruwweg overeen moeten komen. Deze zijn echter allebei imperfect: de gemodelleerde drainage is gebaseerd op geschematiseerde, ruimtelijk gemiddelde drainageweerstand en is niet volledig representatief voor de werkelijke afvoervolumes; de gemeten debietgegevens kunnen onbetrouwbaar zijn en de gebruikte meetpunten omvatten mogelijk niet alle afvoeren over de Drentse grens.

Figuur 3-2 en Tabel 3-7 geven de gebruikte debietmeetpunten en de gemeten afvoervolumes in een gemiddeld jaar (2013 t/m 2017 of beschikbare deelperiode daarvan).



Figuur 3-2. Gebruikte debietmeetpunten en afvoer van oppervlaktewater in een normaal jaar. Achtergrondkaart: Provincie Drenthe (2018).

Tabel 3-7. Gebruikte debietmeetpunten.

Beek/kanaal	Meetpunt	Afvoer gemiddeld jaar (Mm ³)
Drentse Aa	Schipborg	59.6
Noord-Willemskanaal*	Sluis de Punt	~7.8
Hunze	De Groeve	28.7
	Oostermoer	19.8
Kanalen veenkoloniën naar Groningen	Lokkersluis	20.2
	Matenweg	5.6
	Plaatsensloot	1.0
	Gasselternijveenschemond	11.3
	Dreefleiding	12.2
Afwateringskanaal Coevorden richting zuiden	Drentsche Stuw	81.6
Noordoost-Drenthe (Peizerdiep, Eelderdiep en kleinere wateren)	Peizerdiep, Schipsloot, Eelderdiep, Rodervaart I, Rodervaart II, Sandebuurt, Langma, Zuidermaden, Nietapstuw	88.4
Meppelerdiep	Meppelerdiep	297.6
Steenwijker Aa	Wulpen	33.5

*Data pas vanaf juni 2021; gemiddelde zomer- en normale afvoer doorgetrokken naar geheel jaar.

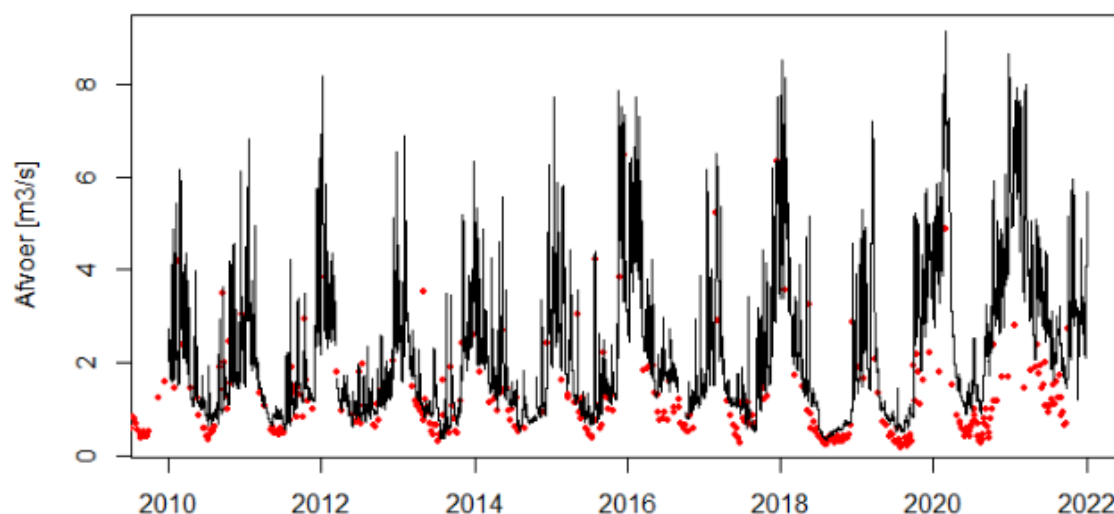
Voor de visualisatie zijn de afvoeren uit de beeksystemen en de kanaalsystemen apart in beeld gebracht, vanwege de verschillen in karakter en functies. Hier zijn de Drentse Aa, de Hunze, het Peizerdiep, het Eelderdiep en de Steenwijker Aa als beekstelsysteem ingedeeld. De afvoer uit het Meppelerdiep is afkomstig uit zowel kanaal- als beeklopen. Deze afvoer is onder de kanaalsystemen ondergebracht. In de praktijk is er sprake van een sterke verweving tussen de twee systemen.

De totale afvoer van de gebruikte debietmeetpunten (667 Mm³/j) komt goed overeen met de gemodelleerde oppervlaktewaterafvoerstroombaan vanuit het LHM (675 Mm³). De gemodelleerde drainage omvat geen lozingen of onttrekkingen; netto voegen deze nog zo'n 30-60 Mm³/j toe. De iets lagere afvoeren uit meetdata ten opzichte van het model komen waarschijnlijk deels doordat de debietgegevens onvolledigheden en onzekerheden bevatten, deels doordat de modeldrainage geen perfect beeld vormt. Ook vanuit enkele andere onderzoeken zijn afvoerschattingen beschikbaar. Binnen het TOPSOIL-onderzoek (Waterloo et al., 2019) zijn gedetailleerde modelberekeningen gedaan met een SWAT-model voor de stroomgebieden van de Hunze en de Drentse Aa. Deze berekeningen komen voor een huidig gemiddeld jaar op 341 mm of zo'n 82 Mm³/j voor het Drentse Aa-gebied; voor de Hunze is dat 278 mm/jaar, of 66 Mm³/j. In dit rapport wordt ook genoemd dat de gemeten afvoer van de Drentse Aa bij Schipborg mogelijk de totale afvoer onderschat, deels doordat de debietmetingen bij hoge piekafvoeren onbetrouwbaar zijn. Ook voor de Hunze geldt dat de gemeten afvoeren bij de Groeve en Oostermoer mogelijk niet representatief zijn voor de totale afvoer, doordat er nog kleinere zijkanalen zijn waar ook water wordt afgevoerd (Waterloo et al., 2019).

De belangrijkste *aanvoer* naar Drenthe vindt plaats vanuit het Meppelerdiep bij Meppel met gemiddeld 51 Mm³/j. Dit water wordt doorgevoerd naar het noorden en westen. Ook via het zuidoosten bij Coevorden kan water worden aangevoerd, dit gaat om 11 Mm³/j. Daarnaast ontvangt een klein deel van Drenthe, namelijk een deel van het benedenstroomse gebied van de Hunze, inlaatwater dat via het noorden wordt aangevoerd; deze stroom kon niet worden gekwantificeerd. Het regionaal waterprogramma van provincie Drenthe (Drenthe, 2021) geeft een iets hogere schatting van de aanvoer met 100 Mm³/j. Het is echter niet duidelijk waar deze gegevens vandaan komen.

Debietgegevens Drentsche Aa

De Drentsche Aa is specifiek van belang als voorbeeld van een semi-natuurlijk beekstelsel en als drinkwaterbron. Vanuit waterschap Hunze en Aa's waren waterstandsmetreeksen beschikbaar, die met de formule uit Waterloo et al. (2019) zijn omgerekend naar debieten. Ook waterbedrijf Groningen voert in het zomerseizoen debietmetingen uit (Figuur 3-3). De omrekenformule is door Waterloo et al. gefit op de debietmetingen tot 2016, en neemt ook de seizoensvariatie in de relatie door begroeiing mee. Figuur 3-3 laat echter zien dat de omrekenformule de afvoeren met name in droge zomers sterk overschat. Het verschil in het zomerhalfjaar (mei-okt) is 5.0 Mm^3 , een kwart van de afvoer in deze periode. Daarom is gekozen om in de winter (nov-apr) uit te gaan van de debieten berekend uit de waterstandsdata, en voor de zomer maandgemiddelde debietmetingen van WBG te gebruiken.



Figuur 3-3. Berekende (lijn) en gemeten (stip) afvoeren van de Drentsche Aa bij Schipborg.

Regionale grondwaterstroom

De waterstroom die via de diepere ondergrond Drenthe uitgaat is geschat uit de waterbalans van het diepere grondwaterreservoir (modellaag 2-7). De regionale grondwateruitstroom is geschat als de gemiddelde infiltratie – kwel – totale onttrekkingen over 2013-2017, met de aanname dat er over langere periode geen voorraadveranderingen zijn. Vervolgens is aangenomen dat deze stroom constant is met de tijd. Hierbij moet gezegd worden dat deze geschatte stroom een netto stroom is. In werkelijkheid zou er sprake kunnen zijn van een regionale instroom van grondwater vanuit Duitsland, waardoor de absolute grondwateruitstroom groter zou zijn.

Vergelijking met eerdere waterbalansstudie

Door Tauw (Steenvoorden et al., 2011) is eerder een grondwaterbalans opgesteld voor de provincie Drenthe, volledig gebaseerd op MIPWA-grondwatermodelberekeningen over 1993-2001. Tabel 3-8 laat een vergelijking zien. De verschillen in grondwateraanvulling worden waarschijnlijk veroorzaakt door verschillen in de gebruikte periode. In de Tauw-waterbalans is infiltratie van oppervlaktewater een belangrijke balanspost. Ze geven echter aan dat de infiltratiefluxmogelijk wordt overschat door het model en dat het waarschijnlijk grotendeels gaat om infiltratie van intern gedraineerd water gaat, dat dus niet per se van buiten hoeft te worden aangevoerd. De afvoer via oppervlakte- en grondwater is ook groter in de Tauw-studie. Een directe vergelijking is echter moeilijk te maken vanwege de verschillen in methode tussen de studies.

Tabel 3-8. Vergelijking met de Tauw-waterbalans uit 2011; stromen op jaarbasis.

Stroom [Mm ³ /j]	Tauw-studie (MIPWA 1993-2001)	Deze studie (LHM + metingen 2013-2017)
Grondwateraanvulling / neerslag - verdamping	1092	859 (LHM)
Drinkwaterwinning grondwater	65*	64 (meetdata)
Industriële onttrekking	16	7.4 (meetdata)
Infiltratie oppervlaktewater	183 (intern en aangevoerd)	62 (aangevoerd, meetdata)
Netto afvoer oppervlaktewater	1161-183=978	667 (meetdata)
Afvoer grondwater over provinciegrenzen	52	22 (waterbalans)
Bergingsvariatie	100-200	160 (normaal jaar); 400 (extreem droge en natte jaren)

*in het model is met een andere waarde gerekend, dit is de gecorrigeerde waarde door Tauw.

3.2 Inschatting van een toekomstscenario

Tabel 3-9. Ingeschatte waterstromen voor een situatie rond 2050 in het Stoom-scenario, voor een normaal jaar en droge zomer (Mm³).

	Stoom-2050 gemiddeld jaar	Stoom-2050 droge zomer	Bron
Neerslag	2433.3	268.6	LHM-Stoom
Verdamping	1536.3	682.0	LHM-Stoom
Infiltratie	545.4	143.9	LHM-Stoom
Kwel	398.1	85.4	LHM-Stoom
Grondwateronttrekking WMD	43.6	13.2	Rapport Deltascenario's achtergrondrapport 2017
Grondwateronttrekking WBG	35.6	9.9	Rapport Deltascenario's
Grondwateronttrekking Vitens	7.7	1.9	Rapport Deltascenario's
Oppervlaktewater- onttrekking WBG	9.1	2.1	Rapport Deltascenario's
Productieverliezen drinkwater	3.7	1.0	Zelfde verhouding als huidig
Drinkwaterlevering binnen Drenthe	39.5	12.0	Zelfde verhouding als huidig
Drinkwaterlevering buiten Drenthe	52.8	14.1	Zelfde verhouding als huidig
Grondwateronttrekking industrie	8.5	2.4	Rapport Deltascenario's
Grondwateronttrekking beregening	23.2	45.7	LHM-Stoom
Oppervlaktewater- onttrekking industrie	6.2	1.7	Rapport Deltascenario's
Oppervlaktewater- onttrekking beregening	12.9	22.7	LHM-Stoom

RWZI-effluent	63.8	12.8	Ingeschat op basis van verandering drinkwaterlevering, industriële lozingen en neerslag
Lozingen oppervlaktewater industrie	12.2	3.3	Zelfde percentage als verandering watergebruik industrie
Lozingen riool industrie	6.4	1.7	Zelfde percentage als verandering watergebruik industrie
Inlaat	78.5	93.0	LHM-Stoom deelgeb. 17
Afvoer totaal	707.5	42.3	LHM-Stoom deelgeb. 17 + ZON 2012
Regionale grondwaterafvoer	28.7	7.2	Balans diep grondwater

Periodes

Een gemiddeld jaar en een droge zomer voor een hypothetische toekomstige (druk)situatie zijn ingeschat op basis van de ontwikkelingen vanuit het Deltascenario Stoom-2050, die een situatie rond 2050 weergeeft met sterke klimaatverandering en economische ontwikkeling (Wolters et al., 2018b). Voor de menselijke waterstromen zijn in de Deltascenario's veranderingspercentages aangenomen, die over de jaren constant zijn. Deze zijn hier toegepast op de menselijke waterstromen in de huidige situatie. De landschappelijke waterstromen zijn berekend uit modelberekeningen met het LHM voor het Stoom-scenario (Deltares/Rijkswaterstaat, 2018). Voor deze modelberekeningen is het LHM gerund voor de historische meteorologische reeks (1911-2011), getransformeerd naar het toekomstige klimaat. Het jaar 2003 in de modeldata is dus nog altijd een droog jaar, zoals dat in het toekomstige scenario zou uitpakken.

Neerslag, verdamping, infiltratie, kwel

Neerslag, werkelijke verdamping, infiltratie en kwel zijn afgeleid uit LHM-modelresultaten voor Stoom-2050, beschikbaar vanuit de Basisprognoses Zoetwater 2018 (Deltares/Rijkswaterstaat, 2018). Hierbij is gebruik gemaakt van de modelresultaten voor 2001-2010 voor een gemiddeld jaar en 2003 voor een droog jaar. Voor werkelijke verdamping, infiltratie en kwel waren alleen gegevens op jaarbasis beschikbaar. Voor deze stromen zijn de zomerwaarden ingeschat door de verhouding tussen de zomerverdamping en jaarverdamping (-infiltratie, -kwel) voor een gemiddeld jaar en droge zomer in de huidige situatie door te trekken naar de toekomst.

Drinkwateronttrekkingen

Voor totaal drinkwaterverbruik neemt men in het Deltascenario Stoom-2050 aan dat dit groeit met 35% (Wolters et al., 2018a). Het is in eerste instantie aangenomen dat dit gelijk verdeeld is over de huidige grond- en oppervlaktewaterwinningen. Er is aangenomen dat het aandeel productie verliezen en het aandeel gebruik binnen en buiten Drenthe hetzelfde blijft als in de huidige situatie.

Berekening uit grond- en oppervlaktewater

Berekening uit grond- en oppervlaktewater zijn berekend uit de LHM-modelresultaten voor het Stoom-scenario, beschikbaar op decadebasis. Hieruit zijn de totale grondwaterberekening en oppervlaktewaterberekening berekend voor een gemiddeld jaar (2001-2010) en een droge zomer (juni-augustus 2003). *De berekening in de LHM-resultaten voor de Deltascenario's is een stuk hoger dan in de gebruikte LHM-resultaten voor de huidige situatie. Dit is mogelijk te verklaren doordat deze op een andere modelrun gebaseerd zijn met waarschijnlijk iets verschillende invoer voor de berekening (van den Eertwegh et al., 2021).*

Industriële onttrekkingen en lozingen

Voor industrieel watergebruik neemt men in het Deltascenario Stoom-2050 aan dat dit groeit met 15% (Wolters et al., 2018a). Ditzelfde percentage is toegepast op de industriële lozingen.

RWZI-lozingen

De RWZI-effluentstromen voor de toekomstige situatie zijn geschat door aan te nemen dat de effluentstroom gelijk is aan de afvalwaterstroom uit huishoudens, de afvalwaterstroom uit industrie op RWZI's, en een component uit neerslag en rioolvreemd water. De eerste twee componenten zijn geschat uit de verwachte drinkwaterlevering en industriële rioollozingen in Stoom (zie onder). De derde component is geschat door aan te nemen dat deze evenredig groeit met de neerslag in het Stoom-scenario.

Aan- en afvoer van oppervlaktewater

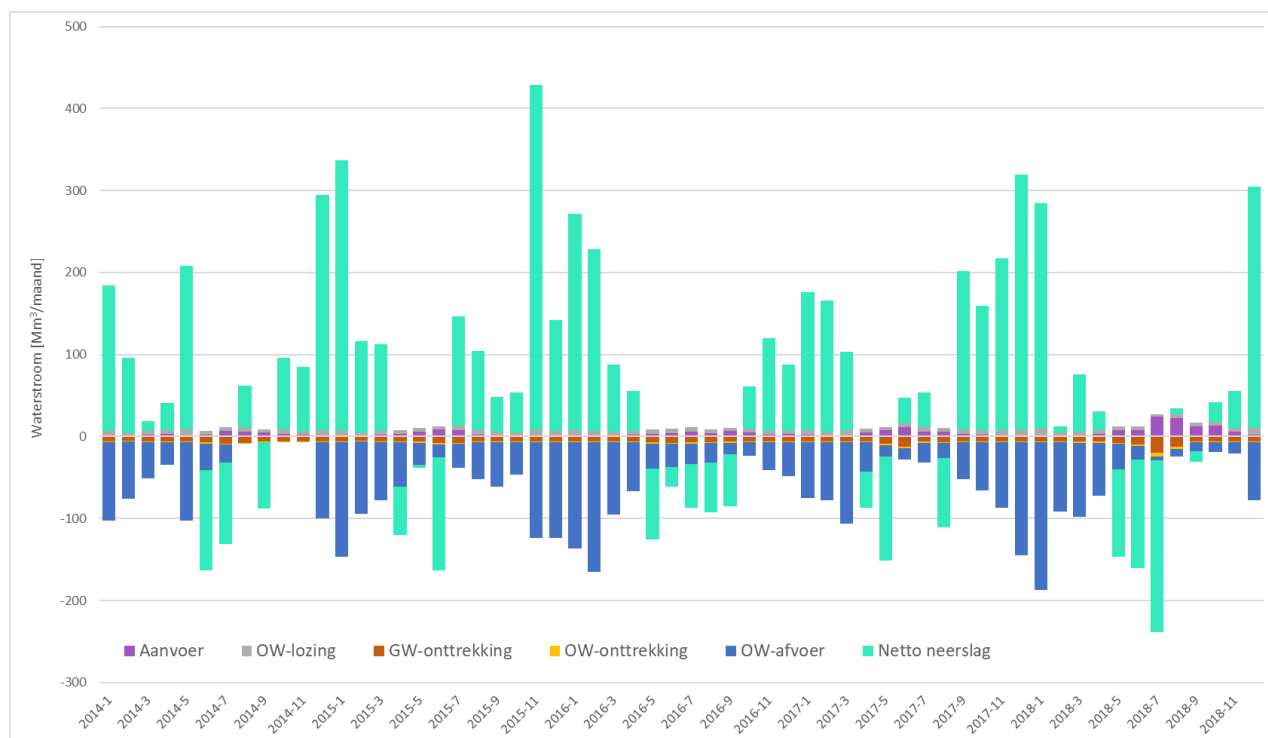
Vanuit de Basisprognoses Zoetwater zijn modelresultaten beschikbaar van oppervlaktewaterstromen voor verschillende knooppunten en deelgebieden in Nederland. Het deelgebied dat het meest representatief is voor Drenthe is deelgebied 17, het Drents Plateau. Dit deelgebied omvat een groot deel van Drenthe, behalve het veenkoloniëgebied en enkele kleine gebieden in het westen en zuiden (Mens et al., 2020). Voor deelgebied 17 zijn in- en uitstroomgegevens beschikbaar op decadebasis. Hieruit is de verandering in de jaarlijkse afvoer (Q_{out}) berekend van de huidige situatie (REF2017) naar de toekomst (S2050) voor deelgebied 17. Deze factor(+6%) is toegepast op de huidige afvoeren van Drenthe om de afvoer in een gemiddeld toekomstig jaar in te schatten. Voor de zomersituatie is de afvoer van gebied 17 niet representatief voor Drenthe als geheel, omdat deze doorvoerstromen van inlaatwater omvat richting onder andere het veenkoloniëgebied. Daarom is voor de zomerafvoer de veranderingsfactor aangehouden zoals berekend binnen het programma Zoetwater Oost-Nederland (Goijer et al., 2012). Dit onderzoek geeft voor twee gebieden die ruwweg overeenkomen met de deelgebieden van WDOD en Vechtstromen in Drenthe een afname in zomerafvoer van 24% en 39%. Een gemiddelde factor van -30% is toegepast op de huidige afvoer in zomer 2018 om de afvoer in een toekomstige droge zomer in te schatten.

Voor de verandering in inlaat is de veranderingsfactor tussen REF2017 en S2050 in de inlaatstroom van deelgebied 17 (Q_{in}) aangehouden. Voor een normaal jaar gaat het om een toename van 27%, voor een droge zomer (2003) om een toename van 36%.

3.3 Veranderingen in watervoorraden

3.3.1 Balansstromen over de tijd

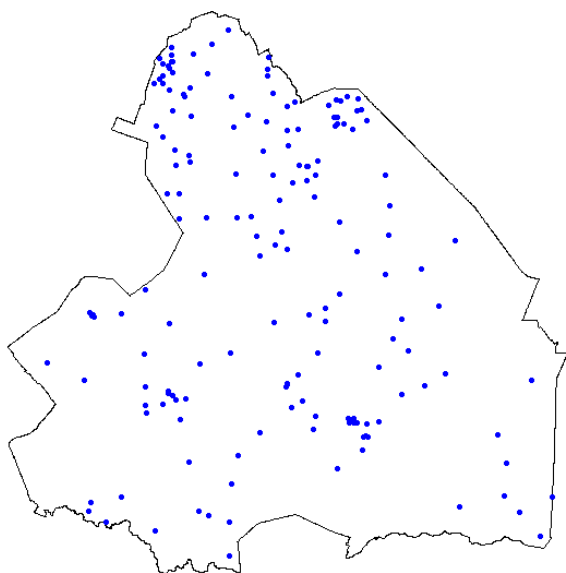
Figuur 3-4 geeft de geaggregeerde balansstromen voor geheel Drenthe over 2014-2018.



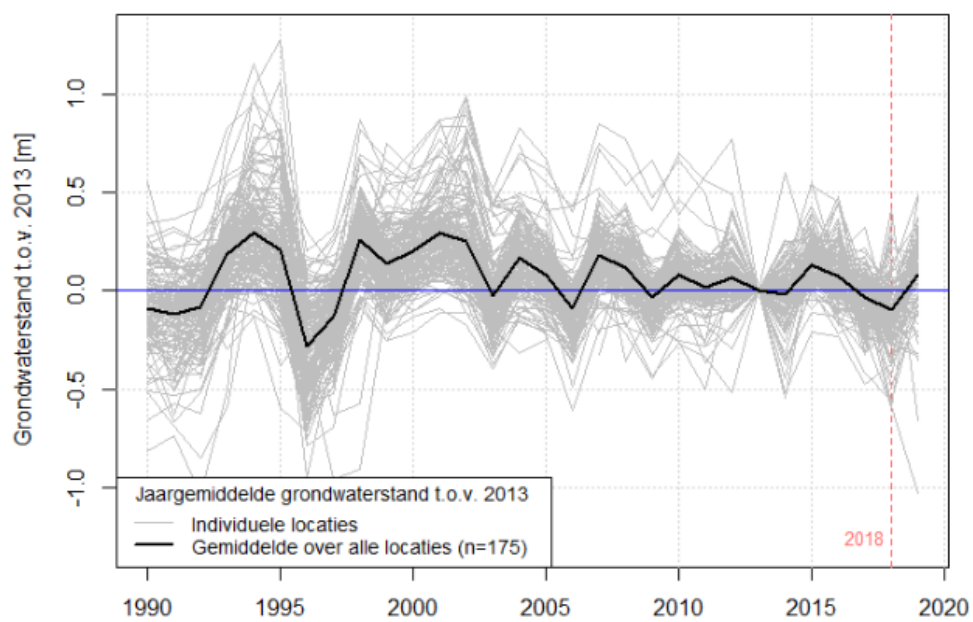
Figuur 3-4. Waterbalansstromen in Drenthe tussen 2014-2018. Stromen die het gebied inkomen zijn positief, uitgaande stromen negatief. De netto neerslag geeft neerslag – actuele verdamping. OW-afvoer is de totale gemeten afvoer van alle beken en kanalen. OW- en GW-onttrekking zijn de totale onttrekkingen uit oppervlakte- en grondwater voor landbouw, industrie en drinkwater. De lozingen geven de lozingen door RWZI's en industrie op oppervlaktewater.

3.3.2 Historische veranderingen in grondwaterstand

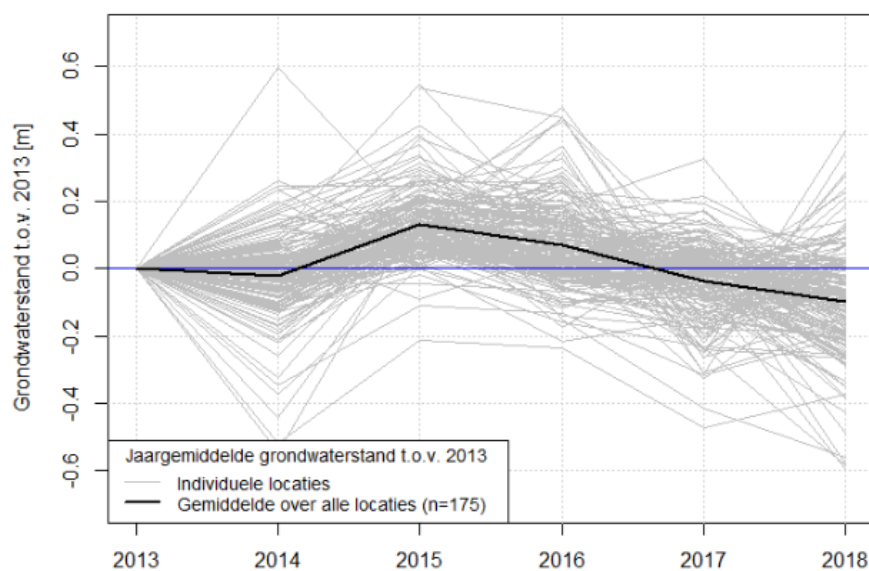
Het grondwater vormt de belangrijkste waterbuffer in het Drentse landschap. Wanneer in- en uitgaande stromen tijdelijk of langdurig niet in balans zijn, leidt dit tot veranderingen in grondwatervoorraad. De freatische grondwaterstanden vormen een indicatie van de variatie in grondwatervoorraad. De recente trends in grondwaterstanden zijn bekeken voor 175 locaties in Drenthe (Figuur 3-5). Het gaat om een set aan gevalideerde reeksen van >10 jaar, afkomstig van DINOloket en waterschappen (zie Brakkee et al., 2022). Figuur 3-6 t/m Figuur 3-8 geven de veranderingen in grondwaterstand op deze locaties ten opzichte van 2013. De gebruikte reeksen zijn niet lang genoeg om daadwerkelijk de langjarige trends in grondwaterstand te duiden (zie Knotters & Jansen, 2005). Wel is duidelijk dat droge jaren zoals 2018 een sterke impact hebben. Dit werkt door op grondwaterafhankelijke functies zoals de beekafvoeren (Figuur 3-9).



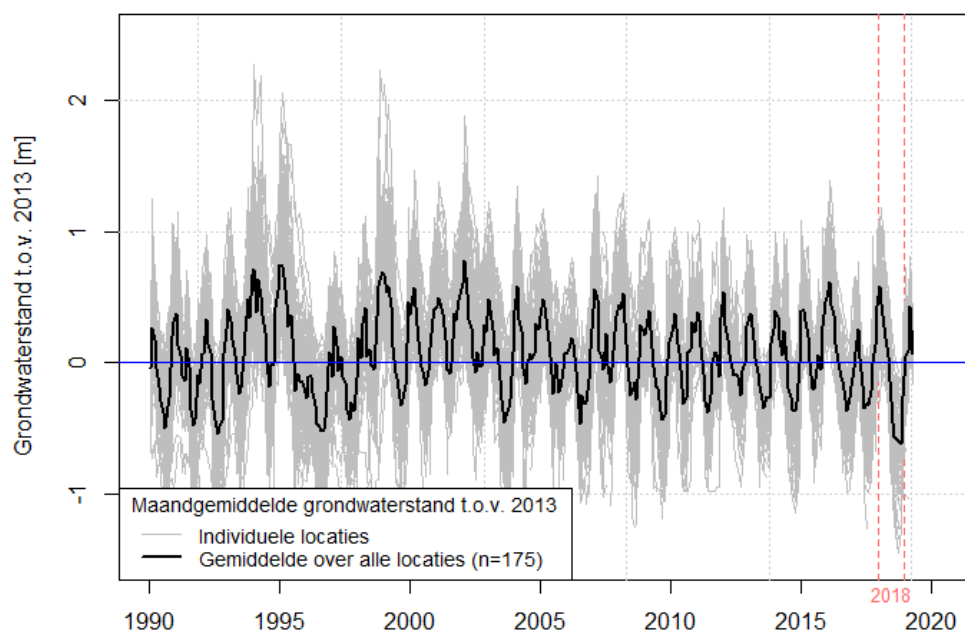
Figuur 3-5. Locaties van gebruikte meetreeksen.



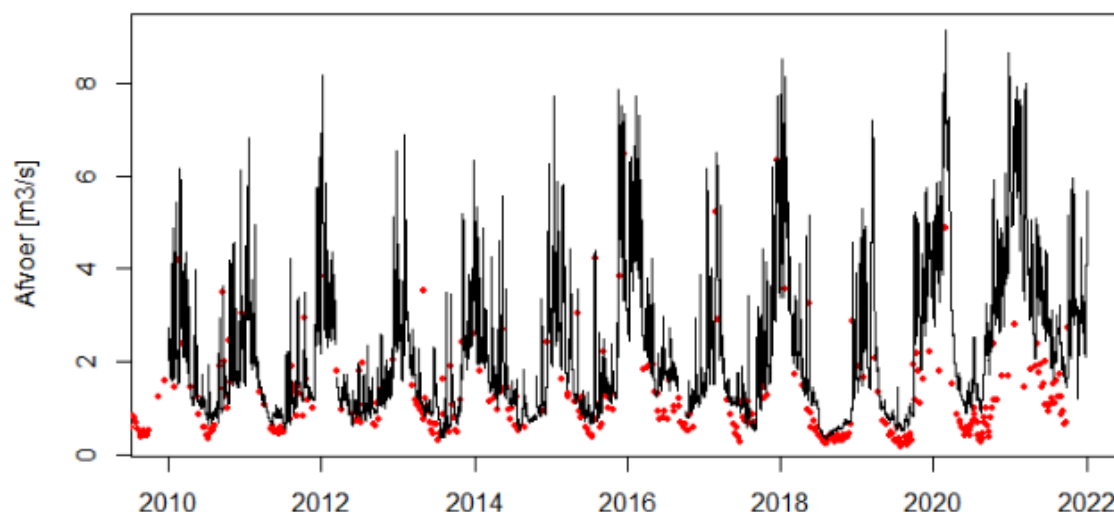
Figuur 3-6. Jaargemiddelde grondwaterstand ten opzichte van 2013 voor 175 Drentse locaties. Dataset op basis van DINOloket en waterschappen (zie Brakkee et al., 2022).



Figuur 3-7. Jaargemiddelde grondwaterstand ten opzichte van 2013 voor 175 Drentse locaties, ingezoomd op de periode waarover de watersysteemoverzichten zijn opgesteld. Dataset op basis van DINOLOket en waterschappen (zie Brakkee et al., 2022).



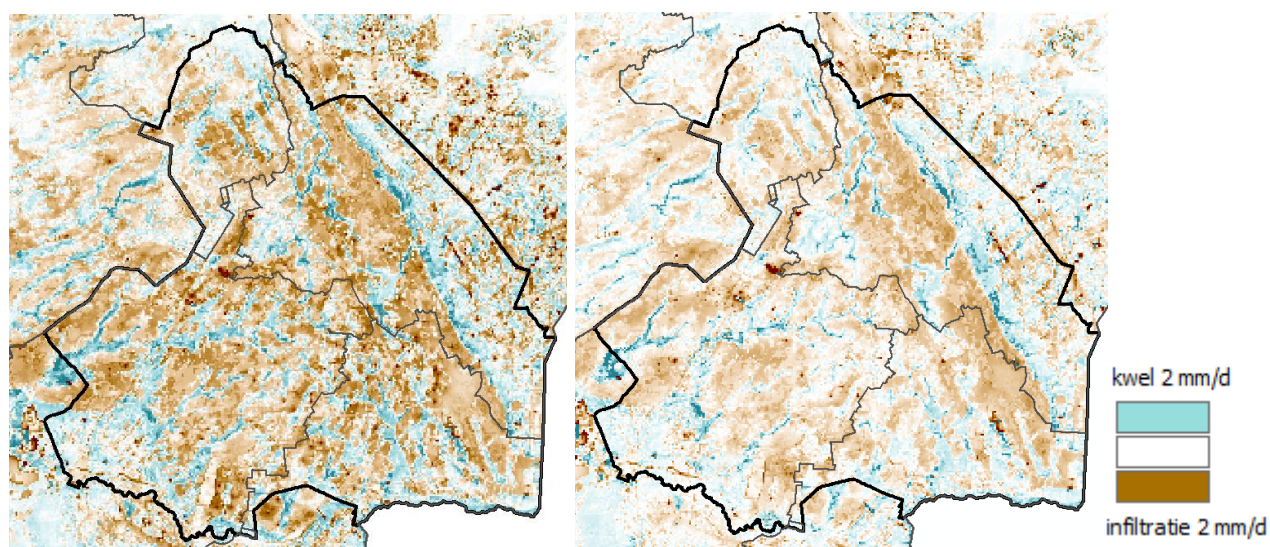
Figuur 3-8. Grondwaterstanden ten opzichte van de gemiddelde stand in 2013 voor 175 Drentse locaties, op maandbasis. Dataset op basis van DINOLOket en waterschappen (zie Brakkee et al., 2022).



Figuur 3-9. Afvoer van de Drentsche Aa. In zwart berekende afvoeren op basis van waterstandsmetingen (data van Hunze en Aa's, berekening op basis van Waterloo et al. (2019)); in rood debietmetingen door WBG.

3.3.3 Ruimtelijke variatie

De waterstromen voor de provincie als geheel laten logischerwijs niet de (belangrijke) ruimtelijke variatie in het watersysteem zien. Hier wordt een voorbeeld gegeven. Eén van de opvallende waterstromen is de infiltratiestroom naar het (al of niet afgesloten) watervoerend pakket, die volgens de modelresultaten hoog blijft in zomer 2018 ondanks het sterke neerslagtekort en de verdroging van de bovengrond. Figuur 3-10 laat de ruimtelijke variatie in de model-kwel-infiltratiestroom zien (aanvulling 'dieper' grondwater) in juli en oktober 2018. Volgens de gebruikte modelresultaten waren de infiltratie- en welstromen in juli nog relatief hoog, met een sterke ruimtelijke variatie, mogelijk doordat de natte winter 2018 op veel plaatsen nog doorwerkt. In oktober zijn de stromen wel vrijwel overal afgenomen.

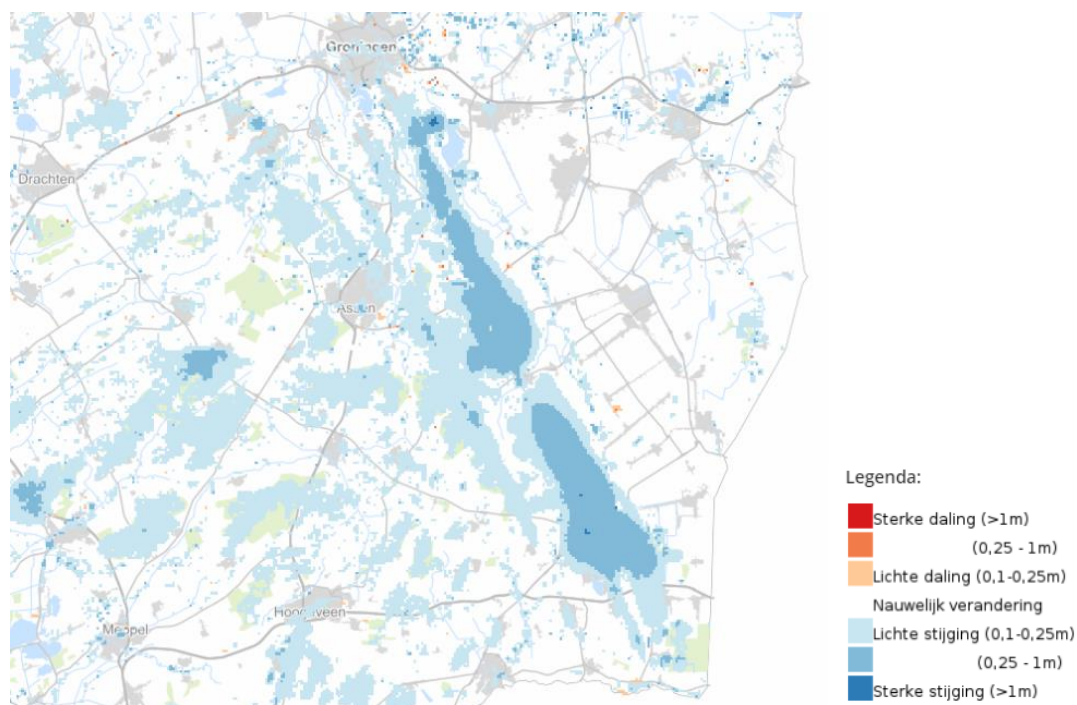


Figuur 3-10. Ruimtelijke variatie in de kwel-infiltratiestroom in 2018. Links kwel-infiltratie in juli 2018, rechts oktober 2018. Kaarten zijn gebaseerd op de gebruikte LHM-data (van den Eertwegh et al., 2021). De getoonde stroom is de stroom over de onderkant van modellaag 1, wat overeenkomt met de verticale stroom over de keileemlaag of op diezelfde hoogte (waar geen afsluitende lagen aanwezig zijn). Het gaat dus om een indicatie van de stroom vanuit en naar het diepere grondwater.

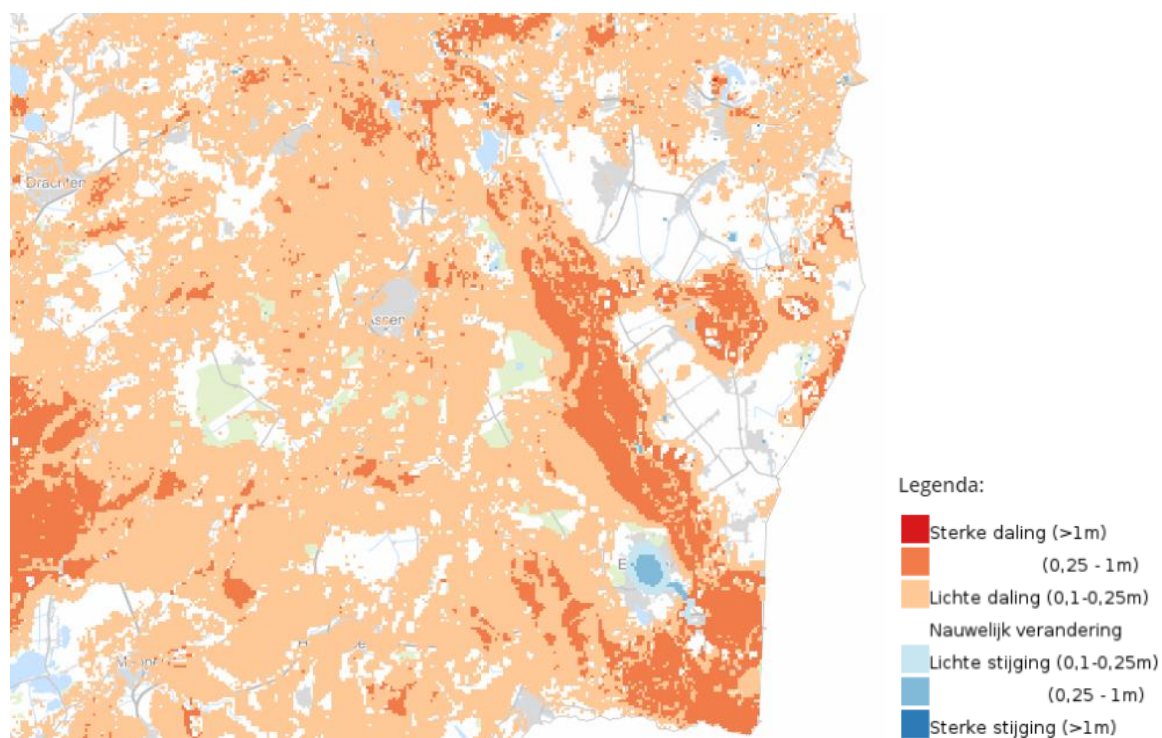
3.3.4 Veranderingen in grondwaterstanden richting de toekomst

Figuur 3-11 en Figuur 3-12 geven de voorspelde verandering in hoogste en laagste grondwaterstand in 2050 in een scenario met sterke klimaatverandering (Stoom-2050) op basis van berekeningen met het Nationaal Water Model

(Deltares/Geodan, 2016). Er wordt voor Drenthe in het algemeen een stijging van de GHG en een daling van de GLG verwacht. Op basis van dit scenario lijkt er dus nog geen duidelijke trend in de gemiddelde grondwaterstanden te verwachten voor Drenthe als geheel, maar wel lijken fluctuaties over het jaar heen sterker te worden. Bij sterke klimaatverandering is meer en vaker zomerdroogte te verwachten, waardoor de druk op de watervoorraden en -functies in (droge) zomers toe zal nemen.



Figuur 3-11. Verandering in GHG in 2050 in het Stoom-scenario (Deltares/Geodan, 2016).



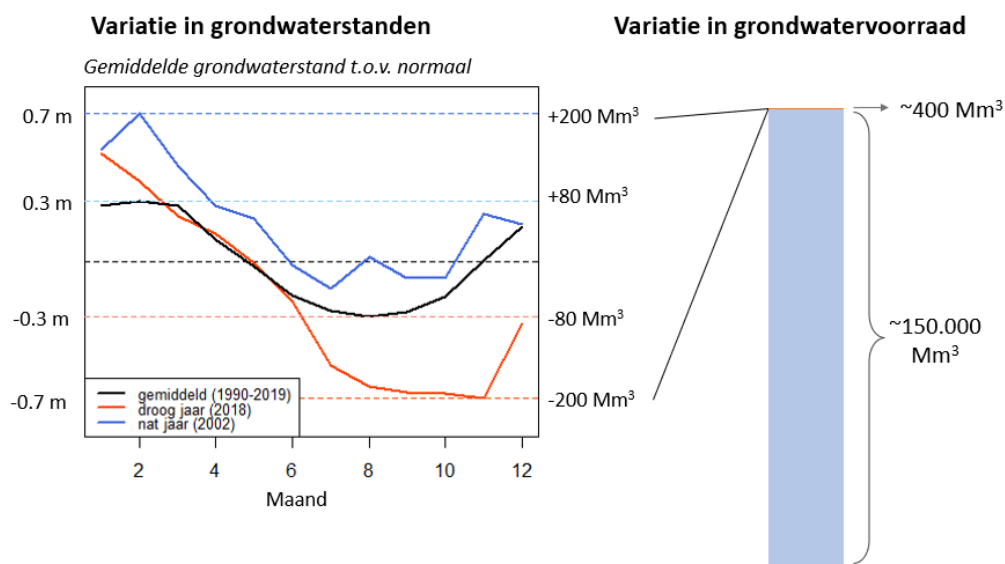
Figuur 3-12. Verandering in GLG in 2050 in het Stoom-scenario (Deltares/Geodan, 2016).

3.3.5 Verkenning van grondwatervoorraden

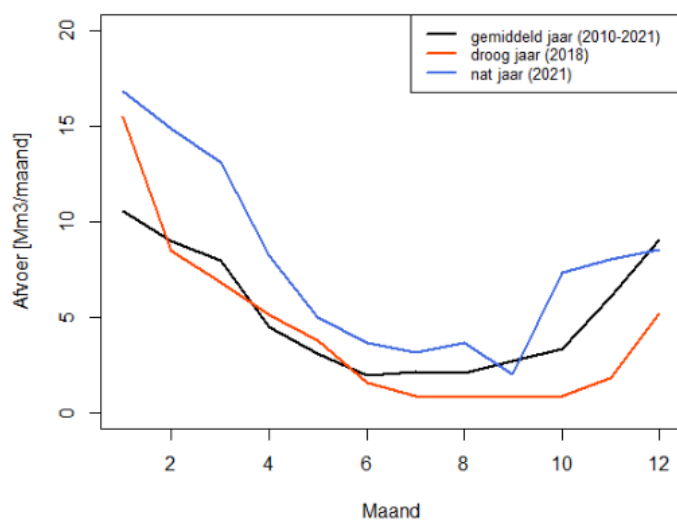
Op basis van de variatie in de grondwaterstanden in Drenthe kan een inschatting worden gemaakt van wat dit betekent voor de grondwatervoorraden. Figuur 3-13 (links) geeft de gemiddelde variatie in grondwaterstanden die optreedt in normale, natte en droge jaren, gebaseerd op de periode 1990-2019. In normale jaren is er gemiddeld ruwweg zo'n 60 cm variatie tussen de natste maand (lente) en de droogste maand (zomer/herfst). De variatie tussen de droogste maand in een droog jaar en de natste maand in een nat jaar is gemiddeld zo'n 140 cm. Op basis van deze huidige variatie van 140 cm en een geschatte freatische bergingscoëfficiënt van 0.1 m/m (Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch vademecum, 1988) kan de huidige variatie in de Drentse grondwatervoorraad worden ingeschat op een ordegrootte van 400 Mm³ (Figuur 3-13, rechts). Deze kan worden vergeleken met de totale grondwatervoorraad in Drenthe, die in het regionaal Waterprogramma Drenthe (Provincie Drenthe, 2021) geschat wordt rond de 150 miljard m³.

Deze voorraadhoeveelheden omvatten een grote onzekerheid en moeten eerder als ordegrootte dan als exacte getallen worden geïnterpreteerd, maar er kunnen toch enkele conclusies uit getrokken worden. De veranderingen die op dit moment optreden in de grondwatervoorraad zijn, zelfs in zeer droge jaren, waarschijnlijk zeer klein ten opzichte van de totale grondwatervoorraad. Toch lijken deze voorraadvariëaties van grote invloed op de functies in het landschap, zoals natuur, landbouw, kwelstromen en beekafvoeren (Figuur 3-14), zoals ook duidelijk bleek uit de grote schade die de droogte van 2018 veroorzaakte in natuurgebieden, beken en landbouwgebieden (van den Eertwegh et al., 2021).

De geschatte bergingsveranderingen komen in ordegrootte overeen met de modelstudie van Steenvoorden et al. (2011) (Tabel 3-8). In die studie wordt een bergingsverandering van 100 Mm³ berekend over het zomer- en winterhalfjaar; ook geven ze een schatting van de 'plantbeschikbare' grondwatervoorraad in de vroege lente en late zomer, met een bergingsverandering tussen deze twee van 230 Mm³ in een gemiddeld jaar.



Figuur 3-13. Geschatte variatie in watervoorraden in Drenthe: variatie in grondwaterstanden gemiddeld over 175 peilbuizen (data 1990-2019) en schatting van de variatie in grondwatervoorraad.

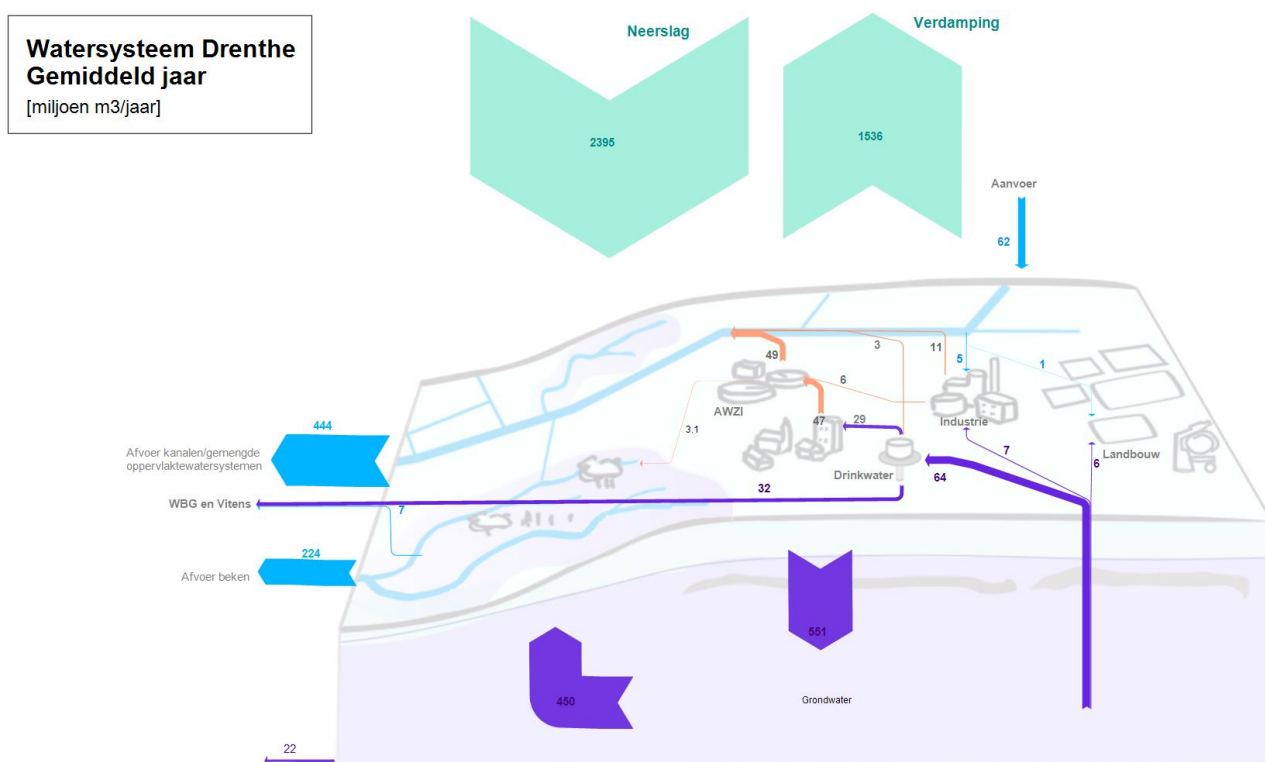


Figuur 3-14. Variatie in waterafhankelijke functies als gevolg van variaties in voorraad: de afvoer van de Drentsche Aa in normale, droge en natte jaren als voorbeeld.

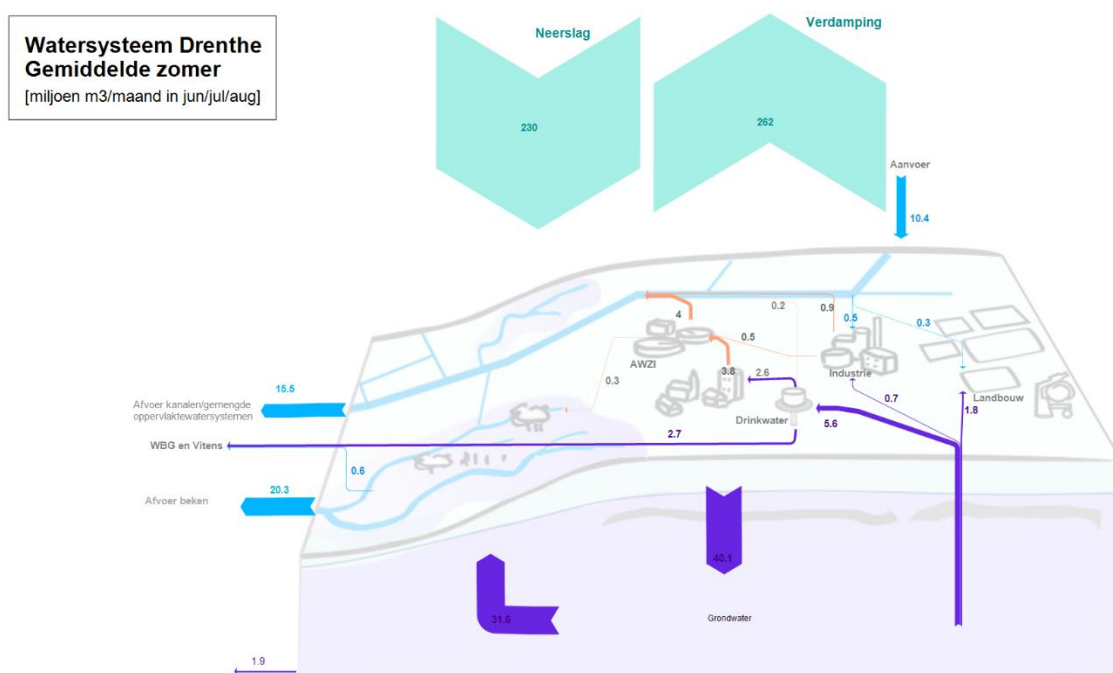
4 Het Drentse watersysteem in beeld

In Figuur 4-1 tot en met Figuur 4-7 worden de belangrijkste waterstromen, die in de voorgaande hoofdstukken verkend en gekwantificeerd zijn, visueel gepresenteerd in de vorm van Sankeydiagrammen. De diagrammen zijn vereenvoudigde kwantitatieve weergaven van het watersysteem, met daarin de belangrijkste waterbronnen, -vragers en -stromen en hun grootte. Doel is om een breed gedeeld beeld van het Drentse watersysteem te geven, dat snel overzicht biedt in de belangrijkste watervragers en -bronnen en mogelijke (toekomstige) knelpunten. De focus ligt op de waterkwantiteit. Belangrijk bij de interpretatie is dat de gebruikte getallen gebaseerd zijn op metingen waarvan een deel relatief onzeker is, waardoor de diagrammen géén balans vormen (wat in werkelijkheid te verwachten zou zijn voor een watersysteem in gemiddelde jaren). Onzekere stromen betreffen bijvoorbeeld de afvoer van oppervlaktewater, die niet op alle mogelijke locaties wordt gemeten en waarbij er sprake kan zijn van meetonzekerheden. Ook gegevens rondom landbouwonttrekkingen zijn bijvoorbeeld relatief onzeker, omdat er hiervoor beperkte data beschikbaar is en modelresultaten op deels verouderde gegevens zijn gebaseerd. Voor meer informatie rondom de samenstelling van de overzichten, waaronder gebruikte data, aannames en onzekerheden, wordt verwezen naar Hoofdstuk 3.

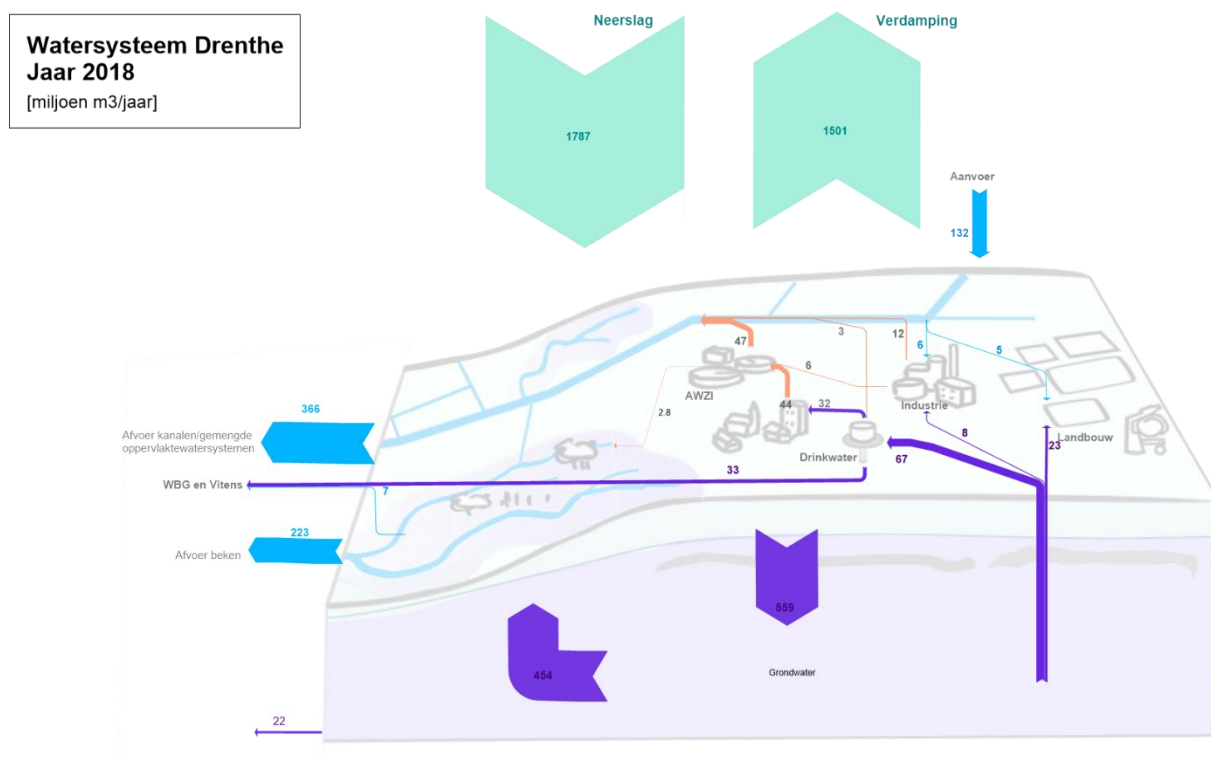
In het hoofdrapport KWR2022.037 worden deze diagrammen in gebruikt om, samen met de resultaten van de werksessies met stakeholders, een overkoepelend beeld te geven van het Drentse watersysteem en de vraagstukken die hier spelen.



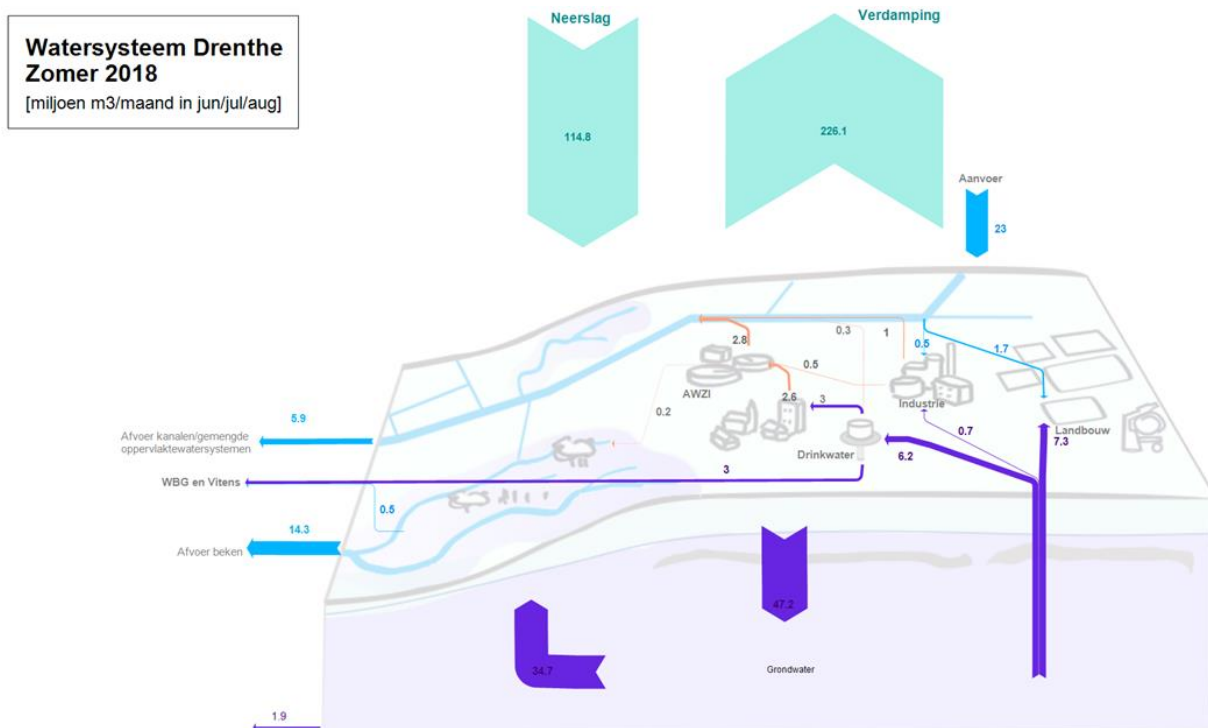
Figuur 4-1. Belangrijkste waterstromen in het Drentse watersysteem in een gemiddeld jaar.



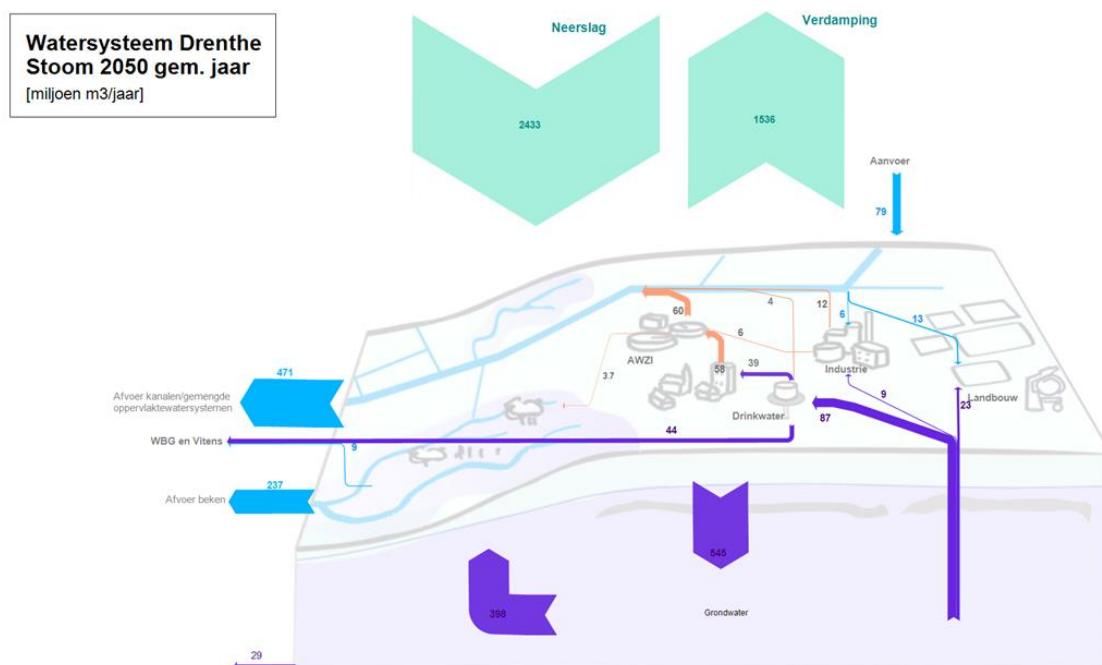
Figuur 4-2. Belangrijkste waterstromen in het Drentse watersysteem in de zomer van een gemiddeld jaar.



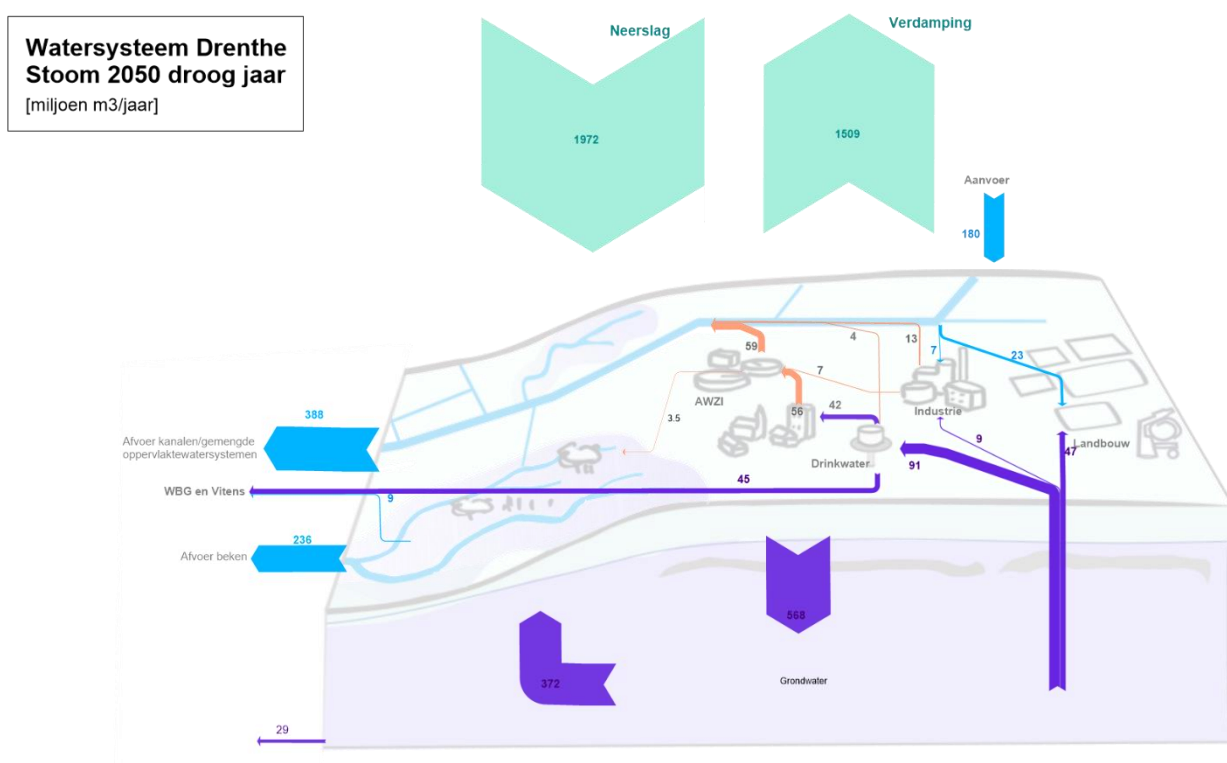
Figuur 4-3. Belangrijkste waterstromen in het Drentse watersysteem in het droge jaar 2018.



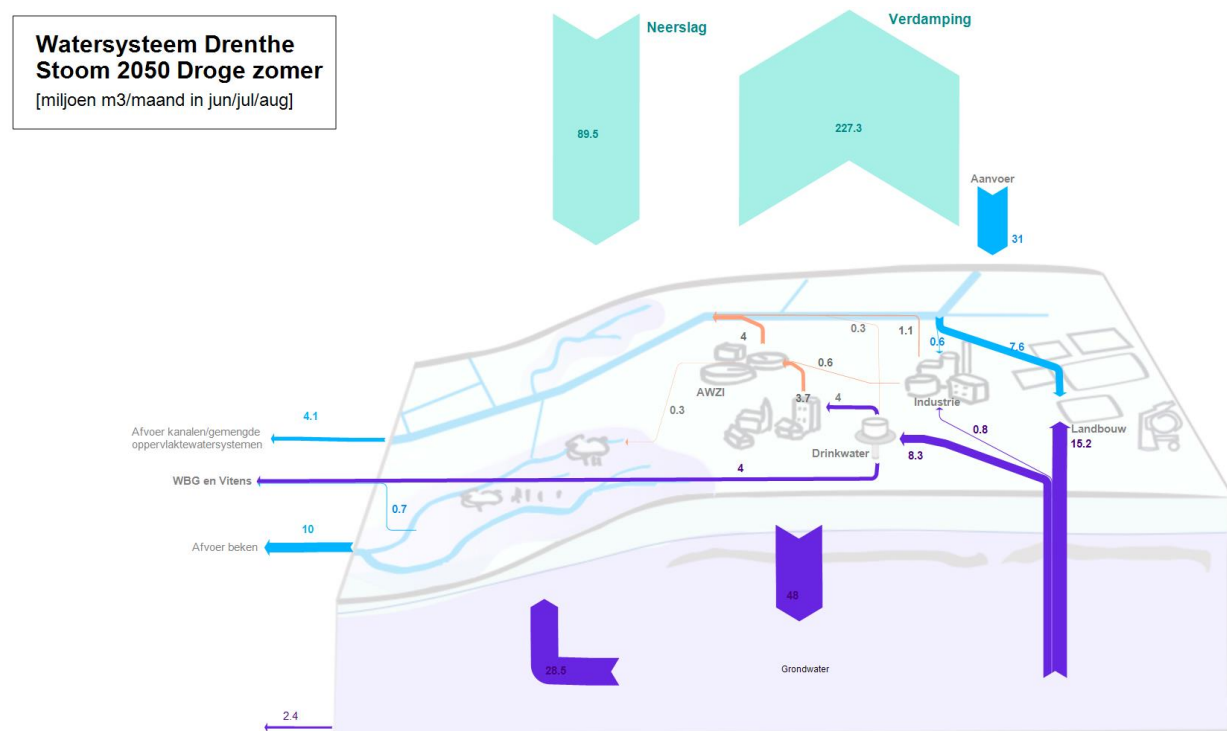
Figuur 4-4. Belangrijkste waterstromen in het Drentse watersysteem in de zomer van het droge jaar 2018.



Figuur 4-5. Belangrijkste waterstromen in het Drentse watersysteem in een gemiddeld jaar in het Deltascenario Stoom.



Figuur 4-6. Belangrijkste waterstromen in het Drentse watersysteem in een droog jaar in het Deltascenario Stoom.



Figuur 4-7. Belangrijkste waterstromen in het Drentse watersysteem in de zomer van een droog jaar in het Deltascenario Stoom.

5 Referenties

- Brakkee, E., van Huijgevoort, M.H.J., Bartholomeus, R.P., 2022. Improved understanding of regional groundwater drought development through time series modelling: the 2018–2019 drought in the Netherlands. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 26(3): 551-569. DOI:10.5194/hess-26-551-2022
- Buitelaar, R., Kollen, J., Leerlooijer, C., 2015. Operationeel waterbeheer IJsselmeergebied Grontmij, Alkmaar.
- CBS, 2018. Bestand Bodemgebruik 2015. Nationaal Georegister, Den Haag.
<https://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/2d3dd6d2-2d2b-4b5f-9e30-86e19ed77a56?tab=general>
- de Vries, A., Steinweg, C., Krikken, A., Holsteijn, A., 2019. Gebiedsdossier grondwaterwinning Havelterberg, HaskoningDHV / Provincie Drenthe, Groningen.
- Debets, F., van Essen, E., Heijnen, W., den Besten, J., Lasscha, A., van Veen, R., Buiting, M., Wustman, R., Wijholds, K., 2012. Water voor de veenkoloniën, Projectbureau Agenda voor de Veenkoloniën, Stadskanaal.
<https://edepot.wur.nl/310371>
- Deltares/Geodan, 2016. Klimaat-effectatlas - Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand.
<https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/>
- Deltares/Rijkswaterstaat, 2018. Basisprognoses 2018 - Zoetwater. Helpdesk Water.
<https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/applicaties-modellen/applicaties-per/watermanagement/watermanagement/nationaal-water-model/basisprognoses/basisprognoses-2018-zoetwater/uitvoer-bp-2018-zw/>
- Dorland, E., Sjerps, R., Wols, B., Vonk, E., Agudela-Vera, C., Hartog, N., Witte, J.P.M., 2018. Klimaatbestendige watersector. BTO 2018.059, KWR, Nieuwegein. <https://www.kwrwater.nl/klimaatbestendige-watersector/index.html>
- Drenthe, P., 2018. Geoportaal Drenthe. <https://geo.drenthe.nl/geoportaal/src/?topic=portaal&lang=nl>
- Drenthe, P., 2021. Regionaal Waterprogramma Drenthe 2022-2027.
<https://www.provincie.drenthe.nl/onderwerpen/natuur-milieu/water/waterbeleid/regionaal/>
- Driezum, I.v., Beekman, J., Loon, A.v., Leerdam, R.v., Wuijts, S., Rutgers, M., Boekhold, S., Zijp, M., 2020. Staat drinkwaterbronnen, RIVM, Bilthoven. DOI:<https://doi.org/10.21945/RIVM-2020-0179>
- Geudens, P., van Grootveld, J., 2017. Drinkwaterstatistieken 2017, Vewin, Den Haag.
<https://www.vewin.nl/SiteCollectionDocuments/Publicaties/Cijfers/Drinkwaterstatistieken-2017-NL.pdf>
- Goijer, I., Heuven, A., Luijendijk, J., Overbeek, M., Runhaar, H., 2012. Zoetwatervoorziening Oost Nederland: Gevolgen van droogte voor het waterbeheer, Tauw / RBO Rijn-Oost, Deventer.
- Knotters, M., Jansen, P., 2005. Honderd jaar verdroging in kaart. *Stromingen*, 11(4): 19-32.
<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/342568>
- Mens, M., Hunink, J., Delsman, J., Pouwels, J., Schasfoort, F., 2020. Geactualiseerde knelpuntenanalyse voor het Deltaprogramma Zoetwater, Fase II, Deltares, Delft.
<https://www.deltaprogramma.nl/documenten/publicaties/2019/05/09/geactualiseerde-knelpunten-voor-het-deltaprogramma-zoetwater-fase-ii>
- RIVM, Emissieregistratie. <http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/misc/information.nl.aspx>
- Steenvoorden, M., Peet, M., Luijendijk, J., 2011. Onderzoek grondwaterbalans provincie Drenthe Tauw/Provincie Drenthe, Deventer.
- TNO, 2019. REGIS II: het hydrogeologische model. In: Nederland, G.D. (Ed.), Utrecht.
<https://www.dinoloket.nl/regist-ii-het-hydrogeologische-model>
- TNO, 2021. Grondwaterstanden in beeld: Isohypsen. In: GDN (Ed.). <https://www.grondwatertools.nl/gwsinbeeld/>
- van den Eertwegh, G. et al., 2021. Droogte in zandgebieden van Zuid-, Midden- en Oost-Nederland: het verhaal - analyse van droogte 2018 en 2019 en bevindingen, Projectteam Droogte Zandgronden Nederland.
<https://edepot.wur.nl/555352>
- Vermeulen, P.T.M., Roelofsen, F.J., Hunnink, J., Janssen, G.M.C.M., Romero Verastegui, B., van Engelen, J., Russcher, M., 2020. iMod 5.2 user manual Deltares, Delft. <https://oss.deltares.nl/web/imod/user-manual>

- Waterloo, M., Gevaert, A., Hoogland, F., 2019. TOPSOIL duurzame waterkwaliteit Drenthe: Modelleren van af- en uitspoeling van water, nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen op perceelschaal in de stroomgebieden van de Drentsche Aa en de Hunze, RPS advies- en ingenieursbureau / Waterschap Hunze en Aa's, Leerdam.
- Werkgroep_Herziening_Cultuurtechnisch_vademecum, 1988. Cultuurtechnisch Vademecum
<http://www.debakelsestroom.nl/wp-content/uploads/Voorwoord-en-deel-III-Water.pdf>.
Cultuurtechnische vereniging, Utrecht, 646 pp.
- Wolters, H., Hunink, J., Delsman, J., de Lange, G., Schasfoort, F., van der Mark, R., van den Born, G., Dammers, E., Rijken, B., Reinhard, S., 2018a. Deltascenario's voor de 21e eeuw, Actualisering 2017: Achtergrondrapport over gebruiksfuncties en sectoren, Deltares, Utrecht.
https://media.deltares.nl/deltascenarios/Deltascenarios_actualisering2017_achtergrondrapport.pdf
- Wolters, H., van den Born, G.J., Dammers, E., Reinhard, S., 2018b. Deltascenario's voor de 21e eeuw, actualisering 2017, Deltares, Utrecht.
https://media.deltares.nl/deltascenarios/Deltascenarios_actualisering2017_hoofdrapport.pdf