



Drinkbaar

grondwater

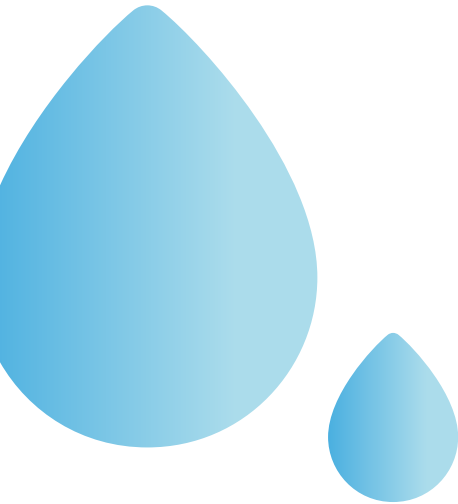
Het verhaal van het Watersysteem Utrechtse Heuvelrug



Vitens

Drinkbaar grondwater

Het verhaal van het Watersysteem Utrechtse Heuvelrug



Inhoudsopgave



1	Inleiding
1.1	Grondwater als onderdeel van een systeem
1.2	Waarom deze uitgave?
1.3	Over welk gebied hebben we het?



5	3	Bodem en invloed van ijstijden	13
6	3.1	Afwisseling warme en koude perioden	14
6	3.2	Saalien	15
7	3.3	Eem-periode	16
	3.4	Weichselien	16
	3.5	Het einde van de laatste ijstijd	16



2	Grondwater	8
2.1.	Wat is grondwater?	9
2.2	Grondwaterstroming	10
2.3	Kijken op schaalniveaus	11
2.4	De bodem als waterfilter	12



5	Het huidige watersysteem	35
5.1	Bodemlagen	36
5.2	Maaiveldhoogte	37
5.3	Oppervlaktewater	38
5.4	Grondwater	41
5.5	Grondwatergebruik	43
5.6	Interacties	50



4	Invloed van de mens	17
4.1	Het Holoceen (10.000 tot 0 jaar v. Chr.)	18
4.2	Romeinse tijd (0 tot 300 na Chr.)	21
4.3	Middeleeuwen (300 – 1500 na Chr.)	22
4.4	Na de middeleeuwen (vanaf 1500)	22
4.5	De rol van waterschappen	34



6	Winning van grondwater	52
6.1	Meerdere methoden	53
6.2	Winning uit pompputten	53
6.3	Effecten van onttrekken	54
6.4	Waterbalans	55
6.5	Verschillen tussen grondwater winnen op het plateau, de flank en de voet van de Utrechtse Heuvelrug	56
6.6	Diep grondwater	59
6.7	Waterkwaliteit en bescherming	60



7	Meten en rekenen	61
7.1	Grondwaterstanden meten	62
7.2	Grondwaterkwaliteit meten	63
7.3	Grondwaterstanden berekenen	64
7.4	Grondwaterkwaliteit berekenen	67



8	Waar liggen de winningen van Vitens?	68
8.1	Plateau	69
8.2	Flanken	71
8.3	Voet	74
8.4	Tussengebied (tussen Soest, Baarn en Hilversum)	76



9	Toekomst	77
9.1	Volop ontwikkelingen	78
9.2	Klimaat	78
9.3	Bevolking	79
9.4	Ruimtelijke ordening	79
9.5	Drinkwater	80



10	Slotbeschouwing	81
11	Geraadpleegde bronnen	83



Wat lezen we in dit boek?

In dit boek gaat het over het grondwater onder de Utrechtse Heuvelrug. Vitens pompt hier jaarlijks miljoenen kubieke meters op om er drinkwater van te maken. Maar daarmee is het verhaal van het grondwater nog niet verteld. Grondwater speelt namelijk een veel grotere rol: het beïnvloedt wat we met het gebied kunnen doen. Is het geschikt voor natuur, landbouw of bebouwing? Tegelijk hebben menselijke activiteiten ook invloed op het grondwater. Vitens is niet de enige partij die gebruik maakt van grondwater. Grondwater maakt deel uit van een groter geheel: een dynamisch watersysteem waarin alles met alles samenhangt.

De hoofdstukken 1 tot en met 3 leggen de basis. In hoofdstuk 1 leggen we wat beter uit waar het boek over gaat. Hoofdstuk 2 vertelt wat grondwater precies is en hoe het werkt. Het zit niet vast in de bodem, maar stroomt tussen de bodemdeeltjes door. Daarom beschrijft hoofdstuk 3 hoe de bodem is opgebouwd. We gaan daarvoor honderdduizenden jaren terug in de tijd. We komen langs ijsstijden waar dikke lagen ijs over het land schoven.

Zo'n 12.000 jaar geleden kwamen er mensen naar het gebied om er te wonen en het land te bewerken. In hoofdstuk 4 nemen we je mee in hoe zij het landschap steeds verder hebben aangepast. Dat brengt ons bij het heden, waar hoofdstuk 5 op inzoomt. Hoe liggen de bodemlagen er nu bij? Hoe hoog zijn de heuvels van de Heuvelrug?

Welke wateren liggen er om de Heuvelrug als bewakers rondom het watersysteem? Hoe hoog komt het grondwater in de bodem tussen die wateren? Maar ook de mens komt weer terug: welke partijen hebben welke belangen bij het grondwater? Hoe beïnvloeden alle partijen het grondwater en dus elkaars belangen?

Hoofdstuk 6 behandelt hoe we grondwater uit de grond kunnen halen en wat de effecten ervan zijn op grondwaterstanden. We willen niet dat het onttrekken van het grondwater vervelende effecten heeft. Daarom voeren we metingen uit naar grondwaterstanden en waterkwaliteit. Om vooraf in te kunnen schatten wat er gaat gebeuren, kunnen we (model)berekeningen doen. Hoe dat gaat, staat in hoofdstuk 7.

In hoofdstuk 8 kijken we meer in detail naar de deelgebieden van en rond de Utrechtse Heuvelrug en hoe die zich verhouden tot de drinkwaterwinningen van Vitens. De toekomst is onzeker, maar we kunnen ons wel voorbereiden op grote ontwikkelingen, zoals klimaatverandering, bevolkingsgroei en een toenemende vraag naar drinkwater. In hoofdstuk 9 vertellen we hoe Vitens daarmee om denkt te gaan.

Al met al willen we met dit boek het onzichtbare grondwater een gezicht geven.

1

Inleiding

De afgelopen jaren zijn er meerdere rapporten verschenen over de grondwatersituatie op en rond de Utrechtse Heuvelrug. Die waren vaak technisch of wetenschappelijk van aard. In deze uitgave leggen we in gewone taal uit wat we daarvan geleerd hebben.

Waarom is het belangrijk om inzicht te hebben in het watersysteem van de Utrechtse Heuvelrug? En wat is de rol van Vitens daarin? We geven een eerste beeld van de uitgangspunten. Over welk gebied hebben we het, en hoe zijn we ertoe gekomen om er een boek over te maken.

1.1 Grondwater als onderdeel van een systeem

Nederland is een waterland. We hebben de zee, rivieren, slotenstelsels en drooggemalen polders. Dat vinden we inmiddels heel normaal; waterbeheersing is één van onze kernwaarden. Al dat water vormt samen één systeem, waarbij een ingreep op de ene plek effecten heeft op een andere.

Maar de grootste watervoorraad van Nederland is vaak letterlijk uit beeld: grondwater. Tot op honderden meters diepte is de bodem verzadigd met water. Dat merk je alleen als het extreem nat is en je kelder onderloopt, of als een akker zompig wordt. Ook beken bestaan dankzij grondwater. En in polders draait het niet alleen om sloten, maar juist om het grondwaterpeil onder de velden. Dat bepaalt wat je wel en niet met het land kunt doen.

Grondwater wordt gevoed door regenwater dat de bodem intrekt. Het beweegt heel langzaam door de bodem en komt er op andere plaatsen weer uit. De bodem werkt als een natuurlijk filter, waardoor het water daar doorgaans behoorlijk schoon is. Op die plekken ontstaat vaak bijzondere natuur.

Drinkwaterbedrijven gebruiken het schone grondwater graag. Logisch, want er is nog maar een beperkte zuivering nodig om het als drinkwater te kunnen gebruiken. Ook boeren gebruiken grondwater: om de gewassen te beregenen of om vee te laten drinken. Er zijn industrieën met een (grond)watervraag en sinds het begin van deze eeuw gebruiken we grondwater ook om energie op te slaan (koude/warmte-opslag, of kortweg: KWO).

Grondwater vormt daarmee een verborgen ruggengraat van ons watersysteem.

1.2 Waarom deze uitgave?

In deze uitgave beschrijven we het watersysteem van de Utrechtse Heuvelrug. Vitens heeft meerdere grondwaterwinningen in dit gebied en levert daarmee hoogwaardig drinkwater aan de regio en ver daarbuiten. Dat heeft invloed op de grondwatersituatie. In het verleden dachten we dat er meer dan genoeg grondwater was voor alle gebruiksdoelen. Intussen willen steeds meer mensen het gebruiken.

We moeten zorgen dat we elkaar daarbij niet in de weg zitten. Daarom is het belangrijk om samen te werken aan een robuust en toekomstbestendig watersysteem. Voor de Utrechtse Heuvelrug is een samenwerkingsverband opgericht onder de naam ‘De Blauwe Agenda’. Binnen dit verband werken meerdere partijen, waaronder Vitens, samen om duurzame oplossingen te realiseren.

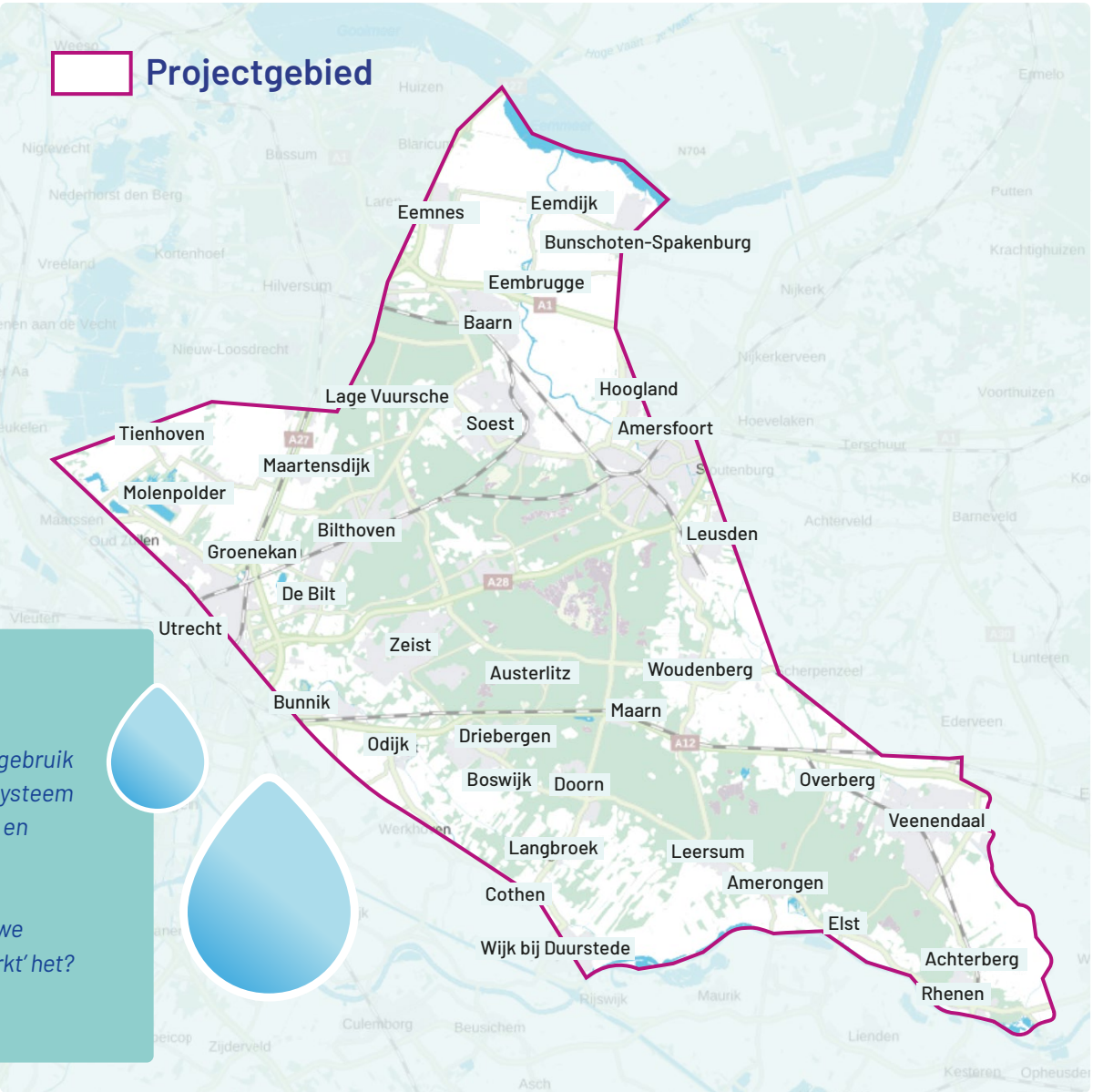
Grondwater, bodem, landgebruik en oppervlaktewater vormen samen één systeem dat in de loop van vele duizenden jaren is ontstaan. Een goed gesprek begint met begrip over hoe het ‘werkt’. Daarom zetten we hier op een rij wat we weten van het gebied en het aanwezige grondwater.

1.3 Over welk gebied hebben we het?

De Utrechtse Heuvelrug is een langgerekte hoogte die loopt vanaf Huizen in het noordwesten tot aan Rhenen in het zuidoosten. Maar een watersysteem kent niet alleen een hoogte, maar ook een laagte waar het water naar toestroomt. Wat er op het ‘plateau’ gebeurt, heeft invloed op de ‘voet’ in het dal. Daarom kijkt De Blauwe Agenda naar een groter projectgebied, met niet alleen de hoger gelegen gebieden, maar ook de lagere eromheen. Om praktische redenen blijft het Noord-Hollandse deel tussen Hilversum en Huizen buiten het projectgebied.

De Utrechtse Heuvelrug is een uniek gebied waar natuur, bebouwing en drinkwatervoorziening samenkomen. Door klimaatverandering, bevolkingsgroei en veranderend landgebruik staat het waterbeheer hier onder druk. Inzicht in hoe het systeem werkt, is essentieel om de juiste keuzes te maken, voor nu en voor de toekomst.

Voordat we het systeem in zijn samenhang bekijken, willen we eerst inzoomen op het grondwater zelf: wat is het? Hoe ‘werkt’ het? En hoe komt het dat grondwater doorgaans erg schoon is?



Figuur 1. Projectgebied van de Blauwe Agenda.

2

Grondwater

In dit hoofdstuk bekijken we wat preciezer wat grondwater eigenlijk is. Hoe werkt het binnen een perceel en als we het op een grotere schaal bekijken? Ook leggen we uit waarom het grondwater doorgaans erg schoon is.

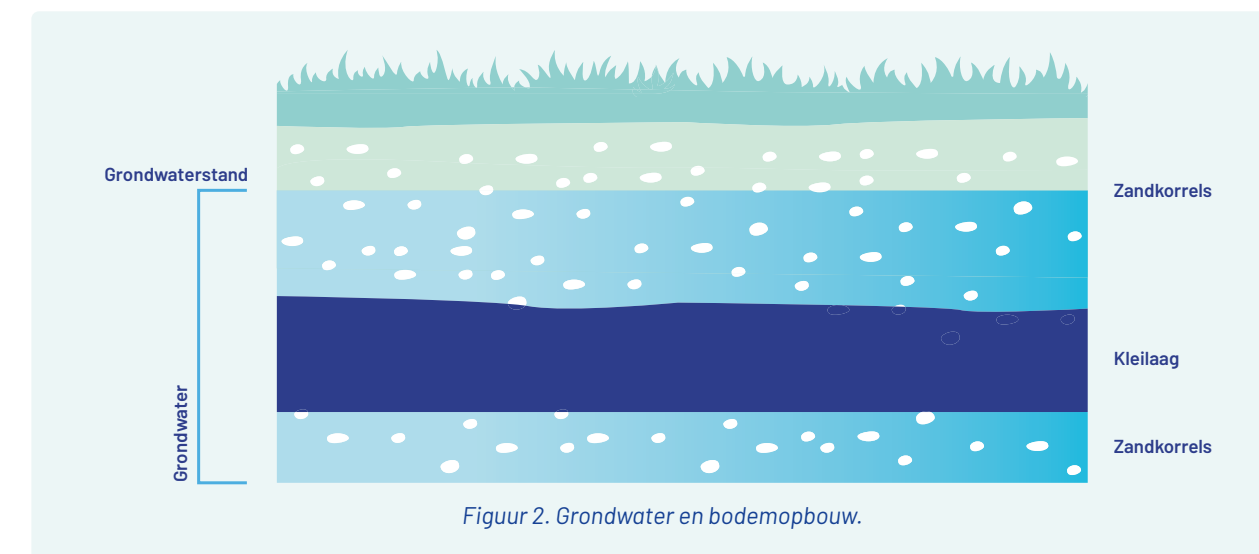
2.1 Wat is grondwater?

De Nederlandse ondergrond bestaat uit los materiaal: grind, klei, zand, soms ook veen. In Midden-Europa ontstonden miljoenen jaren geleden gebergten als de Alpen, de Vogezen, de Eifel en de Harz. In die bergen ontstaan soms barsten. Er breken grotere en kleinere brokjes af. Ook op de hoogste bergtoppen valt er regen of (als het op hoogte vriest) sneeuw.

Als er in zo'n bergscheur water zit dat bevroert, kan het ijs de breuk groter maken. Als het warmer wordt, ontdooien sneeuw en ijs. Het water stroomt van boven naar beneden de berg af, waarbij smelt- en regenwater samen beken en rivieren vormen. Die beken en rivieren voeren die brokken en brokjes mee naar beneden, tot in de zee aan toe.

Als een beek of rivier hard stroomt, worden zelfs grind of grotere blokken meegevoerd. Naarmate het langzamer stroomt, worden alleen de kleinere deeltjes meegevoerd (zand of klei). Als dit water vervolgens ergens stagneert, bezinken de bodemdeeltjes en bouwen ze nieuwe bodemlagen op (sedimentatie).

De bodem van de Heuvelrug bestaat dus uit losse deeltjes. Tussen die bodemdeeltjes zit ruimte: grotere ruimtes bij grof grind, kleinere ruimtes bij zand en minieme ruimtes bij kleideeltjes. Die ruimte kan opgevuld zijn met lucht en/of water. In Nederland valt er meer regen dan dat er verdampt. De bodem wordt dus continu gevuld met water.



Als de ruimte tussen de bodemdeeltje volledig gevuld is met water, en er dus geen lucht meer tussen zit, spreken we van grondwater. Als er deels lucht en deels water tussen de bodemdeeltjes zit, spreken we van bodemvocht. Onder Nederlandse omstandigheden zit er altijd wel een beetje water in de ruimte tussen de deeltjes. Plantenwortels kunnen water opnemen uit het bodemvocht.

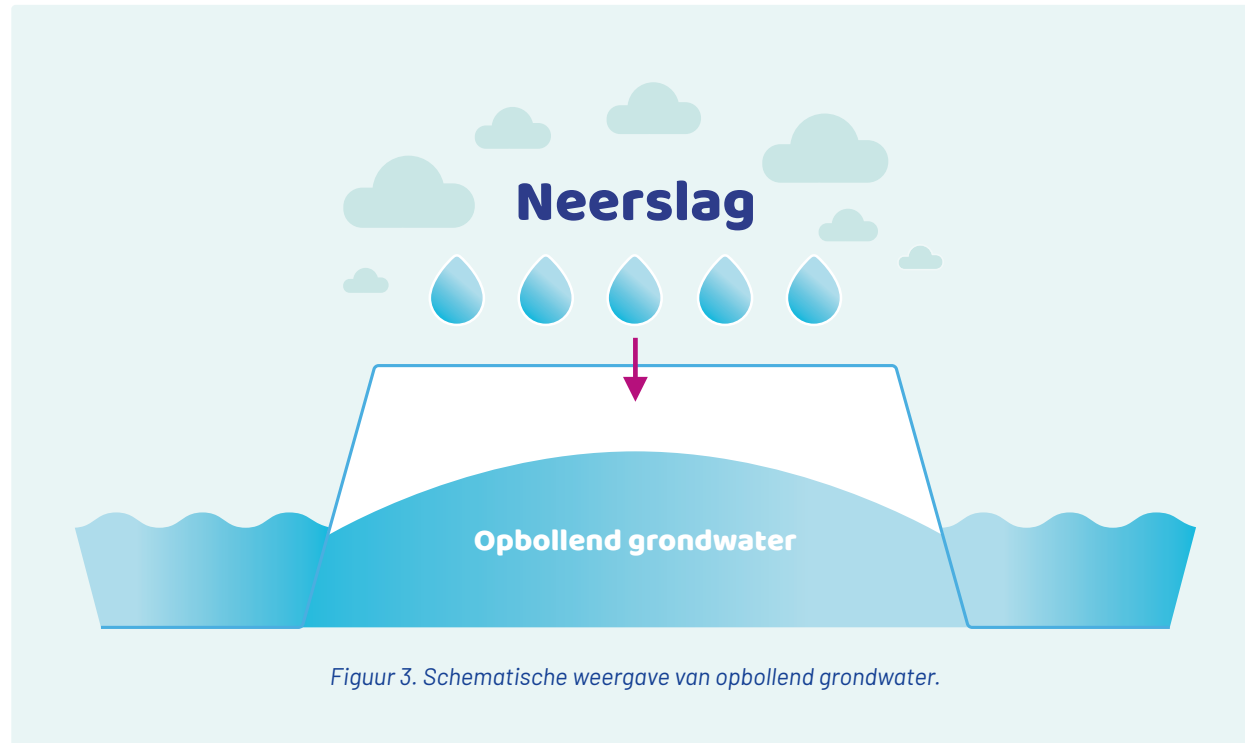
De bovenste grens van waar de ruimte nog net vol is met water (verzadigd), noemen we de grondwaterstand (of ook wel: grondwaterspiegel).

2.2 Grondwaterstroming

Omdat de ondergrond uit losse deeltjes bestaat, is de bodem lek. Als er regen op valt, trekt dit tussen de deeltjes door de bodem in. Hierdoor komt het grondwater steeds hoger te staan. Dat gaat door totdat het grondwater op het laagste punt in het gebied de oppervlakte ('het maaiveld') bereikt. Daar ontstaat een plas. Als we het water uit die plas weg laten stromen, kan het grondwater hier niet verder omhoog komen. Vlak naast het laagste punt kan het grondwater nog wel even doorstijgen.

Als het grondwater hoger staat dan het water in de plas of sloot, wil dat water van hoog naar laag stromen. Zo ontstaat een stroming vanuit het perceel naar de sloot. Laten we een perceel bekijken met aan weerszijden een sloot, waar we het peil in de sloot gelijk houden.

Als het daar dag in dag uit op regent, zal onder het perceel het grondwater opbollen. Dicht bij de sloot kan het water niet veel hoger komen dan het slootpeil, de hoogste standen worden in het midden bereikt.



Figuur 3. Schematische weergave van opbollend grondwater.

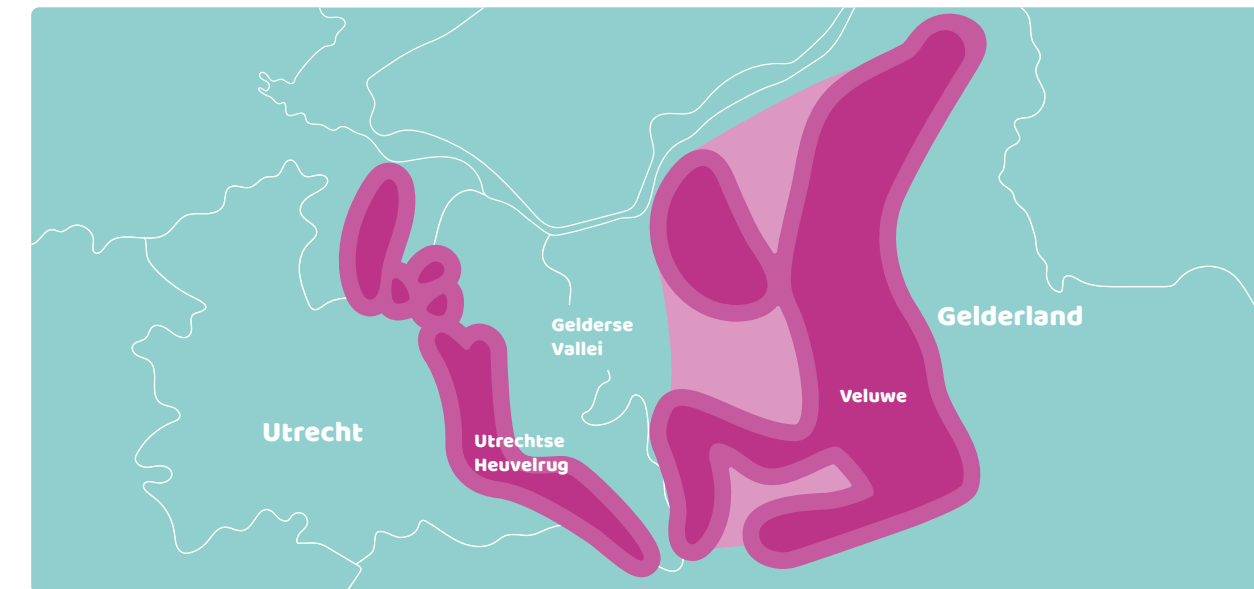
Die opbolling is de motor achter stroming naar de sloten toe. Hoe hoger de opbolling, hoe sterker de stroming naar de sloten. Het grondwater moet zich tussen de bodemdeeltjes wurmen. Daarom stroomt het in Nederland doorgaans heel langzaam: een snelheid van 50 meter per jaar (15 centimeter per dag) is in grondwaterbegrippen al best hard.

2.3 Kijken op schaalniveaus

Dit basisprincipe van de grondwaterstroming vinden we op allerlei schaalniveaus terug. In het midden van een landbouwperceel kan het grondwater decimeters hoger opbollen dan de slootpeilen. Als dat te hoge standen oplevert, kunnen we met drains of greppels de afstand tussen de waterafvoerpunten kleiner maken.

Ook heel grootschalig vinden we dit basisprincipe, bijvoorbeeld op de Veluwe. Die kan gezien worden, als je het heel grof schematiseert, als een grote bult zand, met aan het oosten de IJssel, in het zuiden de grote rivieren, in het westen de Eemvallei en in het noordwesten de randmeren die als 'sloot' fungeren.

Omdat de afstanden zo groot zijn, kan het water ook heel hoog opbollen, op de Veluwe tot meer dan veertig meter boven NAP. De Utrechtse Heuvelrug lijkt in veel opzichten op de Veluwe, maar is een schaalniveau kleiner. Het is meer een langgerekte rug dan een bult. De hoogste grondwaterstanden komen maar tot ca. 7 meter boven NAP. Maar er zijn veel overeenkomsten. Op de hoge gronden trekt het overtollig water de grond in. We zien daar amper slootjes die het water afvoeren. Aan de lager gelegen flanken komt het water weer de bodem uit. De sloten aan de voet van de Heuvelrug voeren dat water verder af. Uiteindelijk komt het in zee terecht.



Figuur 4. Schaalverschil tussen Veluwe en Utrechtse Heuvelrug.

Het plateau, de flank en de voet

De Utrechtse Heuvelrug is in te delen in het plateau, de flanken en de voet. Het plateau zijn de hoger gelegen gronden. Hier zijn in principe geen sloten. Het overtollig regenwater zakt weg naar het grondwater. Het maaiveld ligt tientallen meters boven NAP, het grondwater enkele meters boven NAP. De gronden zijn hierdoor gevoelig voor droogte.

De flanken zijn de lagere, hellende gebieden waar maaiveld en grondwater bij elkaar komen. Het water dat op het plateau naar het grondwater geïnfiltreerd is, treedt hier weer uit het systeem. We noemen dat 'kwel'. Dit zijn van oudsher natte gebieden. Op de meeste plaatsen wordt het water via sloten afgevoerd, zodat we de gebieden toch kunnen gebruiken voor landbouw of bewoning. De voet zijn de vlakke, laaggelegen delen rondom de Utrechtse Heuvelrug. Aan de randen kan er nog wat invloed van de Heuvelrug zijn, maar het watersysteem is vooral gericht op het afvoeren van regenwater dat ter plaatse valt.

De termen *plateau*, *voet* en *flank* worden regelmatig besproken in de volgende hoofdstukken.

2.4 De bodem als waterfilter

Er zijn twee redenen waarom het grondwater dat aan de flanken van de Heuvelrug omhoog komt, behoorlijk schoon is.

1 Grondwater stroomt langzaam, heel langzaam zelfs. Het water dat nu bovenkomt, is vaak al tientallen jaren tot zelfs eeuwen onderweg door de bodem. Dat betekent ook dat het water dat nu bovenkomt, grondwater is geworden in een tijd dat de mens nog amper verontreinigingen in het milieu had veroorzaakt.

2 De bodem werkt als een natuurlijk filter.

Omdat het water zich door smalle ruimtes moet wurmen, blijven de grotere deeltjes achter. Maar in het water zijn ook stoffen opgelost die meestromen als het grondwater zich verplaatst.

De bodem bevat organische stoffen, doordat in de loop der eeuwen planten en dieren zijn afgestorven en op de bodem zijn beland. Die organische stoffen werken als een chemisch filter doordat bepaalde vervuilende stoffen 'blijven plakken' of zelfs verdwijnen. Zo wordt het grondwater onderweg op een natuurlijk manier steeds schoner.

Een ander bodemmateriaal met een reinigende werking is kalk, bijvoorbeeld afkomstig van dode schelpdieren. Regenwater is van nature al een beetje zuur, en door luchtverontreiniging kan het nog zuurder worden. Door kalk in de bodem verliest het water de zure eigenschappen. De reinigende werking van de bodem is helaas niet oneindig. De hoeveelheden kalk en organisch materiaal in de bodem raken op den duur uitgeput.

Gelukkig is dit onder natuurlijke omstandigheden een proces van eeuwen tot duizenden jaren. We kunnen er dus nog lang van profiteren.

Omdat het natuurlijk filter op kan raken, is er voldoende reden om zuinig te zijn met ons grondwater en vervuiling of overbelasting zo veel mogelijk te voorkomen.

De Utrechtse Heuvelrug vormt een markant onderdeel van het Nederlandse landschap: een langgestrekte hoogte met aan weerszijden lager gelegen gebieden. Die geografische opbouw bepaalt hoe water zich gedraagt, waar het infiltreert, uitstroomt of juist wordt vastgehouden.

Nu we weten hoe het grondwater zich gedraagt, duiken we in het volgende hoofdstuk de bodem in. Want onder het maaiveld schuilt een gelaagde ondergrond die voor een groot deel bepaalt hoe het grondwater zich beweegt. Die bodemopbouw is letterlijk de basis van het watersysteem.



3

Bodem en

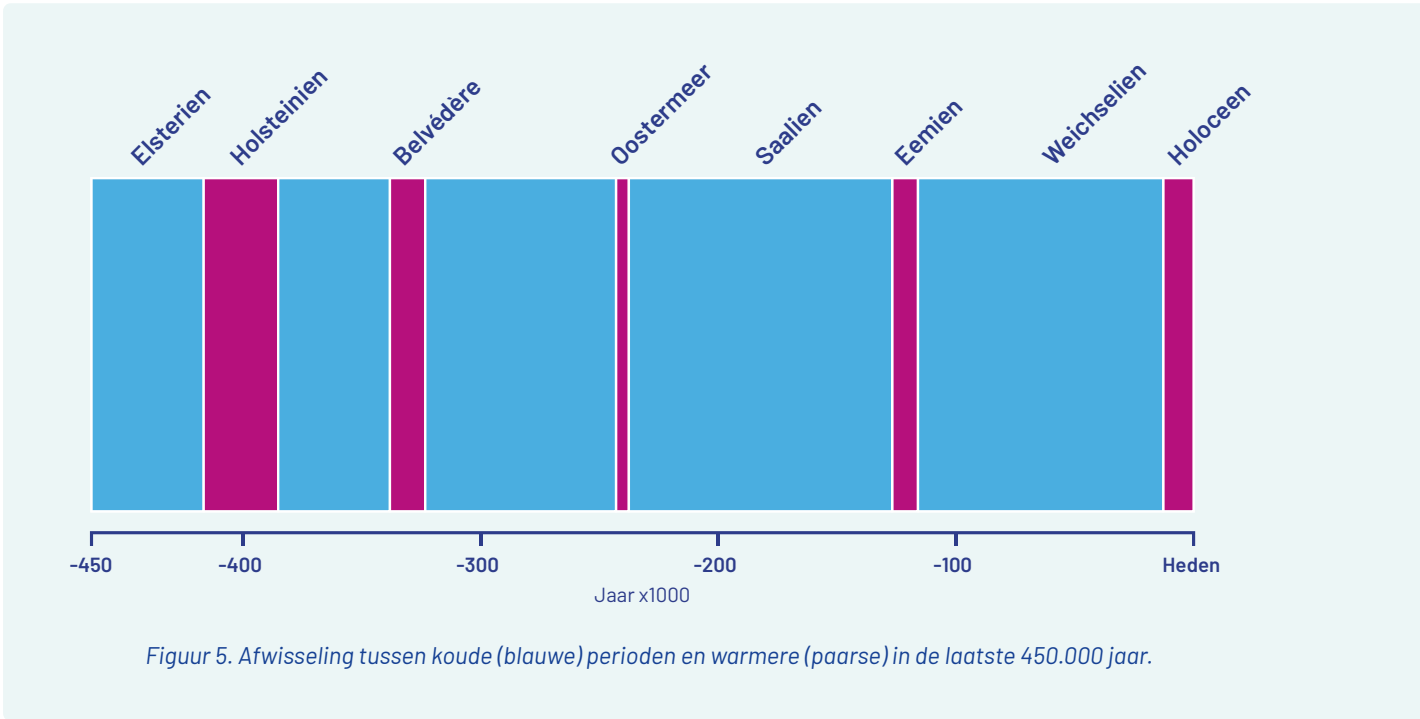
invloed van ijstijden

In dit hoofdstuk gaan we dieper de bodem in. We laten zien hoe de ondergrond is opgebouwd: van de diepe lagen met zeezand tot de stuwwal en de jongere afzettingen door rivieren en wind. Deze bodemopbouw bepaalt waar water blijft hangen of juist makkelijk doorstroomt.

3.1 Afwisseling warme en koude perioden

In de miljarden jaren dat de aarde in het heelal rondtolt, waren de omstandigheden zeker niet altijd constant. De positie van de aarde ten opzichte van de zon veranderde soms, wat tot ingrijpende klimaatveranderingen kon leiden. Dat heeft invloed op de waterkringloop. Toch is het basisprincipe nooit veranderd: water verdampt uit de oceanen, stijgt op in de dampkring, vormt wolken en komt ergens anders weer naar beneden als regen of sneeuw. Dat water trekt de bodem in of stroomt via de oppervlakte terug naar de oceaan.

De afgelopen 2,6 miljoen jaar (het Pleistoceen) kende meerdere ijstijden, afgewisseld met warmere tussenperioden. Deze ijstijden waren cruciaal voor het ontstaan van de Heuvelrug. Een ijstijd (of glaciaal) is een periode van duizenden jaren waarin de temperatuur op aarde veel lager was dan tegenwoordig.



3.2 Saalien

Voor de Utrechtse Heuvelrug was vooral de op één na laatste ijstijd (Saalien) bepalend. Zo'n 200.000 jaar geleden breidde het noordpoolijs zich vanuit Scandinavië uit richting het zuiden. Enorme ijsmassa's, soms meer dan 200 meter dik, schoven over het land. Door dat enorme gewicht werd de onderliggende bodem aan de zijkanen weggeduwd en voor de ijstong uit opgestuwd tot heuvels van soms meer dan 100 meter hoog. In deze ijstijdperiode kwam het ijs tot halverwege Nederland.

Noord-Nederland was helemaal bedekt met dikke ijslagen, midden-Nederland vormde het grensgebied tot waar het landijs kwam. Eén ijstong liep de Gelderse Vallei binnen, drukte de grond zijwaarts en voorwaarts weg, en vormde zo de Heuvelrug en de westkant van de Veluwe. De Veluwe had daarnaast ook te maken met opstuwingen vanuit het oosten (het huidige IJsseldal). Een heuvel die op die manier gevormd is, noemen we een stuwwal.

Toen het ijs aan het eind van deze periode weer smolt, bleven de heuvels achter. Het smeltwater stroomde over de stuwwallen heen en nam onderweg grond mee. Daardoor werden sommige heuvels afgevlakt en de hoogteverschillen kleiner. Tussen Doorn en Leersum spoelde het smeltwater een stuk Heuvelrug zo goed als weg. Die laagte is tegenwoordig bekend onder de naam Darthuizerpoort.



Figuur 6. Tijdens het Saalien schoof een enorme ijsmassa vanuit Scandinavië over het land.



Figuur 7. Maximale verbreiding van het landijs in het Saalien.

3.3 Eem-periode

Na het Saalien volgde een warmere periode van ongeveer 10.000 jaar: het Eemien. Het was toen net wat warmer dan in ons huidige klimaat. De ijskappen verdwenen en de zee kwam weer terug op ongeveer het huidige niveau. De stuwwallen bleven boven water. De Gelderse Vallei, die door het ijs was uitgesleten, werd deels overstroomd door de zee. Als het water tot rust kwam, zakten de meegenomen bodemdeeltjes naar de bodem. Daardoor vinden we daar nu zeeklei en ander zeemateriaal (zoals schelpen) in de ondergrond. Ook vinden we nog her en der sporen van zout (zee)water in het grondwater.

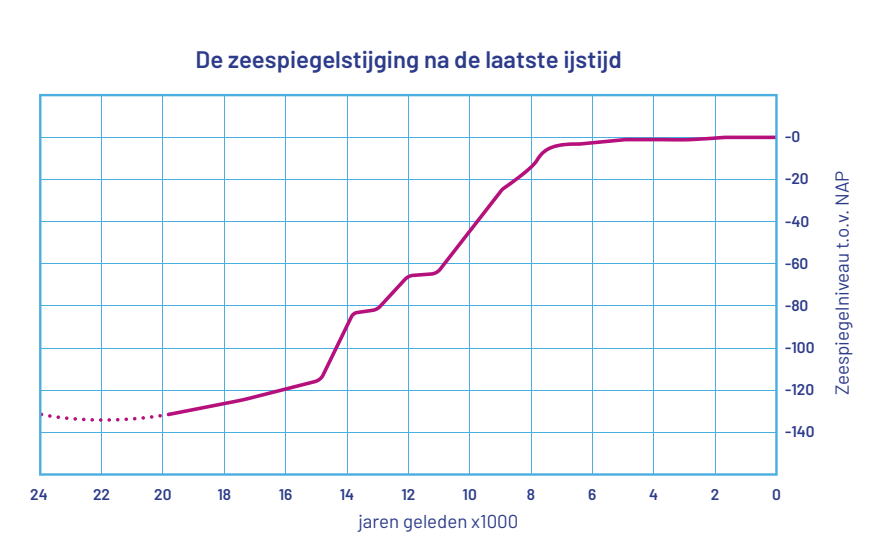
3.4 Weichselien

Die warmere periode duurde voor geologische begrippen niet heel lang. Zo'n 115.000 jaar geleden werd het alweer kouder. Tijdens deze laatste ijstijd, Weichselien, was het gemiddeld zo'n 20 graden kouder dan tegenwoordig. Zomers kon het even dooien, maar meestal vroor het en 's winters was het bitterkoud. Opnieuw groeiden de ijskappen aan, maar dit keer kwam het landijs niet tot in Nederland. Wel daalde de zeespiegel. Tijdens de laatste ijstijd stond de zee wereldwijd meer dan 100 meter lager dan nu. De Noordzee lag droog.

De toen levende dieren, zoals de mammoet, konden lopend naar Engeland. Onze streken waren een kale, toendra-achtige vlakte waar weinig groeide en voedsel schaars was. De stuwwallen waren kale zandhopen geworden. De wind blies het losse zand van de heuvels naar lagergelegen gebieden, waar het zich ophoopte tot stuifduinen. Daardoor ontstond het zachte, glooiende landschap dat we nu kennen.

3.5 Het einde van de laatste ijstijd

Zo'n 12.000 jaar geleden eindigde de (voorlopig) laatste ijstijd. De temperaturen stegen tot het huidige niveau en de zeespiegel kwam weer omhoog. Ook in het gebied van de Utrechtse Heuvelrug kwam de vegetatie weer tot ontwikkeling, waardoor er ook weer meer dieren konden leven.



Figuur 8. Aan het einde van de laatste ijstijd kwam de zeespiegel terug tot het huidige niveau.

De ondergrond van de Utrechtse Heuvelrug bestaat uit een complex pakket van zand, klei, grind en veen, gevormd door ijs, wind, rivieren en zeeën. De doorlatendheid van deze lagen bepaalt hoe het grondwater zich door het gebied verplaatst. Van diepe zee-afzettingen tot jonge rivierklei: het hele watersysteem speelt zich af in deze bodemlagen.

We zijn nu aanbeland aan het einde van de laatste ijstijd. Planten en dieren kunnen in het gebied weer leven en ook de mens komt terug. In het volgende hoofdstuk kijken we hoe de mens het landschap en het watersysteem veranderd heeft.

4

Invloed van de mens

In dit hoofdstuk kijken we hoe de mens na de laatste ijstijd terugkeerde naar het Heuvelrug-gebied, en gaandeweg het landschap en het watersysteem grondig veranderde.



De oudste sporen van de mens in Europa dateren van 800.000 jaar geleden. In Europa zijn sporen aangetroffen van de Neanderthal-mens en de Homo Heidelbergensis. Tijdens de ijstijden waren de leefomstandigheden in het Heuvelrug-gebied erg moeilijk. De mens trok terug naar het zuiden. Na de laatste ijstijd trokken mensen en dieren weer noordwaarts en kwamen ze ook in onze gebieden weer voor.

10.000 tot 0 jaar v. Chr.

4.1 Het Holoceen

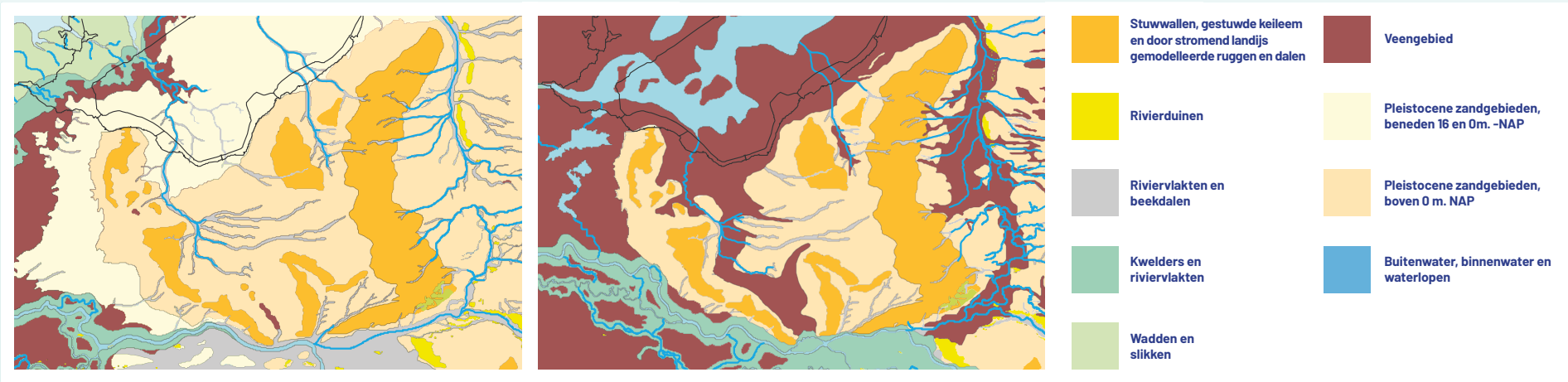
Zo'n 12.000 jaar geleden eindigde de laatste ijstijd. Eerst was het landschap nog vrij open, maar geleidelijk groeide het uit tot een oerbos. Op de hogere zandgronden stonden gemengde loofbossen, in het rivierengebied bos met veel wilg, en op de overgangen ontstonden meer gevarieerde begroeiingen. Met de ontwikkeling van de vegetatie konden ook dieren en mensen weer terugkeren naar het gebied van de Heuvelrug.

De mensen leefden in die tijd in kleine groepen. Ze trokken er op uit om planten te oogsten en/of op dieren te jagen. Als het eten opraakte of de familie te groot werd, trokken ze verder, net zoals de wolf tegenwoordig weer rondtrekt door Nederland. De eerste duizenden jaren na de laatste ijstijd leefden er zo zo'n 2000 mensen in het gebied dat we nu Nederland noemen.

Vanaf 5000 v. Chr. deed de landbouw zijn intrede in het gebied. De mens richtte stukjes land in om dicht bij de woning planten te laten groeien. Andere planten ('onkruid') werden op die akkers actief geweed. Ook hielden ze dieren in of nabij de woning, voor vlees of voor andere producten (melk, wol, trekkracht). Doordat de zeespiegel weer op het oude niveau terugkwam, steeg ook het grondwater. Onder de Heuvelrug bolde het grondwater op, zoals beschreven in hoofdstuk 2. Omdat het zand daar het water goed doorlaat, zorgde een paar

meter hoogteverschil al voor genoeg stroming naar de lager gelegen Gelderse Vallei en het rivierengebied. Maar met die paar meter opbolling komt het grondwater onder de hoge gronden nog lang niet tot aan maaiveld. De gronden zijn relatief droog. De Gelderse Vallei was juist heel nat. Uit het zuidwesten, vanuit de Heuvelrug en vanuit het oosten van de Veluwe kwam er grondwater toestromen en opkwellen. Gecombineerd met de hogere temperaturen zorgde dit voor omstandigheden waarin veenvorming optrad.

Tussen 5500 en 1500 v. Chr. was er bijvoorbeeld nog volop veenvorming.



Figuur 9. Veengebieden groeien in omvang tussen 5500 (links) en 1500 v. Chr (rechts) (Bron: Atlas van Nederland in het Holoceen 2018).

Veeenvorming en -afbraak

Planten en dieren die afsterven, verteren langzaam door de zuurstof in de lucht. Maar in heel natte gebieden werkt dat anders. Daar groeien planten in de zomer, sterven af in de herfst, en komen vervolgens onder water te liggen. Door het hoge grondwater is er geen contact meer met de atmosfeer en dus verteren de plantenresten niet. Het jaar erop groeit er weer een nieuwe generatie planten over de oude resten heen. Zo stapelen dode planten zich laag voor laag op.

Omdat die plantenresten zelf ook weer veel water vasthouden, blijft het gebied nat en worden de onderliggende lagen nóg slechter afgebroken. Op die manier ontstaan dikke veenlagen, soms wel meters dik. Ze kunnen zelfs zo hoog worden dat ze uitsteken boven het omliggende land. In zulke natte gebieden kunnen bomen nauwelijks groeien. Toen mensen zich vestigden rond de Heuvelrug, gingen ze op twee manieren invloed uitoefenen op het veen:

1

Turf als brandstof

Hout brandt goed, maar turf, gedroogd veen, bleek óók een prima brandstof. De Romeinen beschreven al hoe de bewoners van Nederland turf uitgroeven, droogden en gebruikten om vuur te stoken. Wat begon als brandstof voor eigen gebruik, groeide later uit tot een heuse turfwinning en -handel. Er werd tot meters diep gegraven, zelfs onder de waterlijn. Het veengebruik als brandstof is uiteindelijk verdrongen door andere fossiele brandstoffen.

2

Drooglegging voor landbouw

Mensen wilden droge voeten én vruchtbaar land. Via sloten voerden ze het water af om het land te ontwateren. Maar zodra veen boven het grondwaterpeil komt te liggen, droogt het uit en begint alsnog het verteringsproces dat eerder werd tegengehouden door het water. Het veen breekt af en de bodem daalt. Daardoor wordt het gebied opnieuw natter, en moesten de peilen in de sloten nóg verder worden verlaagd. Hierdoor kwamen er opnieuw veenlagen droog te liggen en ging de afbraak van veen verder. De (vroegere) veengebieden kunnen gedaald zijn tot meters onder NAP. Met molens en gemalen houden we ze tot op de dag van vandaag droog.

Ten zuiden van de Heuvelrug kon de Rijn nog vrij van bedding wisselen. Rond 4000 v. Chr. verlegde hij zijn loop richting de zuidflank van de Heuvelrug, het tracé van de huidige Kromme Rijn. Bij hoogwater overstroomde het land regelmatig, waarna het rivierwater een dun laagje klei achterliet.

Ter hoogte van Rhenen wilde de Rijn noordwaarts stromen, maar de stuwwal hield dat tegen. Wel knabbelde de rivier, met name bij Rhenen, aan de voet van de stuwwal. Daarom verloopt de overgang tussen rivier en stuwwal daar erg steil. Ten oosten van Rhenen hebben eerst smeltwater en later de Rijn de stuwwal helemaal weggespoeld. De Rijn grenst zo aan de zuidkant van de Gelderse Vallei. Onder normale omstandigheden stroomde de Rijn westwaarts, maar bij heel hoge standen stroomde het water ook nog wel eens de Gelderse Vallei in. Door de veenvorming ter hoogte van het huidige Veenendaal kwam het maaiveld daar steeds hoger te liggen. Er ontstond een soort veenwal die werkte als een dijk. Zo bleef het water bij hoogwater toch ten zuiden van de stuwwal.

0 tot 300 jaar na Chr.

4.2 Romeinse tijd

Kort voor het begin van onze jaartelling vielen vanuit het zuiden Romeinse legers ons land binnen. Ze troffen clusters huizen met elk een eigen landje eromheen. Het was een roerige tijd, met veel strijd tussen de lokale volken en stammen tegen elkaar of tegen de Romeinen. Na enige tijd besloten de Romeinen dat de Rijn voortaan de noordgrens van hun rijk zou worden. Ten zuiden van de Heuvelrug werd een goed beschermde grens aangelegd, de limes.

In de Romeinse tijd woonden er naar schatting 200.000 mensen in Nederland, inclusief de Romeinen zelf. De Romeinen kaptten veel bos. Ook begonnen ze met ontwateren van het veen en probeerden ze de loop van de Rijn zodanig te beïnvloeden dat het een veiliger grens van hun rijk kon zijn. In de derde en vierde eeuw raakte de Romeinse overheersing in verval. De bevolking nam af in omvang en de bossen herstelden zich.

De Romeinen over het veen:

‘Die streek [...] waar de Schelde meanderend doorheen stroomt en die de Rijn omarmt met zijn dubbele monding: het is [...] bijna niet land. Het natte land is zo diep met water doordrenkt dat de bodem wijkt onder druk en dat de ingedrukte grond voetstappen grijpt. Niet alleen waar het duidelijk moeras is, maar ook waar de grond iets steviger lijkt, heeft ze onder het gedreun van voeten en blijkt ze van verre door beweging het gewicht te voelen. Het lijkt zo te zijn dat het land drijft op water onder lig.’

Citaat uit het werk ‘Panegyrici Latini’ wat de verrichtingen van keizer Constantius beschrijft (295 – 305 na Chr.). De auteur hiervan is anoniem.

300 – 1500 na Chr.

4.3 Middeleeuwen

Na het vertrek van de Romeinen lieten de achterblijvende bewoners het land wat meer versloffen. Vanaf de vroege middeleeuwen kreeg de mens weer meer invloed op het land. Er werd opnieuw werk gemaakt van de ontwatering van het veen. Daardoor verteerde veel veen, maar er werd ook veel veen afgegraven, gedroogd en gebruikt als brandstof (turf). Doordat het land daalde, werd het steeds moeilijker om het droog te houden. Vanaf het einde van de middeleeuwen werden molens ingezet, onder meer in de polder Westbroek, om de polder droog te pompen.

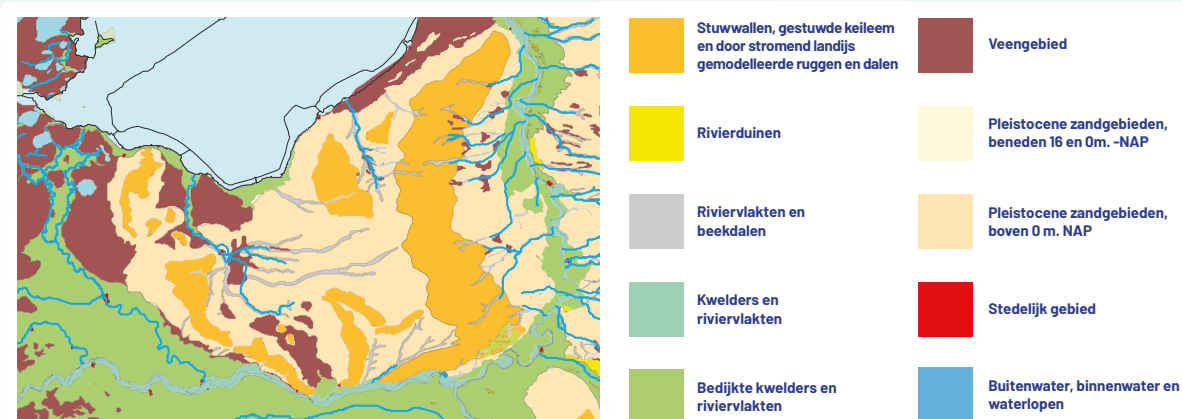
Een andere ontwikkeling was dat de lokale elite probeerde om jachtgebieden voor zichzelf te houden. Er werden gebruiksrechten van een landheer vastgelegd. Zo'n verzameling gebruiksrechten heet een foreest. De oudste bekende foreest stamt uit het jaar 777: Karel de Grote schonk toen met een oorkonde het foreest Hengitscoto (onderdeel van een gebied ten noorden en ten westen van Woudenberg) aan de St. Maartenskerk in Utrecht. De bevolking in Nederland nam toe: van 300.000 mensen in het jaar 900 tot 800.000 rond 1350. Ook de handel bloeide op, met Dorestad (het huidige Wijk bij Duurstede) als belangrijk handelscentrum.

vanaf 1500

4.4 Na de middeleeuwen

In onderstaande figuur is weergegeven hoe rond het jaar 1500 het landschap door de mens aanzienlijk veranderd is. In de 7e eeuw begon men de rivier met dijken te temmen. In de eeuwen erna werden de dijkdelen aan elkaar geschakeld tot dijkringen. In 1122 was de tak van de Rijn die langs Cothen en Odijk liep afgedamd. Voortaan moest het water langs Vianen. De rivier werd zo in een vaste bedding gedrongen, waar het alleen bij een calamiteit af en toe uitbrak. Achter de dijken werd geen nieuwe rivierklei meer afgezet. De Rijndijk (tegenwoordig Grebbedijk) tussen Wageningen en Rhenen werd rond 1300 aangelegd.

Als de Grebbedijk doorbrak, werd het water tegengehouden door het hoogveengebied bij Veenendaal. Op veel plaatsen werd het veen afgegraven en gebruikt als brandstof, maar ook door het te ontwateren verteerde het veen. Aan de noordkant van de Heuvelrug was al veel veen verdwenen. De gevolgen ervan werden duidelijk toen de Grebbedijk in 1595 weer eens doorbrak en het Rijnwater de stad Amersfoort bereikte. Met de aanleg van een slaperdijk in 1653, aan de westkant van het huidige Veenendaal, werd de oude waterscheiding hersteld.



Figuur 10. In 1500 na Chr. is veel veen weer verdwenen en zet de mens het land naar zijn hand (Bron: Atlas van Nederland in het Holoceen 2018).

De Heuvelrug op oude kaarten

Rond 1500 ontwikkelden zich vormen van cartografie. Dankzij deze vroege kaarten krijgen we een beter beeld van de inrichting van het land na de middeleeuwen. Een eerste systematische kartering is van de hand van Chistiaan Sgrooten, die in de tweede helft van de zestiende eeuw actief was. De uitsnede hiernaast van de Utrechtse Heuvelrug komt uit een atlas die in 1573 uitgegeven is.

Te zien is dat de Grebbe ten oosten van Rhenen vanaf het zompige gebied bij Veenendaal het water zuidwaarts naar de Rijn afvoerde. De oude bedding van de Rijn vanaf Wijk bij Duurstede was als waterloop (Rhenus, de Latijnse naam voor de Rijn) nog wel aanwezig.

(Bron: Kbr.be – Universal Uniform Resource Locator. p.16 url.kbr.be/1924019)

4.4.1 Steden

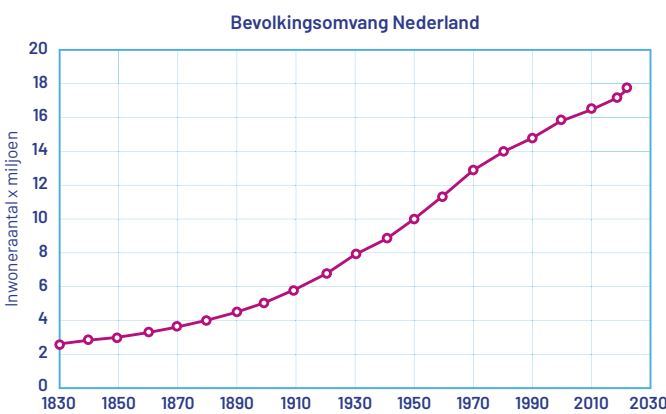
Steden werden steeds belangrijker. In plaats van zelf voedsel te verbouwen, verdienden mensen in de stad hun geld met een ambacht of beroep. Daarmee konden ze eten kopen, en als het meezat ook luxe spullen. Voor die handel was goed transport nodig, en dat verliep vooral via het water.

Handel vond plaats binnen de stad, tussen stad en platteland, tussen steden onderling, maar ook over grotere afstanden. Vanaf 1500 kreeg de wereldwijde handel nieuwe impulsen dankzij verkenningstochten naar nieuwe continenten door ontdekkingsreizigers.

In de Gouden Eeuw ontwikkelde Amsterdam zich tot een internationaal handelscentrum, waarvan de welvaart ook naar de Heuvelrug uitstraalde.

Als een stad voldoende goederen kon aanvoeren, kon ze blijven groeien, en dus ook de bevolking. Tussen 1350 en 1800 nam het aantal inwoners in het gebied van het huidige Nederland toe van 800.000 naar 2 miljoen. Daarna ging het hard: rond 1880 naar 4 miljoen, in 1950 naar 10 miljoen.

Inmiddels (2025) wonen er 18 miljoen mensen in Nederland.

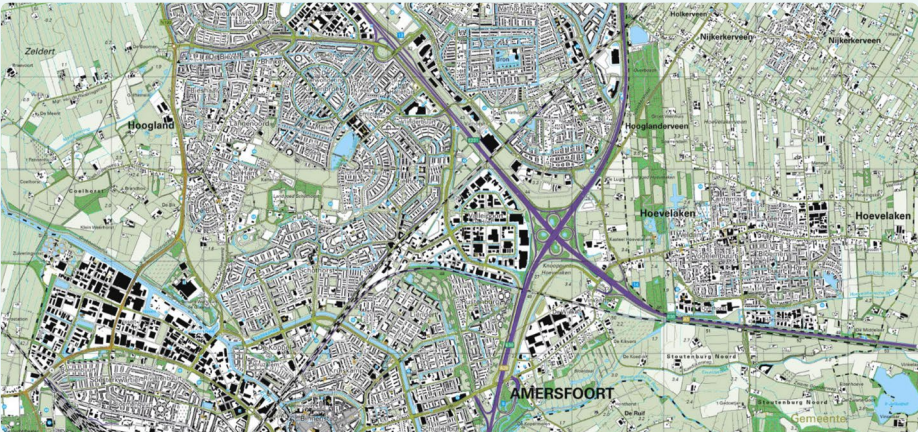


Figuur 11. Het aantal inwoners in Nederland is in 200 jaar gestaag toegenomen.

In het gebied van de Utrechtse Heuvelrug bleef de stadsvorming in eerste instantie beperkt. Bijvoorbeeld voor het gebied ten noordoosten van Amersfoort zijn de veranderingen in de afgelopen decennia wel enorm.



Figuur 12. Gebied ten noordoosten van Amersfoort rond 1970 (Bron: Kadaster Apeldoorn).



Figuur 13. Hetzelfde gebied rond 2023 (Bron: Kadaster Apeldoorn).

4.4.2 Landbouw

Tussen 1300 en 1800 vormde de voedselbeschikbaarheid een beperking voor de bevolkingsgroei. In West-Nederland kon men de voedselbeschikbaarheid verbeteren door inpolderingen. Er kwam zo steeds meer landbouwgrond beschikbaar.

Op de hogere zandgronden van Nederland was de landbouw tot de 18e eeuw sterk verweven met de natuurlijke omgeving. Bossen konden onderdeel zijn van de landbouwpraktijk, bijvoorbeeld door varkens de eikels te laten eten. Daarnaast waren er gemeenschappelijke gronden, zonder eigenaar, waar mensen hun schapen konden laten grazen of mochten hooien.

Mede vanwege de behoefte aan hout, werden bossen (soms ondanks andere afspraken) gekapt. Wat overbleef waren ‘woeste gronden’ waar alleen nog schapen graasden. Doordat de schapen ‘s nachts op stal stonden, kwamen de mineralen uit de uitwerpselen niet meer op het land terecht. De gronden verarmden: er groeide niet veel meer dan heide.

Het gebrek aan minerale voedingsstoffen als stikstof en fosfaat (nutriënten), beperkte de opbrengsten van het land. Maar men vond een oplossing: boeren staken heideplaggen (een soort graszoden), legden die op de stalvloer en verzamelden daar de mest.

Die verrijkte plaggen uit de stal werden vervolgens gebruikt op de akkers bij de boerderij. Hierdoor kregen de landbouwgewassen op de akkers voldoende minerale nutriënten. De heidegronden bleven kaal en voedselarm.

Gaandeweg werden de mensen steeds handiger in het benutten van landbouwgrond. Op sommige plaatsen werden bossen aangeplant, vaak met grove den. Die bomen hielpen om stuivend zand vast te houden én leverden mooie rechte stammen hout. Deze waren goed bruikbaar, onder meer om in de mijnbouw schachten te stutten.

De introductie van kunstmest, in de eerste helft van de twintigste eeuw, maakte een einde aan de beperkte beschikbaarheid van minerale nutriënten. Op veel plaatsen in Nederland werden ‘woeste’ of arme gronden ontgonnen en alsnog voor landbouw in gebruik genomen.





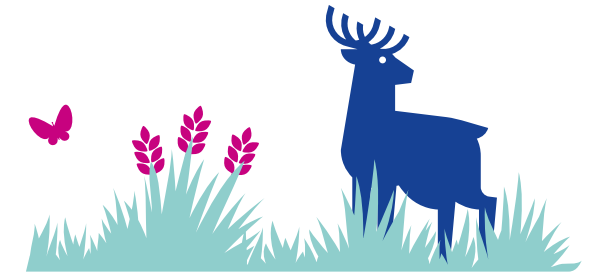
Natuurlijke successie

Als van een terrein alle planten worden verwijderd, gaan er na verloop van tijd toch planten op groeien. Dit zijn zogenaamde 'pioniervegetaties': plantensoorten die met heel weinig minerale nutriënten toch kunnen overleven. Doorgaans zijn het lage planten of mossen. Sommige planten kunnen nutriënten uit de lucht halen, of een plant als zonnedauw vangt hiervoor vliegjes met behulp van een kleefstof. Als deze planten afsterven, komen de mineralen vrij. Vanaf dat moment kunnen er al wat meer plantensoorten daar overleven.

Planten die handiger met nutriënten omgaan, kunnen hoger groeien, en verstikken zo de pioniervegetaties. Als dit vele jaren zo doorgaat, komen uiteindelijk ook bomen terug. Na eeuwen ontwikkelt zich een 'climaxvegetatie', die voor de zandgronden op de Heuvelrug vooral uit eiken- beukenbossen zal bestaan. Om een heidegebied in stand te houden, moet het worden onderhouden. Dat kan bijvoorbeeld door schapen de steeds weer opkomende begroeiing weg te laten grazen.

Deze ontwikkelingen zien we ook terug in het gebied van en rond de Utrechtse Heuvelrug. Op kaarten uit 1662 is de Heuvelrug een bosgebied. Op de topografische kaart van 1872 zien we ten zuidwesten van Amersfoort rond Soestduinen (die naam zegt al iets) uitgestrekte heidevelden. De komst van de heidevelden leidt tot een verandering in de waterbalans op de Utrechtse Heuvelrug.

Heide verdampt minder water dan bossen doen. Daardoor zakt er in heidegebieden meer regenwater de bodem in dan in bosgebieden. Het gebied rond Soestduinen is op enig moment in gebruik genomen als militair terrein. Waarschijnlijk was er geen gericht beheer. Op kaartbeelden is te zien hoe het gebied vooral tussen 1960 en 1980 is dichtgegroeid, waarschijnlijk als gevolg van natuurlijke successie.



Figuur 14. In 1872 uitgestrekte heidevelden ten zuidwesten van Amersfoort (Bron: Kadaster Apeldoorn).



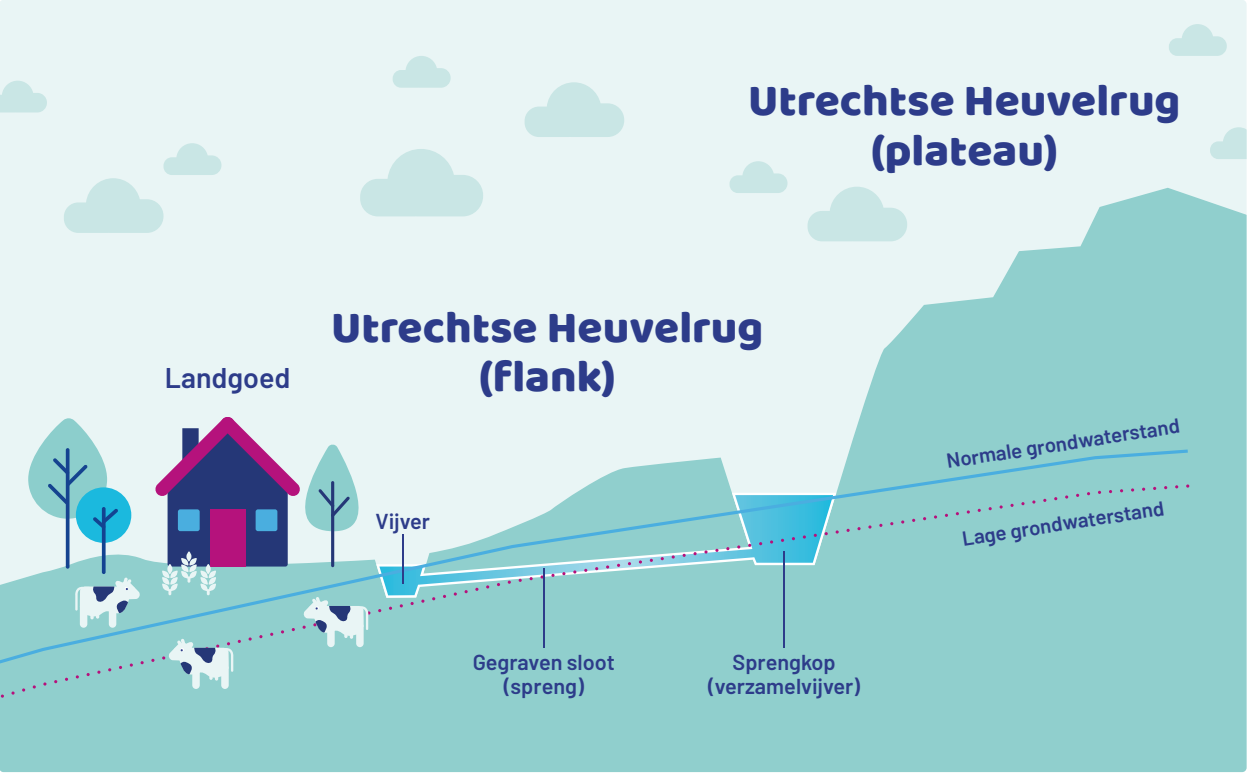
Figuur 15. Hetzelfde gebied rond 2023 (Bron: Kadaster Apeldoorn).

4.4.3 Landgoederen

Het stadsleven was rond de 16e tot 18e eeuw niet altijd een pretje, vooral door het gebrek aan hygiëne. Onder extreem rijke stadsbewoners groeide een behoefte om ook buiten de stad te leven en te jagen. Eerst gebeurde dat vlak buiten de stad, maar later kwamen ook de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug in beeld. Wat begon met boerderijen met een herenkamer (hofsteden), groeide vanaf het eind van de 17e eeuw uit tot luxe landgoederen met sierlijke tuinen en bossen. Het werden de uithangborden waarmee men de rijkdom aan de buitenwereld toonde.

Voor al op de zuidelijke flank van de Heuvelrug vinden we nog tientallen landgoederen. De weg van De Bilt naar Rhenen wordt daarom ook wel de Stichtse Lustwarande genoemd. Maar ook in de omgeving van Soest en in de Gelderse Vallei staan er nog tientallen. De Heuvelrug kent de grootste dichtheid aan buitenplaatsen van Nederland.

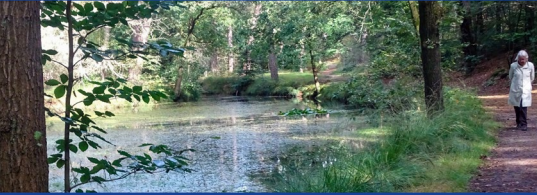
Deze landgoederen zijn met zorg aangelegd, maar sluiten lang niet altijd aan op de natuurlijke situatie. Er zijn onnatuurlijk mooie tuinen, die dus ook om een bepaalde watersituatie vragen. Op een aantal plaatsen zijn daarom sprengen in de Utrechtse Heuvelrug gegraven om het eigen landgoed van voldoende water te voorzien.



Figuur 16. Principewerking van een spreng.

Sprengen

Om een landgoed ook in perioden van droogte van voldoende water te voorzien, kun je een sloot horizontaal in een heuvel of berg ingraven, net zo lang tot de sloot de grondwaterspiegel snijdt. Vanaf dat moment komt het water vanzelf toestromen. In Nederland worden dergelijke ingegraven sloten ‘sprengen’ genoemd. Op de Veluwe zijn tientallen sprengen, onder meer om watermolens aan te drijven. De opbolling onder de Heuvelrug is niet zo hoog, en levert te weinig water voor watermolens. Maar voor de landgoederen was het een manier om een stabiele wateraanvoer te garanderen. Bijvoorbeeld ten noorden van Driebergen zijn sprengen gegraven die er nog steeds zijn. Sommige ervan voeren nog water uit de Heuvelrug af, andere zijn in de loop der eeuwen droog komen te liggen.



De Grote Kom ten noorden van Driebergen, een gegraven vijver om grondwater te verzamelen ten behoeve van de lager gelegen landgoederen.

De landgoederen zijn privaat eigendom en worden door bewoners en omwonenden gewaardeerd als cultureel erfgoed. Ze zorgen voor een omgeving met veel groen en ruimte én cultuurhistorische waarde. Daardoor kunnen ze ook veel kansen bieden voor de natuur als planten en dieren er door zorgvuldig beheer veel ruimte krijgen. Dat beheer kost wel flink wat geld.

Vroeger was de landbouw een verdienmodel voor de landgoederen. Dat is ook nu nog het geval, maar vaak minder intensief dan bij de reguliere landbouw. Veel landhuizen en landgoederen zijn verkocht, bijvoorbeeld aan bedrijven deze gebruiken als kantoor met statige uitstraling. Andere landgoederen zijn overgenomen door natuurbeheersorganisaties die een meer natuurlijk beheer nastreven.





Historische dorpspomp in Austerlitz.

4.4.4 Drinkwater

Noodzaak

Schoon, veilig drinkwater was in de duizenden jaren voor onze jaartelling voor de omgeving van de Heuvelrug geen probleem. Rivieren en lokale bronnen waren nog niet vervuild. Zelfs het water uit de Rijn was goed drinkbaar.

Toen steden begonnen te groeien, ontstonden er zorgen, met name als de afvoer van het afvalwater niet goed geregeld was. Vaak werd dit domweg geloosd op het nabije oppervlaktewater. Als dit water later weer als drinkwater werd gebruikt had dit vaak ziektes tot gevolg. De vroege stadsbewoners begrepen al snel dat schoon drinkwater cruciaal was. In steden in zuid en oost Nederland kwamen stads- of dorpspompen. Hier werd grondwater opgepompt en met emmers naar de woning gebracht.

In het westen van Nederland was dat geen optie, want daar was het grondwater op geringe diepte al te zout voor consumptie. Steden als Amsterdam lieten met schepen schoon (oppervlakte)water aanvoeren voor de burgers, die het per emmer konden kopen.

In 1854 startte in Amsterdam een drinkwatervoorziening zoals we die nu nog kennen. Men had de zoetwatervoorraad onder de duinen van Vogelenzang ontdekt als drinkwaterbron.

Het water werd gewonnen en via een leiding naar Amsterdam getransporteerd. In 1858 volgde Den Helder dit voorbeeld. Andere steden vonden een dergelijke voorziening niet nodig en/of te duur. Dat veranderde na de cholera-uitbraak van 1866 – 1867. In Amsterdam en Den Helder waren veel minder slachtoffers dan in de rest van het land. Dat bracht andere steden er toe om ook drinkwaternetwerken te ontwikkelen. Rotterdam volgde in 1873, Den Haag in 1874.

Historie Utrecht/Soestduinen

In Utrecht liep men niet bepaald voorop. Rond 1880 waren er in de stad Utrecht 60 publieke pompen. Uit een onderzoek bleek dat slechts acht hiervan goed drinkwater leverden. Vijf pompen leverden water dat ‘nog net bruikbaar was’. Van de overige 47 pompen was de waterkwaliteit ronduit schadelijk voor de gezondheid.

In 1881 werd er een concessie afgegeven om een drinkwatervoorziening aan te leggen en te exploiteren. Deze werd vormgegeven door de Compagnie Générale des Conduites d'Eau uit het Belgische Luik. Op 31 maart 1883 werd de Utrechtse waterleiding officieel in gebruik genomen.

Winning Soestduinen: waarom daar?

Bij de zoektocht naar een geschikte locatie voor een drinkwaterwinning voor Utrecht, werd niet op een paar kilometer afstand gekeken. Ook Amsterdam en Den Haag wonnen hun water op afstand van de stad. Voor je drinkwater kon je maar beter uit de buurt van de stad blijven. De gekozen locatie Soestduinen voldeed aan dit criterium. De locatie lag op de flank van de Heuvelrug. Het maaiveld lag er op ca. 10 meter boven NAP, en het grondwater zat daar niet heel ver onder, zodat het water relatief makkelijk winbaar was. Bij aanleg werd het water via een vijver gewonnen, en hoe minder diep je hoefde te graven, des te gunstiger de locatie.

Wat ook meespeelde, was dat de locatie dicht bij De Stompert lag: een hogere top van de Heuvelrug (57 meter boven NAP). Het gewonnen water hoefde alleen maar tegen de heuvel opgepompt te worden en stroomde dan onder vrij verval naar Utrecht. Om het water tegen de heuvel op te pompen was een (stoom)gemaal nodig. Ook in dat opzicht scoorde Soestduinen goed: omdat de locatie langs het spoor ligt, konden de kolen voor het gemaal gemakkelijk aangevoerd worden.



Regionale drinkwatervoorziening

Ook andere gemeenten sloten zich aan op de waterwinning Soestduinen: in 1883 De Bilt, Zeist in 1895, Bilthoven in 1900. In 1893 werd er in totaal 1,5 miljoen m³/jaar geleverd aan zeven gemeenten. Amersfoort was even aangesloten op Soesterberg, maar richtte in 1912 een eigen drinkwaterbedrijf op. Ook met andere gemeenten waren er issues over kwaliteit, betaalbaarheid en beschikbaarheid, waardoor ze hun drinkwatervoorziening verzelfstandigden.

De drinkwatervoorziening was op gemeentelijk niveau georganiseerd. Na de tweede wereldoorlog waren er in Nederland 220 drinkwaterbedrijven. Sindsdien zijn die gefuseerd tot grotere eenheden. In 1992 waren er nog maar 48 bedrijven over. In Utrecht waren toen al alle gemeentelijke bedrijven ondergebracht in Waterleidingbedrijf Midden Nederland. Alleen IJsselstein en Doorn hadden nog een eigen gemeentelijk drinkwaterbedrijf.

Tegenwoordig zijn er in Nederland nog tien drinkwaterbedrijven, waarvan de meesten opereren op het schaalniveau van een provincie.

Vitens is het grootste drinkwaterbedrijf, dat behalve in Utrecht ook drinkwater produceert en levert in Friesland, Overijssel, Flevoland en Gelderland.

Gemeente	Onttrokken hoeveelheid in 1920 (m3/jaar)	Onttrokken hoeveelheid in 1938 (m3/jaar)	Aantal inwoners 1938
Amersfoort	773.700	1.053.400	48.100
Baarn en Lage Vuursche	129.600	233.300	15.300
De Bilt	-	471.700	14.600
Doorn	-	88.700	4.600
Driebergen-Rijsenburg	4.000	137.900	9.100
Rhenen en Amerongen	-	410.700	11.300
Soest	-	18.700	17.900
Utrecht	5.293.500	8.324.200	181.300
Veenendaal	-	494.400	17.200
Zeist	435.300	730.700	32.700
Zuid-Utrecht	-	454.600	21.900

4.4.5 Defensie

De geschiedenis van Nederland kent veel oorlogen. Nadat in 1672 de Hollandse Waterlinie succesvol de Franse legers had tegengehouden, werd dit een belangrijk onderdeel van de defensiestrategie. De Oude Waterlinie (1672 – 1815) verbond uitsluitend Hollandse steden met elkaar. In 1815 werd ook Utrecht onderdeel van de (Nieuwe) Waterlinie. Ten oosten van Utrecht werden forten en verdedigingswerken gebouwd. De Grebbelinie door de Gelderse Vallei werd gezien als een voorverdediging tegen invasies uit het oosten. Vanaf 1744 werd er echt werk gemaakt van de ontwikkeling van de Grebbelinie.

Een waterlinie werkt het best als het water 0,35 m hoog staat: met minder diepte kan je er doorheen lopen, met meer diepte er overheen varen. Omdat het water in de Rijn zo’n zes meter hoger stond dan de Zuiderzee, werd het hoogteverschil stapsgewijs overbrugd met keerkades en dwarsdijken die we nu nog terug kunnen vinden.

In 1793 en 1794 is de Grebbelinie daadwerkelijk ingezet. Helaas was dat weinig succesvol, eerst door te weinig water, later door strenge vorst. In de negentiende eeuw werd de Grebbelinie in stapjes verbeterd en in 1874 opgenomen in de Vestingwet. Bij de aanleg van het Valleikanaal vanaf 1935 moest nog rekening gehouden worden met de rol van de Grebbelinie.



In februari 1940 werd besloten om bij een Duitse inval de hoofdverdediging van Nederland bij de Grebbelinie te voeren. Begin mei waren alle bijbehorende werken nog niet klaar. Delen werden onder water gezet, maar onder meer bij Rhenen mislukte dat door te lage waterstanden in de Rijn.

In 1951 is de Grebbelinie als verdedigingswerk opgeheven. De Grebbelinie heeft de status van Rijksmonument gekregen. Er zijn nog meerdere sporen te zien in de vorm van forten, keerkades en dijken. Ook in het gebied bij Soestduinen is Defensie dominant geweest. Omdat Defensie het terrein nodig had als oefenterrein en luchtmachtbasis, is het nooit als landbouwgrond ontwikkeld.

4.5 De rol van waterschappen

De eerste stap bij het ontginnen van ‘woeste gronden’ was meestal het op orde brengen van de waterhuishouding. Dat ging meestal door sloten te graven en overtollig water af te voeren. Op zich kon elke afzonderlijke boer zijn eigen perceel beheren, maar vaak waren er ook gezamenlijke afspraken nodig. Dat speelde bijvoorbeeld bij polders waar meerdere boeren afhankelijk waren van het beheer van één lozingspunt: wanneer zet je dat open en wanneer laat je het dicht? Die afspraken waren nog meer nodig als er samen een investering werd gedaan, bijvoorbeeld om een molen te bouwen om een polder droog te malen. De kosten moesten dan ook eerlijk verdeeld worden.

Vanaf de 13e eeuw worden daartoe waterschappen opgericht. Soms hadden die betrekking op hele kleine polders, zodat er uiteindelijk een lappendeken ontstond van grote en kleine waterschappen. In 1950 waren er ongeveer 2600 waterschappen. Dat is niet handig, omdat ook de gebieden elkaar onderling beïnvloedden. Omdat het waterbeheer steeds complexer werd, was het ook nodig om meer expertise op te bouwen. Dat lukt beter binnen wat grotere organisaties.

In 1980 waren er nog 260 waterschappen over en sinds 2018 zijn dat er 21. De noordkant van de Utrechtse Heuvelrug valt binnen het beheergebied van Waterschap Vallei en Veluwe, de zuidkant valt onder Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Het gebied rond Groenekan valt onder het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht.

Een waterschap is een overheid, vergelijkbaar met een gemeente, maar dan met een beperkt takenpakket. Het takenpakket is in de loop der eeuwen uitgebreid. De waterschappen zorgen in de eerste plaats voor de juiste waterstanden. Nederland kent duizenden gemalen en tienduizenden stuwen om de waterstanden en -hoeveelheden te beïnvloeden. Daarbij gaat het niet alleen om het afvoeren van water, maar zeker de laatste jaren proberen waterschappen steeds meer water vast te houden, zodat we het in tijden van droogte nog kunnen gebruiken. Zo ook op de Utrechtse Heuvelrug: waar mogelijk verondiepen we de waterbodem of houden water vast met extra stuwen.

Van oudsher zijn de waterschappen ook verantwoordelijk voor het onderhoud van dijken en waterkeringen voor zo ver die niet aan Rijkswaterstaat zijn toegewezen.

Vanaf 2005 is ook het beheer van de kwaliteit van het oppervlaktewater een taak van de waterschappen. Het afvalwater van Nederlandse huishoudens wordt via rioleringen naar Riool Water Zuiverings Installaties (RWZI's) gevoerd, en daar schoon gemaakt, voordat het weer naar het oppervlaktewater wordt afgevoerd.

In Nederland zijn honderden RWZI's in beheer bij de waterschappen.



De hydrologie van het Heuvelruggebied is een samenspel van neerslag, verdamping, grondwateraanvulling en -afvoer. Die balans bepaalt of het water beschikbaar is voor landbouw, natuur, drinkwater of om verdroging tegen te gaan. De mens heeft daar afgelopen eeuwen fors op ingegrepen. Het landschap is onherkenbaar veranderd.

In het volgende hoofdstuk kijken we wat dat nu heeft opgeleverd: hoe liggen de bodemlagen erbij, hoe zit het watersysteem nu in elkaar? Wie maakt er tegenwoordig gebruik van het grondwater, en hoe hangt dat met elkaar samen?

5

Het huidige watersysteem

Het watersysteem is een complex systeem. De verschillende onderdelen hangen nauw met elkaar samen: de bodemlagen, het oppervlaktewater, het grondwater én het gebruik van dat water. In dit hoofdstuk leggen we uit hoe al die puzzelstukjes er nu bij liggen en in elkaar grijpen.

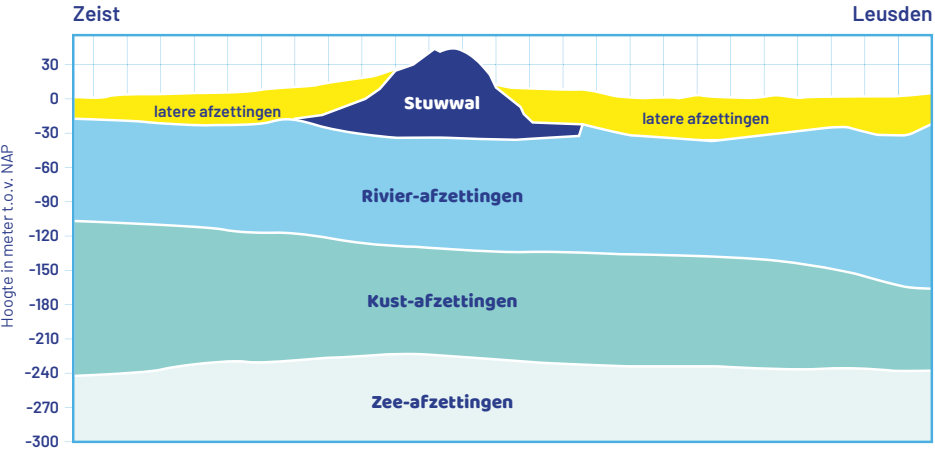
5.1 Bodemlagen

Om het grondwatersysteem te begrijpen, is kennis van de bodemopbouw onmisbaar. Het resultaat van geologische processen en beïnvloeding door de mens vinden we nu terug.

5.1.1 Diepe bodemlagen

De figuur hieronder laat zien op welke diepte welke bodemlagen als geologische eenheden worden onderscheiden. Het is een dwarsdoorsnede die vanaf Zeist-Zuid in oost-noord-oostelijke richting loopt, onder Leusden langs.

Helemaal onderaan, dieper dan 240 meter onder NAP, liggen zanden die afgezet zijn toen hier nog zee was. Het grondwater op die diepte is daarom nog zout.



Figuur 17. Schematische weergave van de diepe bodemlagen van de Utrechtse Heuvelrug.

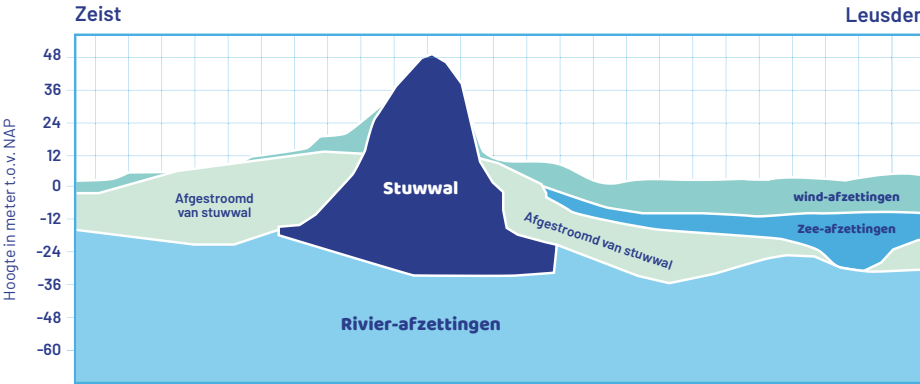
Tussen de 125 en 140 meter onder NAP liggen zand- en kleilagen die zijn afgezet in de buurt van de kust, ongeveer zoals we nu in het Waddengebied zien. Dan, tussen 15 en 125 meter onder NAP, liggen de bodemlagen die door de rivieren (Rijn, Maas) zijn afgezet in de periode voor de één na laatste ijstijd. Vervolgens kwam het landijs dat de stuwwal omhoog drukte.

5.1.2 Ondiepe bodemlagen

De stuwwal zoals die door het ijs gevormd is, is nog steeds duidelijk zichtbaar in het landschap. Maar ook onder de flanken vinden we sporen van deze geschiedenis: bodemmateriaal dat oorspronkelijk bij de stuwwal hoorde, is door smeltwater naar de zijkanten gespoeld.

Aan de kant van de Gelderse Vallei ligt een dikke laag materiaal dat is achtergelaten door ijs en smeltwater. Hierboven ligt in de Vallei zand en daarboven klei. Die klei is in de warme tussenperiode (Eemien) afgezet, toen het zeewater via het gletsjerdal de Gelderse Vallei binnenstroomde. Ten zuiden van de Heuvelrug is de zee nooit meer teruggekomen. De windafzettingen uit de hierop volgende laatste ijstijd (Weichselien) zijn al gauw een paar meter dik, vooral in de Gelderse Vallei. Na die ijstijd werd het landschap plaatselijk afgedekt met rivierklei (ten zuiden van de Heuvelrug) en veen (in de Vallei). Inmiddels is veel van dat veen verdwenen.

De Utrechtse Heuvelrug bestaat vooral uit zand waar het grondwater makkelijk doorheen stroomt.

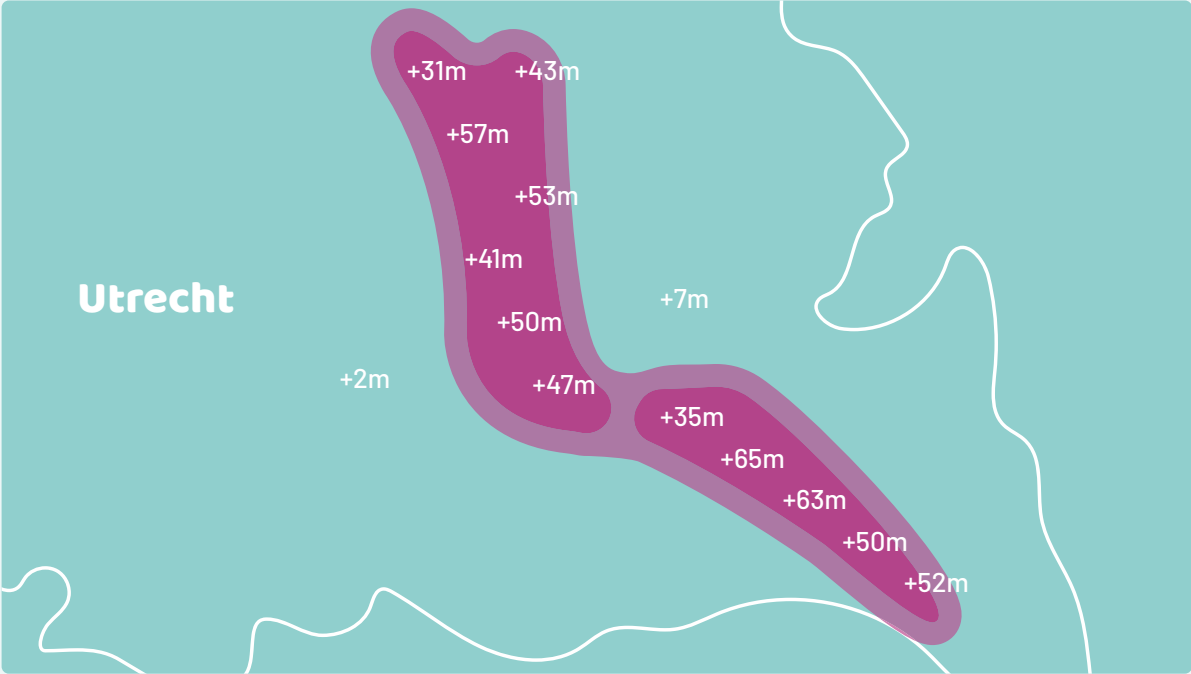


Figuur 18. Ondiepere bodemlagen onder de Utrechtse Heuvelrug.

5.2 Maaiveldhoogte

De hoogte van het landschap, het maaiveld, varieert flink op en rond de Utrechtse Heuvelrug. Dat zie je ook terug in het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). De Heuvelrug zelf is een langgerekt plateau met toppen die uitkomen op 40 tot 60 meter boven NAP. De hoogste top, ten noorden van Amerongen, reikt zelfs tot 65 meter. Langs de randen is het maaiveld een stuk lager. Zo ligt het maaiveld bij Rhenen op ongeveer 5 meter boven NAP, en bij Amersfoort en rond de Langbroekerwetering op slechts 2 à 3 meter.

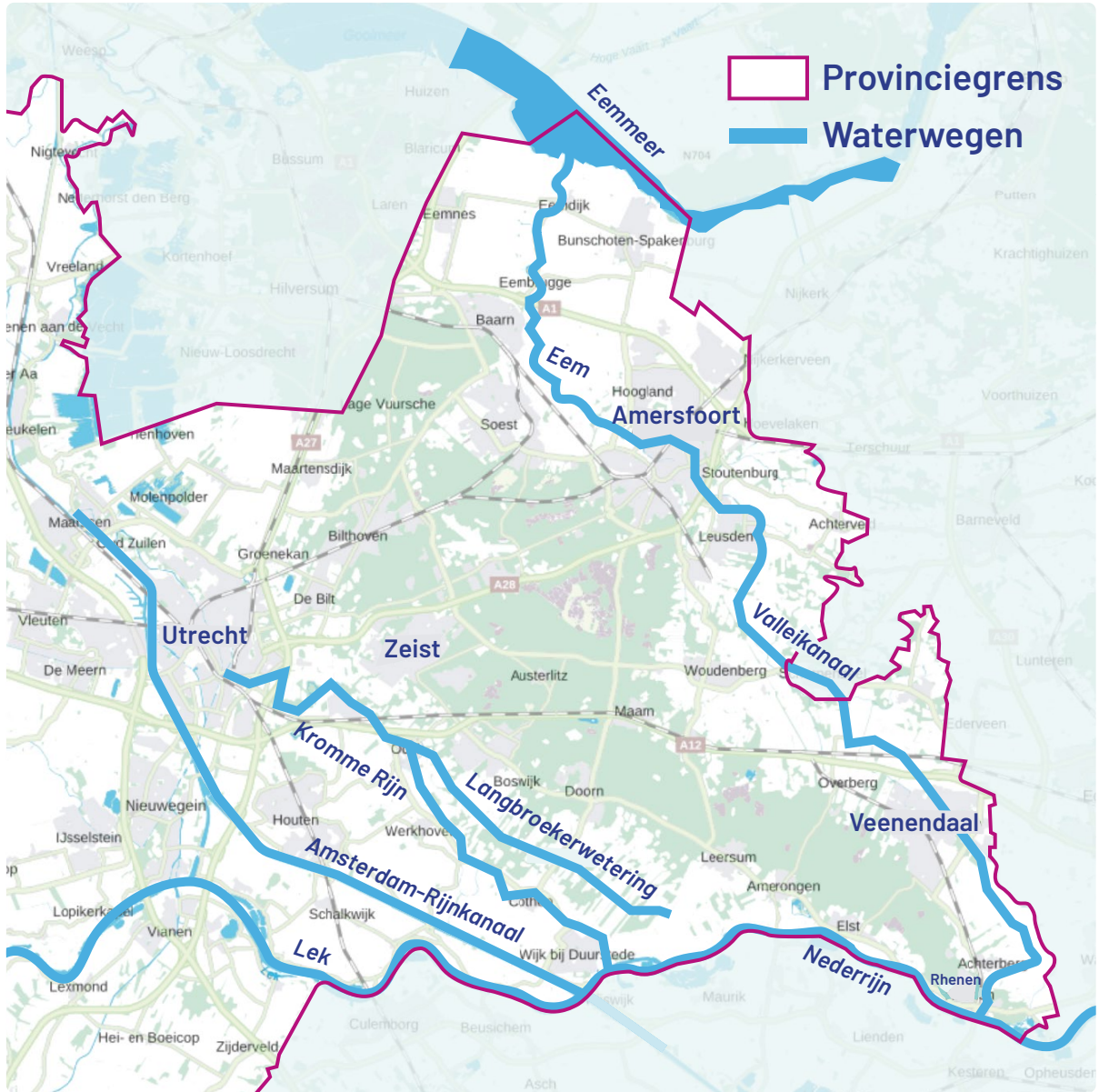
Doordat het plateau van de Heuvelrug lang gerekt is, is de flank (de omtrek van het plateau) ook lang gerekt. Hier treedt het grondwater naar buiten (kwel). Zeker in vergelijking met de Veluwe hebben de flanken een 'kort' voedingsgebied vanuit het plateau. Daardoor ontstaan er op de Heuvelrug geen beken zoals je die op de Veluwe wel ziet.



Figuur 19. Bewerking van de hoogtekaart AHN4 met hoogten van de toppen in meter boven NAP en een aantal punten rond de Heuvelrug.

5.3 Oppervlaktewater

Onder de Heuvelrug bolt het grondwater omhoog, zodat het naar het oppervlaktewater stroomt dat de Heuvelrug omgeeft. Vanuit de sloten gaat het naar de omliggende grotere waterlopen. Een aantal van die wateren zijn van nationaal belang. De waterpeilen worden gestuurd, bijvoorbeeld voor de scheepvaart of de waterveiligheid (Nederrijn, Amsterdam-Rijnkanaal, randmeren). Andere hebben een meer lokale functie, maar zijn sturend voor de hoofdlijnen van het systeem (Eem, Valleikanaal, Langbroekerwetering). De belangrijkste waterlopen komen hierna aan de orde.



Figuur 20. Ligging van de belangrijkste waterlopen rond de Utrechtse Heuvelrug.

5.3.1 Nederrijn

De Rijn komt Nederland binnen bij Lobith. De peilen daar worden vooral bepaald door de (wisselende) aanvoer vanuit Duitsland. In Nederland splitst de Rijn zich bij Millingen af in de Waal, die het grootste deel van het water afvoert. Het restant stroomt via het Pannerdens Kanaal noordwaarts naar de Nederrijn. Bij Westervoort is nog een aftakking naar de IJssel.

De peilen van de Rijn worden beheerst met drie stuwen: (1) ten zuiden van de Veluwe bij Driel, (2) ten zuidwesten van Amerongen en (3) verder benedenstrooms bij Hagestein. Zo wordt gezorgd dat er voldoende (zoet) water naar het IJsselmeer stroomt. De stuwen staan meestal dicht, alleen bij hoge afvoeren gaan ze open.

De stuw bij Amerongen bepaalt de waterstand bij de oostkant van de Heuvelrug. Hier schommelt de waterstand tussen 4,50 en 6,15 meter boven NAP, meestal rond de 6,00 meter. Benedenstrooms regelt de stuw bij Hagestein het peil. De bandbreedte voor normale standen ligt hier tussen 2,00 en 3,20 meter boven NAP, doorgaans ligt het rond 3,00 meter boven NAP.

5.3.2. Amsterdam-Rijnkanaal

Het Amsterdam-Rijnkanaal loopt vanaf Amsterdam naar de Waal en passeert daarbij de Nederrijn. Ten zuidwesten van Wijk bij Duurstede ligt de sluis die het Kanaal verbindt met de Nederrijn.

De sluis overbrugt het peilverschil van de Nederrijn (ca. 3 meter boven NAP) naar het vaste kanaalpeil van 0,40 meter boven NAP. Vanaf de sluis loopt het kanaal eerst naar het westen en buigt dan bij Nieuwegein noordwaarts af naar Amsterdam.

5.3.3 Eem en Eemmeer

In Amersfoort komen het Valleikanaal en meerdere beken vanuit de Gelderse Vallei bij elkaar. Ze stromen samen onder de naam Eem verder naar het Eemmeer, het randmeer tussen Utrecht en Flevoland. In de zomer varieert het peil van het Eemmeer tussen 0,10 en 0,30 meter onder NAP; in de winter zakt het tot gemiddeld 0,40 meter onder NAP. Wind speelt ook een rol: bij noordwestenwind wordt het water opgestuwd richting de Eem, terwijl zuidenwind het peil juist laat zakken. Tussen Amersfoort en het Eemmeer zijn geen sluizen, er is een open verbinding. De waterstanden in de Eem zijn ongeveer gelijk of iets hoger dan in het Eemmeer.

5.3.4 Valleikanaal

Het Valleikanaal begint net ten oosten van Rhenen bij een inlaatpunt van Rijnwater. Er stroomt daar meestal 1 à 2 m³ water per seconde in. Bovenstrooms van het inlaatpunt geldt de waterstand van de Rijn (doorgaans 6 meter boven NAP). Het waterpeil wordt door stuwen in zeven stappen geleidelijk verlaagd tot het peil van het Eemmeer (0,40 meter onder NAP).



5.3.5 Langbroekerwetering

Aan de zuidflank van de Heuvelrug is in de late Middeleeuwen de Langbroekerwetering gegraven, van oost naar west. Deze is cruciaal voor de afvoer van het kwelwater vanaf de Heuvelrug. Ten oosten van Amerongen is zo'n afvoer niet nodig, omdat het kwelwater direct via de Rijn wordt afgevoerd.

Ten westen van Amerongen is de afstand tussen de Heuvelrug en de Rijn meerdere kilometers. Aan de oostkant, ter hoogte van Overlangbroek, sluit de Langbroekerwetering aan op de Amerongerwetering die vanuit Leersum naar de Kromme Rijn bij Wijk bij Duurstede loopt.

Het waterpeil is daar ongeveer 3 meter boven NAP. Vanaf de flanken wordt, via van noordoost naar zuidwest lopende sloten, (kwel) water aangevoerd vanaf de Heuvelrug naar de Langbroekerwetering. Die wordt hierdoor in noordwestelijke richting steeds breder. Bij Odijk mondt de wetering uit in de Kromme Rijn. Daar is het peil in stapjes verlaagd naar 1,50 meter boven NAP.

5.3.6 Kromme Rijn

De Kromme Rijn was in de eeuwen voor onze jaartelling de belangrijkste aftakking van de Rijn. Geleidelijk werd de Lek steeds belangrijker. In het jaar 1122 is de Kromme Rijn helemaal afgedamd en stroomde er geen water meer doorheen. In de eeuwen erna bleek het toch handiger als er wel water stroomde en is bij Wijk bij Duurstede een waterinlaat aangelegd. Zo werd er scheepvaart mogelijk, en ook werd de Kromme Rijn onderdeel van de Hollandse Waterlinie. Inmiddels is er geen schaaapvaart meer mogelijk en heeft de Kromme Rijn vooral een ecologische functie.

Na de inlaat bij Wijk bij Duurstede loopt de Kromme Rijn westwaarts. Het waterpeil ligt hier doorgaans rond 2,50 meter boven NAP. Nog bij Wijk bij Duurstede wordt er water vanaf de Heuvelrug via de Amerongerwetering aangevoerd. Bij Odijk stroomt ook het water van de Langbroekerwetering in de Kromme Rijn. Het waterpeil bedraagt op dat punt circa 0,90 meter boven NAP. Dan stroomt de Kromme Rijn verder langs Bunnik naar Utrecht, waar hij in de stadsgrachten uitmondt.



5.4 Grondwater

5.4.1 Grondwaterstanden

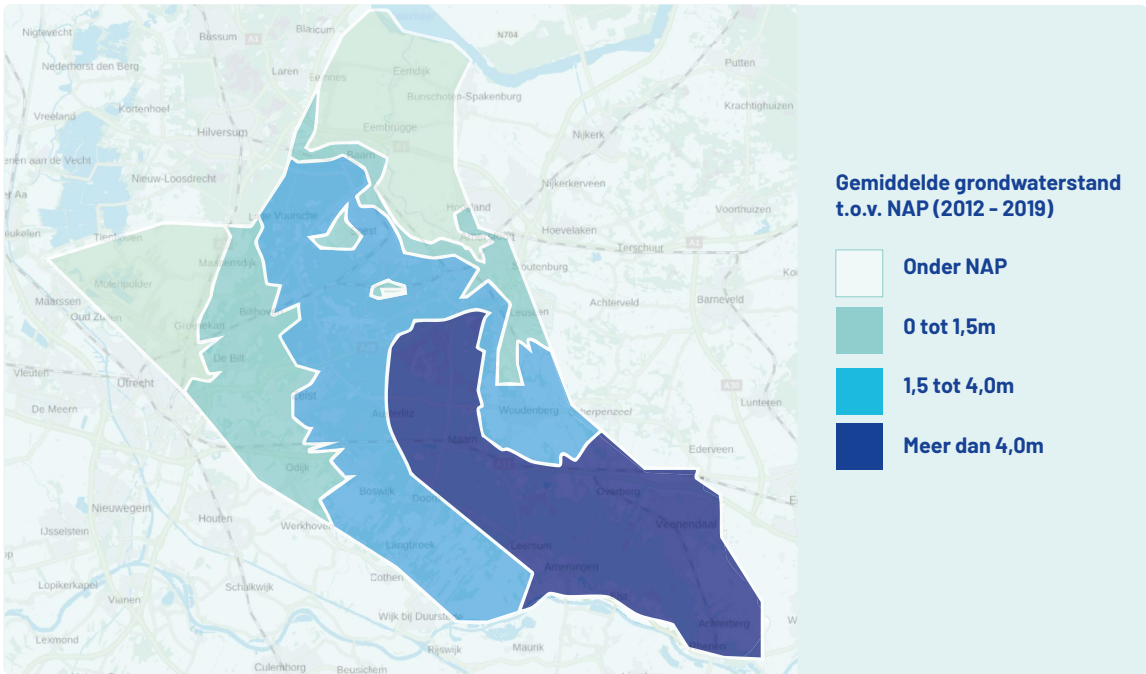
De hoogte van het grondwater hangt af van verschillende factoren: neerslag, verdamping, de bodemopbouw, hoogteverschillen in het landschap en de waterstanden in sloten en rivieren. Waar het de ruimte krijgt, bolt het grondwater op, en ontstaat een stroming naar de flanken. De kaart hiernaast toont de (berekende) gemiddelde grondwaterstand over de periode 2006 – 2017.

De hoogste grondwaterstanden (7 meter boven NAP) vinden we in het oostelijk deel bij Rhenen. Van zuidoost naar noordwest daalt het maaiveld geleidelijk, en het grondwater volgt die lijn. Als we haaks daarop het verloop van zuidwest naar noordoost bekijken, zien we dat onder de Heuvelrug het grondwater opbolt. Het stroomt naar de zuidflank (bij Langbroek) en de noordflank (Gelderse Vallei bij Leusden en Woudenberg).

Die opbolling is niet heel groot doordat de bodem goed doorlaatbaar is. Zelfs een opbolling van een paar meter zorgt al voor afstroming van het grondwater naar de flanken. We hebben gezien dat het maaiveld tientallen meters boven NAP ligt. Met grondwaterstanden van een paar meter boven NAP, zit het grondwater onder de Heuvelrug vaak tientallen meters onder de oppervlakte.

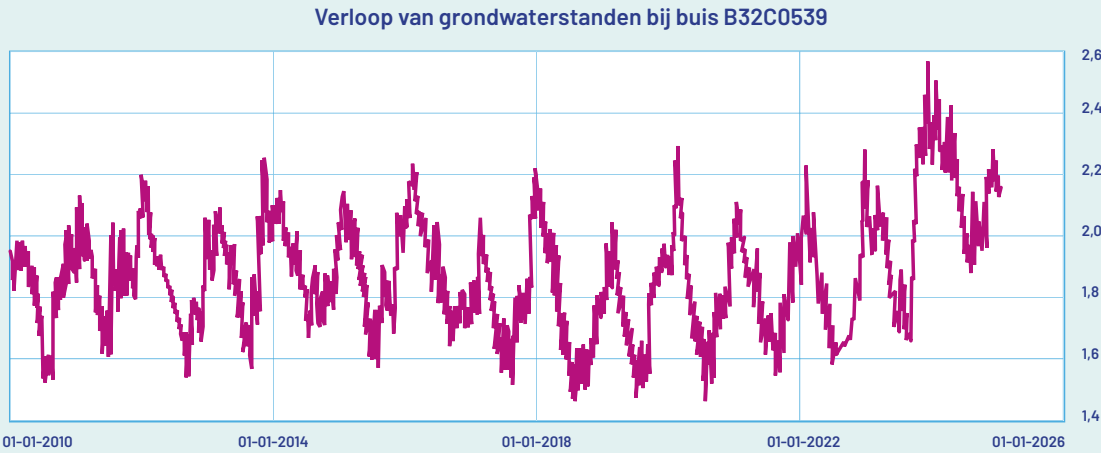
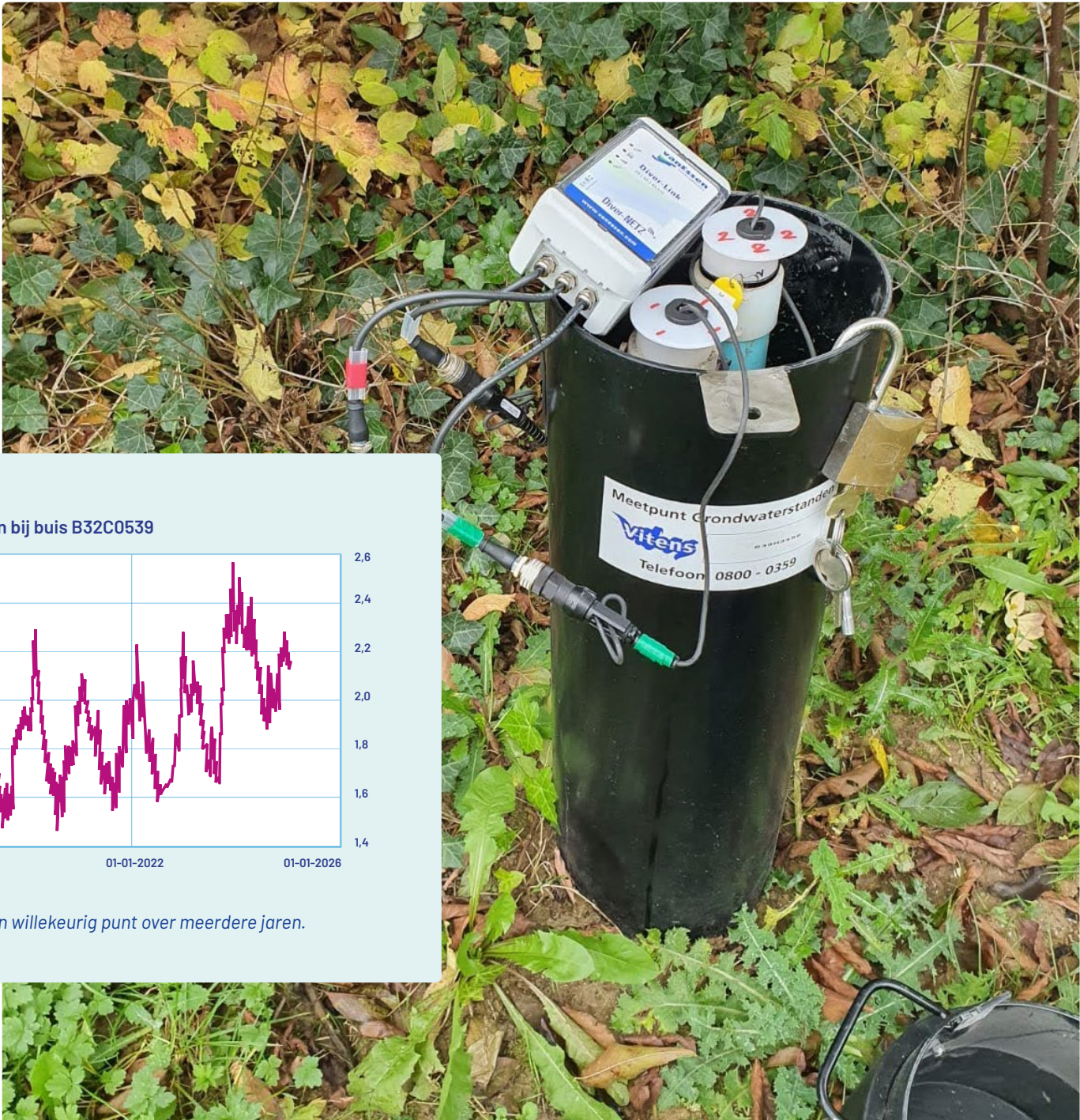
Grondwater wordt gevoed door regenwater. Maar het regent niet elke dag, en sommige jaren zijn natter dan andere.

Gemiddeld valt er zo'n 850 mm neerslag per jaar, maar in het droge 2018 was dat slechts 637 mm, terwijl 2023 extreem nat was met 1160 mm. In de herfst valt wat meer neerslag dan in het voorjaar.



Figuur 21. Grondwaterstanden in meter ten opzichte van NAP.

Een deel van de neerslag stroomt weg over de grond of via het riool, een ander deel verdampt. In de winter groeien de planten amper en hebben de bomen geen bladeren, waardoor deze vorm van verdamping zo goed als wegvalt. In de zomer is de verdamping juist hoog, waardoor er minder regenwater de bodem inzakt. Het grondwater reageert hierop. In de winter stijgen de grondwaterstanden, in de zomer zakken ze weer wat weg.



Figuur 22. Het verloop van een grondwaterstand op een willekeurig punt over meerdere jaren.

5.5 Grondwatergebruik

5.5.1 Drinkwater

Vitens onderhoudt veertien winvelden in het gebied van de Utrechtse Heuvelrug. Deze hebben de laatste jaren samen ongeveer 46 miljoen m³/jaar aan drinkwater geproduceerd.

5.5.2 Industrie

Binnen het gebied van de Blauwe Agenda wordt grondwater onttrokken voor de drinkwatervoorziening, maar ook door bedrijven. Vroeger, toen we grondwater nog niet als schaars zagen, werden er weinig eisen gesteld bij het verlenen van vergunningen. Rond 1990 onttrok de industrie in de provincie Utrecht nog meer dan 14 miljoen m³/jaar aan grondwater. Inmiddels is het beleid veranderd. Voor laagwaardige toepassingen, zoals koelwater, wil de provincie liever geen grondwater meer gebruiken. Er wordt actief ingezet op waterbesparing. In 2023 waren er in het Heuvelrug-gebied nog vier grotere onttrekkingen (met een vergunning van meer dan 150.000 m³/jaar) waar in totaal 1,73 miljoen m³/jaar werd onttrokken. Dat ging om frisdrankproductie (en dus voor menselijke consumptie), proceswater en onttrekking voor peilbeheer.



Figuur 23. De veertien drinkwaterwinningen in het beschouwde gebied.

5.5.3 Landbouw

Om een perceel te kunnen gebruiken voor landbouw, wilde de mens wilde de grondwaterstanden beïnvloeden. De afgelopen millennia betekende dat voornamelijk: water afvoeren, om te natte percelen droger te maken. Door sloten aan te leggen werd het grondwater geremd in de stijging en het land begaanbaar. Maar de landbouw heeft óók water nodig, zeker in droge zomers, als gewassen dreigen te verdorren. Boeren kunnen dan gaan beregenen.

Soms gebeurt dat met slootwater, maar ook wel gebruiken ze een eigen grondwaterput. Als veel boeren tegelijk oppompen, kan dat het grondwaterpeil flink laten dalen. Om waterverspilling tegen te gaan, zijn er ook bevoeiingssystemen die het water meer gericht naar de planten leiden. Boerderijdieren vragen ook om drinkwater en dat kan aardig oplopen. Een melkkoe vraagt grofweg 4 keer de melkproductie aan drinkwater met een minimum van 40 liter per dag.

Bodemvocht en verdamping

Na een fikse regenbui voelt de grond vochtig aan. Er zit nog wel water in de ruimtes tussen de bodemdeeltjes, maar ook lucht. Langzaam zakt dit water weg naar het grondwater. Maar ook planten kunnen dit vocht nog gebruiken. Planten of bomen nemen het vocht op via de wortels en via de bladeren verdampt het weer. Bomen hebben doorgaans diepere wortels dan planten. Ze nemen daardoor meer vocht op en verdampen dus ook meer. Omdat naaldbomen ook in de winter nog naalden hebben, verdampen die meer dan loofbomen.

5.5.4 Natuur

Natuur doet zich voor in verschillende verschijningsvormen. Op de hoge delen van de heuvelrug zit het grondwater diep onder de oppervlakte. Regenwater dat niet verdampt, zakt weg tot onder het niveau van de wortels en is daarna niet meer bereikbaar voor planten en bomen. Er is dan geen relatie tussen het grondwater en de natuur.

Als de wortels tot dicht boven het grondwater reiken, kunnen ze ook in droge perioden voldoende vocht opnemen. Als het grondwater (zoals op de Heuvelrug) ver onder de oppervlakte staat, moeten de planten en bomen het doen met de voorraad bodemvocht. Als het op is, kan dat niet van onderaf aangevuld worden. De vegetatie is daar droogtegevoelig. Als het weken niet regent, verkleuren de gewassen en laten bomen versneld hun bladeren vallen.

In kwelgebieden, waar het water op de flanken uit de bodem treedt, blijkt het water heel schoon.

Het kan heel oud water zijn dat al eeuwen onderweg is en grondwater is geworden toen er nog geen verontreinigingen waren. Bovendien is nitraat en sulfaat door de bodem verwijderd en het zuur gebufferd. Op deze plaatsen kunnen alleen planten groeien die met heel weinig nutriënten toe kunnen. Zeker als dit schone grondwater tot in de wortelzone van de vegetatie komt, zijn deze gebieden vaak pareltjes van waardevolle vegetatie.

Onderaan de heuvel, in de vlakke rivier- en poldergebieden, is de situatie anders. Als het water daar stagneert kan er veen ontstaan, vaak in een zurig milieu. Als de gebieden goed ontwaterd zijn, is er volop landbouw. Voedselrijke omstandigheden bieden de natuur vaak weinig ruimte om zich te ontwikkelen.

Met wetten en regels wordt de natuur beschermd. Ook zijn er specifieke gebieden aangewezen. Natura-2000 is een netwerk van beschermde natuurgebieden in de Europese Unie. Elk Natura 2000-gebied heeft vastgelegde doelen voor natuurbehoud.

Binnen het Heuvelruggebied gaat het om drie gebieden (zie hieronder). Daarnaast zijn er gebieden onderdeel van het Natuur Netwerk Nederland. Hier geldt een planologische bescherming: met bestemmingplannen en omgevingsvisies worden de natuurwaarden beschermd.

Rijntakken

Het Natura-2000-gebied Rijntakken betreft ruim 23.000 hectare langs de Rijn, Waal, Nederrijn en IJssel. In het Heuvelrug-gebied gaat het om de buitendijkse gronden vanaf het Valleikanaal via Amerongen tot aan Wijk bij Duurstede. De rivier vormt een dynamisch systeem, een samenspel tussen natuurlijke processen en menselijk ingrijpen. De uiterwaarden bestaan uit graslanden, afgewisseld met akkers, meidoornhagen, knotwilgen, bosjes, moerasgebiedjes, ontgrondingsgaten en geïsoleerde oude riviertakken. Karakteristiek voor dit gebied is de overgang van het rivierenlandschap naar de hogere gronden.



Binnenveld

Het Natura-2000-gebied Binnenveld bestaat uit twee percelen van in totaal 111 hectare en ligt in het zuidelijk deel van de Gelderse vallei, ten oosten van Veenendaal. Het is een blauwgraslandreservaat, gevoed door kwelwater vanaf de Veluwe. Het terrein heeft een venige bodem met plaatselijk zandopduikingen. Juist op deze zandopduikingen wordt blauwgrasland aangetroffen.

Kolland en Overlangbroek

Het Natura-2000-gebied Kolland en Overlangbroek bestaat uit vier percelen van twee landgoederen in het stroomgebied van de Kromme Rijn tussen Wijk bij Duurstede en de Utrechtse Heuvelrug.

Het gebied is onderdeel van een kleinschalig cultuurlandschap met actief beheerde essenhakhoutbosjes. Een deel van de hakhoutbossen van Kolland en Overlangbroek is al meer dan 150 jaar oud. Hier is eeuwenlang hetzelfde beheer gevoerd, waardoor een stabiel, voedselrijk bosmilieu is ontstaan. Dit essenhakhout op voedselrijke kleigronden in het rivierengebied is een uitermate zeldzaam bostype in Europa. Er is een grote variatie aan paddenstoelen, epifytische mossen en korstmossen. Het gebied staat sterk onder druk, onder meer vanwege de essentaksterfte: een ongeneeslijke schimmelziekte waar de essen dood aan kunnen gaan.

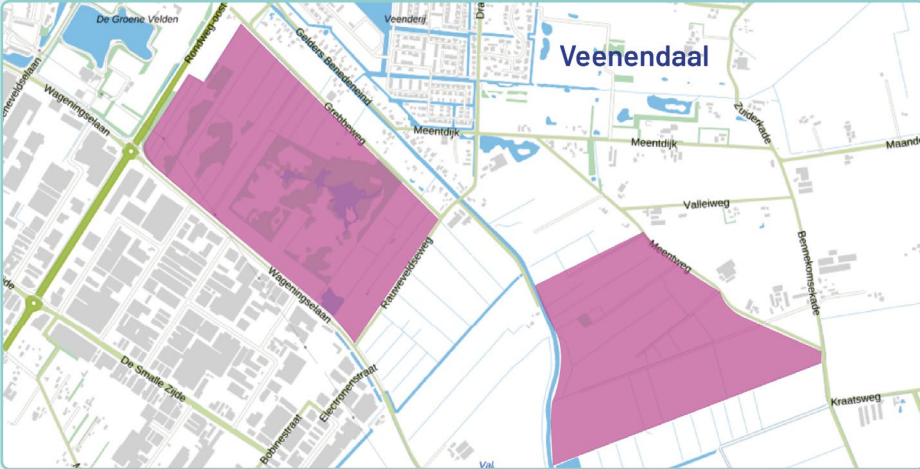


Natuur Netwerk Nederland

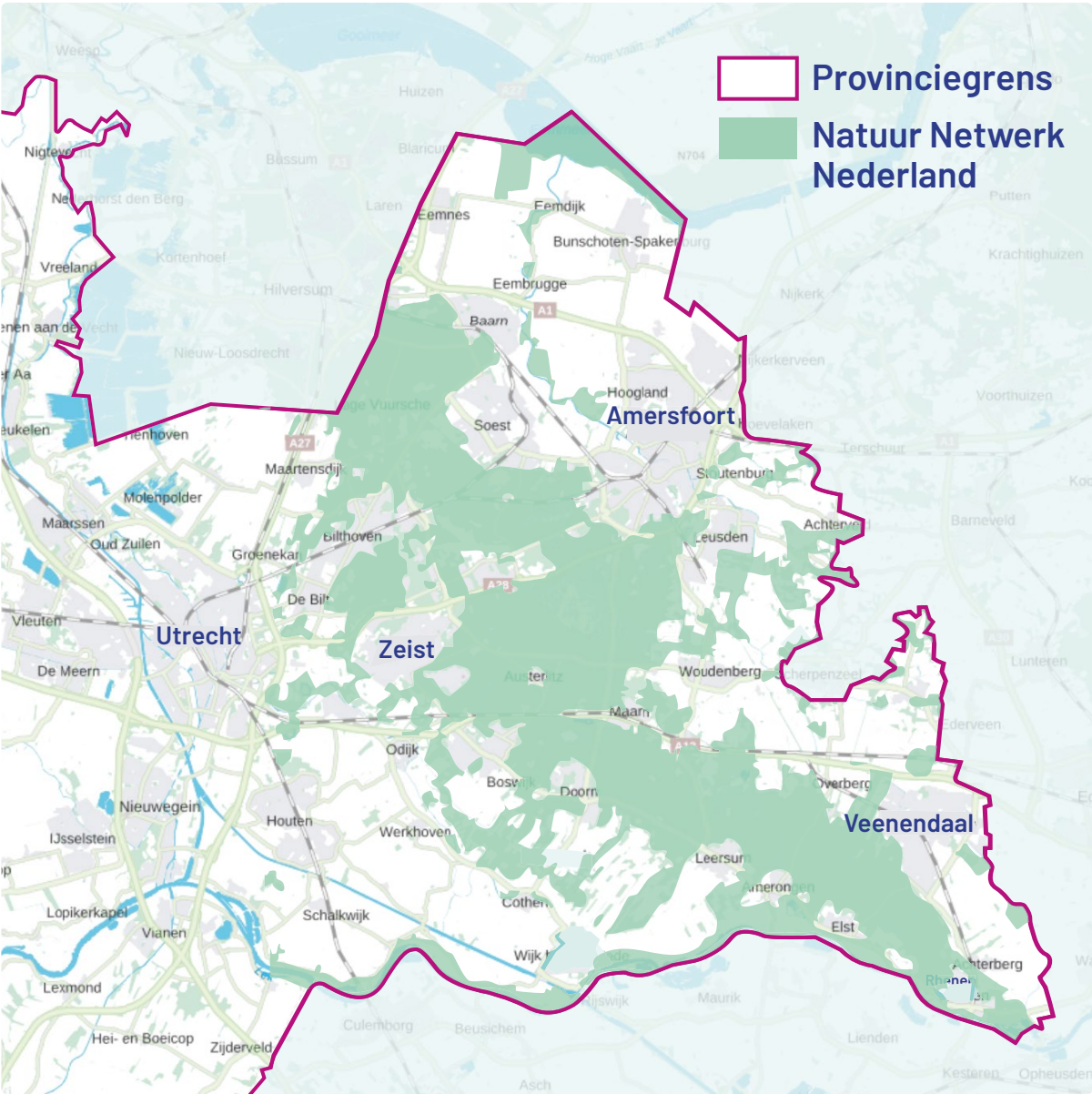
Het overgrote deel van de Heuvelrug en het Blauwe Agenda gebied vallen onder het Natuur Netwerk Nederland. Plannen die impact hebben op deze gebieden, moeten altijd vooraf getoetst worden. De gemeente kijkt dan of het plan of de vergunning het NNN aantast. Soms tasten plannen het NNN wél aan, maar mogen ze toch doorgaan. De gemeente moet dan in de NNN-toets goed uitleggen waarom er een uitzondering wordt gemaakt. Ook moet de gemeente aangeven hoe ze de schade aan de natuur zo klein mogelijk houdt en/of compenseert.



Figuur 24. Ligging van Natura 2000 gebied Kolland en Overlangbroek.



Figuur 25. Ligging van Natura 2000 gebied Binnenveld.

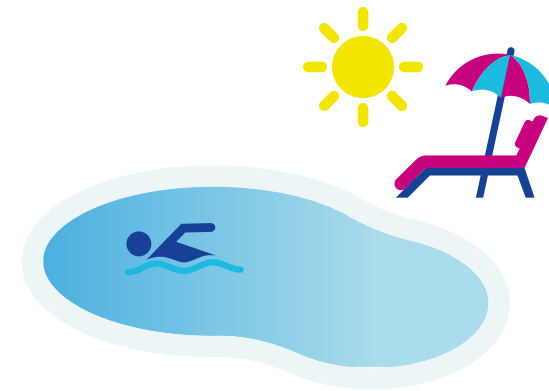


Figuur 26. Ligging van de gebieden die vallen onder het Natuur Netwerk Nederland.

5.5.5 Recreatie

Op en vooral rond de Utrechtse Heuvelrug wonen veel mensen, die er niet alleen wonen en werken, maar er ook behoefte aan hebben om zich te ontspannen. Daarvoor zijn vele vormen denkbaar. De Utrechtse Heuvelrug biedt volop mogelijkheden om 'buiten' te zijn: buiten de stad, door bos of heide, op de fiets of lopend. Hiervoor zijn dan ook volop voorzieningen aangelegd, vooral in de vorm van fiets- en wandelpaden. Mensen van buiten het gebied kunnen overnachten in één van de vele vakantieparken, hotels of op een camping. Vanwege de hoge ligging is er amper zwemwater in het gebied: alleen het Henschotermeer bij Woudenberg is een erkende zwemlocatie.

Behalve dat recreatie voor de mens tot doel heeft om tot rust te komen, moeten we oppassen dat recreanten de natuur in het gebied niet verstoren. Daarom zijn er ook gebieden waar de natuur voorrang krijgt en die daarom niet voor mensen toegankelijk zijn. De beheerders van de terreinen (in Utrecht hebben we vooral te maken met Stichting Utrechts Landschap, Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer) zoeken hier continu naar een balans.



5.5.6 Energie

In het Nederlands klimaat willen we in de winter onze huizen verwarmen en 's zomers koelen. Het is dan handig om het warmte-overschot van de zomer vast te houden om het in de winter weer in te zetten. Sinds het begin van deze eeuw passen we op veel plaatsen Koude Warmte Opslag (KWO) toe in de ondergrond. Daar zijn twee manieren voor: gesloten systemen of open systemen.

Bij gesloten systemen loopt een lange slang als lus door de bodem. Door die slang loopt water of een andere vloeistof. In de zomer wordt die vloeistof opgewarmd door de warmte in het gebouw. Terwijl het door die lus in de bodem stroomt, geeft het warmte af aan de bodem. De bodem en het grondwater worden zo opgewarmd, maar er wordt geen grondwater verpompt. In de winter geven de opgewarmde bodem en grondwater deze warmte weer af aan de vloeistof in de lus. In het gebouw wordt deze warmte weer 'teruggegeven'.

Bij een open systeem wordt er wel grondwater opgepompt. In de zomer wordt het gebruikt voor koeling, waardoor het water opwarmt. Op enige afstand van de winput wordt het opgewarmde water weer in de grond teruggebracht. De netto onttrekking is dus nul. In de bodem ontstaat er een warme grondwaterbel. In de winter wordt de stromingsrichting van het systeem omgedraaid en verwarmt het warme grondwater het gebouw.

Het afgekoelde water wordt via de zomerwinput weer in de bodem teruggebracht, waardoor er hier een koude grondwaterbel ontstaat. Als dit koude water de volgende zomer weer opgepompt wordt, werkt de koeling alleen maar beter. Om twee redenen is de combinatie van energiesystemen en drinkwater minder gelukkig:

- 1 Een KWO-systeem doorboort bodemlagen. Ook slecht doorlatende kleilagen, waardoor verontreinigingen makkelijker naar de diepe zandpakketten kunnen lekken. Er is voorgeschreven dat de gaten goed afgedicht moeten worden, maar in de praktijk lukt dat niet altijd even goed.
- 2 Bij een open systeem wordt grondwater opgepompt. Over de hele lengte van het onttrekkingsfilter stroomt het toe en in de installatie wordt het gemengd. Als het bovenste water verontreinigd is, wordt dit over de hele lengte van het infiltratiefilter weer in de bodem gebracht. Verontreinigingen vanuit boven in het zandpakket, worden zo verspreid en komen tot op de diepte van de winfilters van de drinkwaterbedrijven.

De Utrechtse Heuvelrug kent meer dan honderd open KWO-systemen, met name in de bebouwde gebieden. Ook zijn er honderden gesloten KWO-systemen.

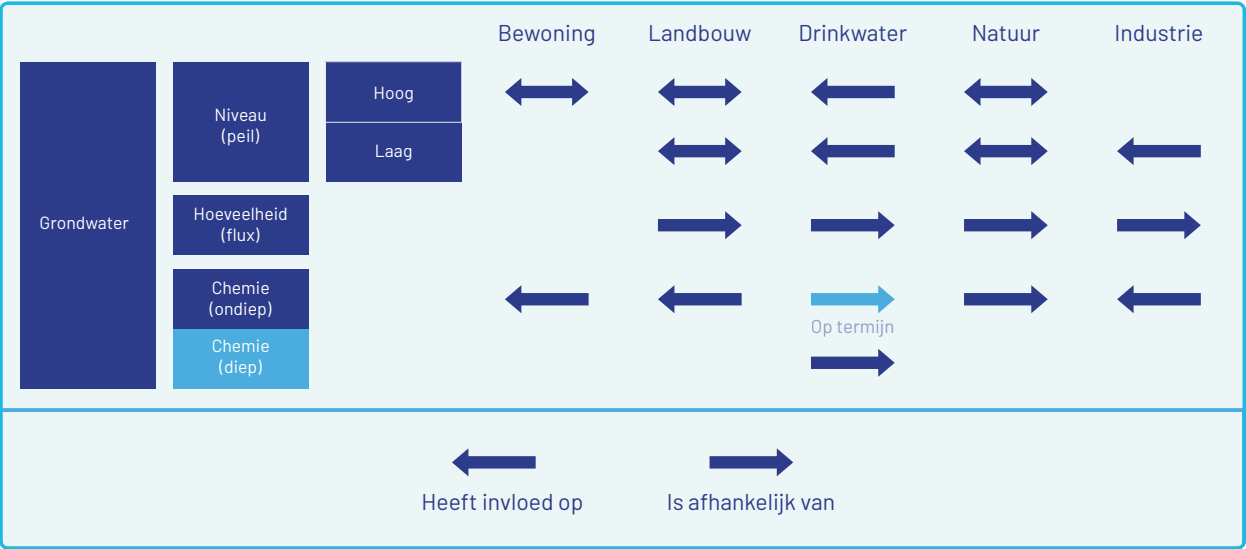




5.6 Interacties

Er zijn veel verschillende gebruikers van het grondwater: drinkwaterbedrijven, boeren, natuurbeheerders, industrie. Maar hoe verschillend hun belangen ook zijn, het grondwatersysteem blijft één geheel. Alles hangt met alles samen. De basis van het systeem wordt gevormd door de bodem, de neerslag en het oppervlaktewater. De mens heeft daar allerlei aanpassingen op gedaan: sloten gegraven, water gewonnen, landbouwgrond ontwaterd. En al die ingrepen hebben gevolgen. Een aanpassing van de één kan effecten hebben voor de ander. Als een boer het peil in zijn sloten verlaagt, krijgt ook de buurman lagere standen. Als ergens grondwater wordt opgepompt, stroomt er minder water naar natuurgebieden.

Als een industrie het grondwater verontreinigt, kan het niet meer als drinkwater worden gebruikt. Bij grondwater zijn de standen van belang: het moet niet te hoog staan, om bewoning en landbouw mogelijk te maken. Als het wel te hoog komt, grijpen we in met sloten, drainage of pompen. Voor landbouw en natuur kunnen te lage grondwaterstanden op den duur tot problemen leiden. Door grondwater op te pompen verandert de grondwaterstand. Voor de één is dit positief, voor de ander is dit negatief. Als een drinkwaterwinning lange tijd ergens is gevestigd, raken mensen eraan gewend en bouwen ze huizen, vertrouwend op die verlaagde grondwaterstanden. Als de winning stopt, kunnen er juist problemen met wateroverlast ontstaan.



Figuur 27. Interacties tussen landgebruik en grondwater.

Om voor landbouw, drinkwater, natuur of industrie grondwater te kunnen gebruiken, moet het beschikbaar zijn. En schoon. De geschiedenis kent vele voorbeelden van mensen die niet goed voor het grondwater zorgden, met verontreiniging tot gevolg. Voorbeelden te over: industriële stoffen, een overdaad aan meststoffen, bestrijdingsmiddelen of geneesmiddelen of ziekteverwekkende bacteriën en virussen. Het water moet dan flink gezuiverd worden of raakt zelfs ongeschikt voor gebruik.

Soms hebben ingrepen onverwachte positieve gevolgen. Het poldergebied bij Groenekan is een door de mens geregisseerd watersysteem, waar toch natuurwaarden tot ontwikkeling komen.



De samenhang binnen het systeem dwingt ons om zorgvuldig met het waterbeheer om te gaan.

Dat wist men al vroeg in de geschiedenis. Het werkwoord ‘polderen’ vindt niet voor niets zijn oorsprong in het waterbeheer. Als er meerdere belangen spelen, moeten we daar met elkaar afspraken over maken. Het liefst willen we zo veel mogelijk meewerken met het watersysteem. ‘Water en bodem sturend’, heet dat. Kunstmatige oplossingen met pompen en gemalen passen daar minder goed in, maar zijn gezien de huidige inrichting van het gebied onvermijdelijk.



Het watersysteem op en rond de Utrechtse Heuvelrug is een complex maar samenhangend geheel. Bodemlagen, grondwater, oppervlaktewater en hoogteverschillen werken voortdurend op elkaar in. De ligging van de stuwwal, de doorlatendheid van de bodem, en de sturing van waterpeilen bepalen samen hoe het water stroomt en waar het beschikbaar is, of juist niet. Bij het gebruik van grondwater moeten we met die samenhang rekening houden.

Nu we weten hoe het systeem in elkaar zit, kijken we in het volgende hoofdstuk naar een belangrijke ingreep in dat systeem: het winnen van grondwater. Hoe halen we drinkwater uit de bodem, en wat betekent dat voor de balans in het systeem?

Winning van grondwater

Dit hoofdstuk laat zien hoe drinkwater uit de bodem wordt gehaald. We beschrijven hoe een pompput werkt, wat de gevolgen zijn van het onttrekken van grondwater en hoe we zorgen dat het systeem niet uit balans raakt.

6.1 Meerdere methoden

Op sommige plekken kwelt het grondwater spontaan uit de grond op. Dat zijn meestal kleine hoeveelheden, en in droge perioden kan de toestroom helemaal stil vallen. Om drinkwater te winnen is een gegarandeerde toestroom nodig. We kunnen het grondwater opzoeken door te graven. In de eerste jaren van de winning in Soestduinen werd het water uit een vijver gepompt die tot onder de grondwaterstanden was ingegraven. Door water uit de vijver te pompen, zakte het waterpeil en stroomde het grondwater uit de omgeving toe.

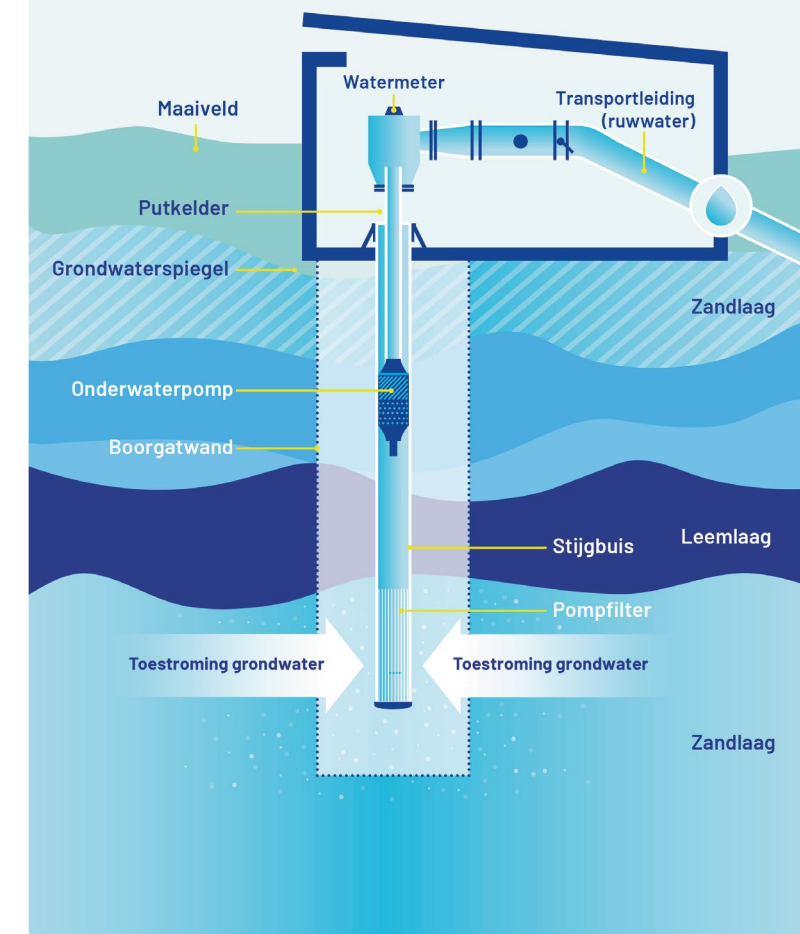
Als het grondwater dieper staat, is het vaak handiger een put te graven. Wereldwijd zien we voorbeelden van gegraven (drink)waterputten, die cruciaal zijn voor samenlevende groepen mensen (en hun vee). Met emmers wordt het water naar boven getakeld, of er wordt een (zuig)pomp in de put geplaatst. Voor hele diepe putten is graven niet handig, we gebruiken dan een boor-installatie.

6.2 Winning uit pompputten

Vrijwel alle Nederlandse grondwaterwinningen gebruiken tegenwoordig pompputten. Voor de aanleg van een drinkwaterput wordt er eerst een gat in de grond geboord, soms wel tot een paar honderd meter diep. Tijdens het boren houden we nauwkeurig bij welk bodemmateriaal (grind, zand, klei) we op welke diepte aantreffen. Voor een drinkwaterput zoeken we vooral bodemlagen met relatief grof, soms grindhoudend zand. Daaruit komt het water makkelijk toestromen. In het boorgat plaatsen we een buis.

Op de diepte waar we het water willen winnen, komt een stuk buis waar spleten in gezaagd zijn: het pompfilter. Die spleten moeten niet te krap zijn, want dan komt het water er maar moeizaam instromen. Maar ze mogen ook niet te ruim zijn, want dan komen de zandkorrels uit de bodem mee de put in. Als de hele pompput vol zand komt te zitten wordt hij onbruikbaar. In die buis hangen we een pomp die het water naar boven wegdukt. Die pomp kan ter hoogte van het filter hangen, maar dat hoeft niet. Zolang hij onder water blijft (dus ook als hij aan staat), is het goed.

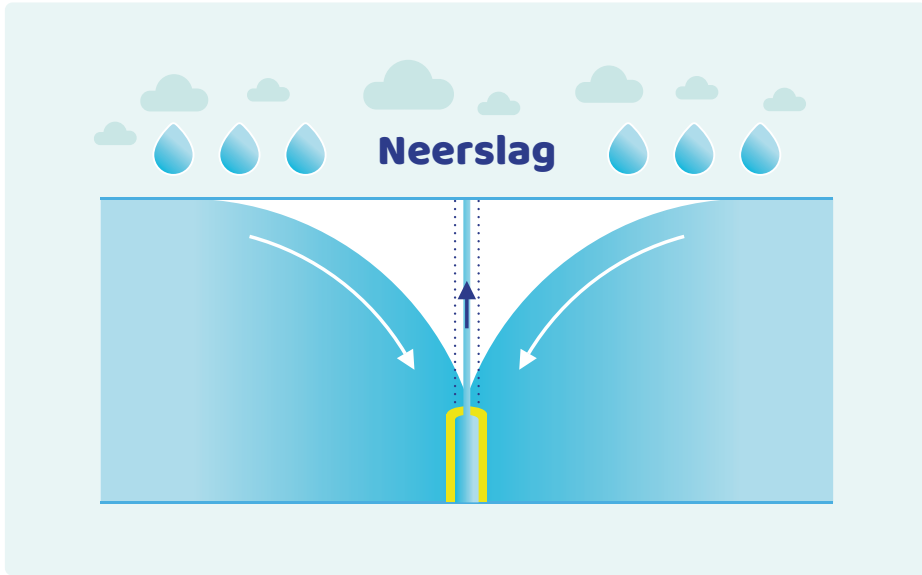
Doorsnede winput met bodemlagen



Figuur 28. Schematische weergave van een pompput voor de drinkwatervoorziening.

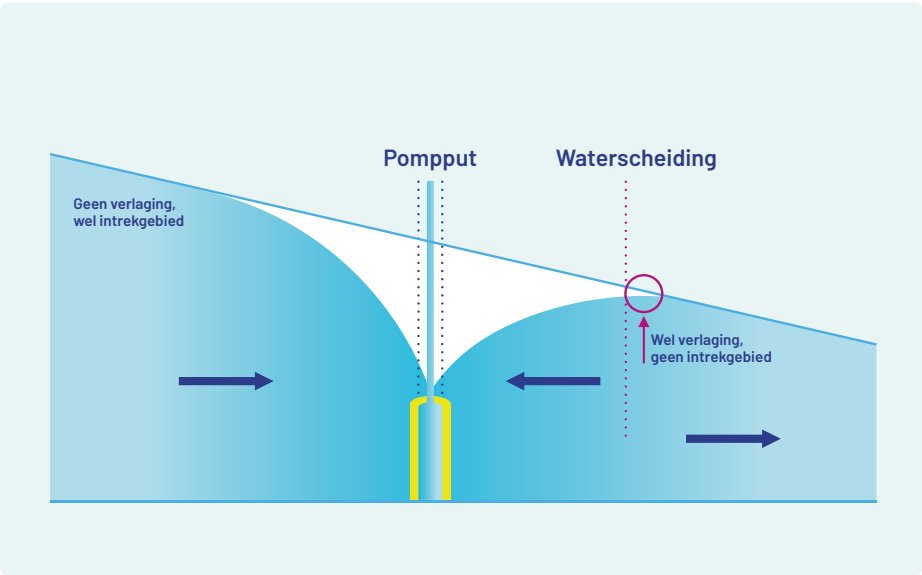
6.3 Effecten van onttrekken

Als de pomp aangaat, daalt de druk in de buis. Door die onderdruk stroomt er grondwater via het filter de buis in. Ook daalt de druk in het zandpakket: het grondwater daalt. Die daling is dicht bij de put het grootst en neemt de vorm van een kegel aan (de ‘afpompingskegel’). Hierdoor komt het grondwater ook van grotere afstand naar de pompput toestromen. In een vlak grondwatersysteem komt al het water binnen de afpompingskegel uiteindelijk in de pompput terecht.



Figuur 29. Verlaging van de grondwaterstand als de pompput aan staat.

In het Heuvelrugstelsysteem vertoont de natuurlijke grondwaterstand op veel plaatsen een helling. Als de pomp aangaat, komt er over dit hellende drukverloop een drukverlagingskegel heen. Vlak bij de pompput is de drukverlaging zo groot dat in de zone ‘benedenstrooms’ de stromingsrichting omkeert. Er komt dan ook van die kant water toestromen. Daardoor kan het zijn dat de grondwaterstand benedenstrooms daalt (invloedsgebied), maar het water niet in de winning terecht komt (intrekgebied). Bovenstrooms hoeft er geen sprake te zijn van een verlaging, maar het water van daar kan uiteindelijk toch in de winning terecht komen.



Figuur 30. Verlaging van de grondwaterstand in een hellend gebied.

6.4 Waterbalans

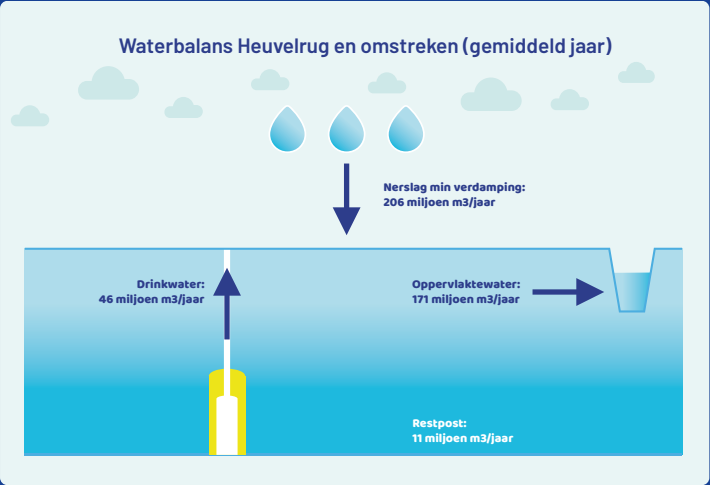
Waterstromen moeten altijd met elkaar in evenwicht zijn: de waterbalans. Op de Heuvelrug infiltreert regenwater naar het grondwater. Als dat continu zo door zou gaan, zou de Heuvelrug ooit volraken. Dat gebeurt niet omdat op lagere plaatsen het water weer wegstroomt, via beken, sloten, via diepe afstroming naar de Rijn of via de polders in het westen.

Als we grondwater gaan oppompen, verstoren we dat evenwicht een beetje. In eerste instantie zakt het grondwater, dan loopt het systeem een beetje leeg, maar na een tijdje ontstaat er een nieuwe balans. Op andere posten moet dan zijn bezuinigd. Er zijn grofweg twee manieren om de onttrekking te compenseren:

- 1 Als in de natuurlijke situatie het grondwater hoger staat dan het oppervlaktewater, stroomt er door lagere grondwaterstanden minder water weg naar het oppervlaktewater;
- 2 Als het grondwater lager staat dan de peilen van het oppervlaktewater, stroomt er meer water vanuit sloten, beken of rivieren naar het grondwater.

Voor de compensatie van een onttrekking is het dus belangrijk dat er sloten en beken in de buurt zijn. Ook plassen, meren en rivieren kunnen voor compensatie zorgen. Samen met de neerslag vormen ze de randvoorwaarden van het grondwatersysteem, waar waterhoeveelheden zich onder invloed van drukverschillen verplaatsen.

In het gebied van de Blauwe Agenda is met modelberekeningen berekend:



Figuur 31. Waterbalans in een gemiddeld jaar.



Figuur 32. Waterbalans in een droog jaar.

In een gemiddeld jaar (zoals 2015) stroomt er 206 miljoen m³/jaar regenwater naar het grondwater. Hiervan stroomt 171 miljoen m³ weg via het oppervlaktewater en wordt 46 miljoen m³ opgepompt voor drinkwater.

**Er is dus een restpost van 11 miljoen m³/jaar. Dat gaat om netto-stroming door de ondergrond, bergingsveranderingen en een modelafwijking.*

In een droog jaar (zoals 2018) is de grondwateraanvulling ongeveer de helft (106 miljoen m³). De vraag naar drinkwater is iets groter (49 miljoen m³) en de afvoer naar het oppervlaktewater is ook bijna gehalveerd (89 miljoen m³). Door de dalende grondwaterstanden in zo'n jaar neemt de grondwateraanvulling af met 29 miljoen m³.

6.5 Verschillen tussen grondwater winnen op het plateau, de flank en de voet van de Utrechtse Heuvelrug

6.5.1 Plateau

Onder het plateau bolt het grondwater onder invloed van het neerslagoverschot omhoog. Onder de Heuvelrug gaat het om een paar meter, terwijl de Heuvelrug zelf tientallen meters hoog is. Ondanks de opbolling blijft het grondwater ver onder de oppervlakte. In loofbossen is de grondwateraanvulling (neerslag min verdamping) gemiddeld zo’n 250 mm/jaar, ofwel 250 liter (0,25 m³) per vierkante meter.

Bij een nieuwe winning in het plateaugebied ontstaat er een verlagingskegel. Daardoor stroomt grondwater naar de onttrekking toe. Bij een onttrekking van 1 miljoen m³/jaar (een kleine drinkwaterwinning) stroomt van een gebied van 4 miljoen m² (400 hectare, ofwel 4 km²) het infiltrerende grondwater niet meer naar de flanken, maar naar de pompput. In een gebied met een vlakke grondwaterstand is dit in principe een cirkelvorm met een straal van iets meer dan een kilometer.



Figuur 33. Effect van een grondwateronttrekking op het plateau.

Voor een gebied zo groot als de Utrechtse Heuvelrug raakt zo’n cirkel van een kilometer het oppervlaktewater aan de randen nog niet. Ergens daartussenin vormt zich dus een waterscheiding: aan de ene kant stroomt het water naar de onttrekking, en aan de andere kant naar de flank.

De onttrekking moet ergens in het systeem gecompenseerd worden. Door de onttrekking gaat het niet harder regenen en bij heel diepe grondwaterstanden gaan de bomen ook niet minder verdampen. De grondwateraanvulling blijft dus net als voor de onttrekking 250 mm/jaar. De compensatie komt dus door de verminderde afstroming naar de flanken.

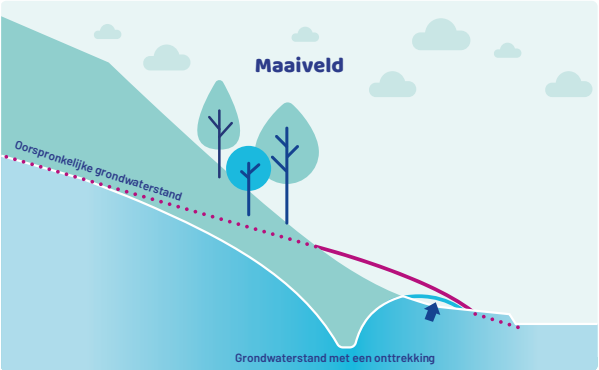
Omdat er door de winning minder water naar de flank stroomt, zijn er in het hele gebied tussen de waterscheiding en het oppervlaktewater aan de flank lagere grondwaterstanden. Het hoeft niet om een grote verlaging te gaan, maar kan wel een groot gebied treffen. Overigens heeft dat amper consequenties voor de natuur: omdat de rug zo hoog ligt, kunnen de planten en bomen met hun wortels toch al niet bij het grondwater.

De Heuvelrug heeft een heel omvangrijke flankzone. Omdat het effect over zo’n groot flankgebied wordt uitgesmeerd, wordt het effect ook sterk ‘verdund’. Op veel afzonderlijke punten verandert de kwelstroom heel weinig.

6.5.2 Flank

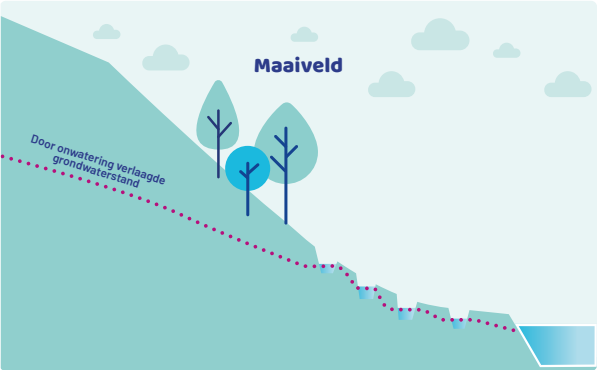
De flank is de zone waar, in de oorspronkelijke situatie, het opbollende grondwater de voet van de helling raakt (de rode lijn in de figuur). Dit zijn van oorsprong zompige gebieden. Als het grondwater hoger komt dan het maaiveld, treedt het uit de bodem. Als het water weg kan lopen, ontstaat er een beekje.

Met de zompige gebieden konden mensen in eerste instantie niet zo veel. Vanaf de middeleeuwen gingen mensen de watersituatie beïnvloeden. Door het graven van sloten werd het land begaanbaar, maar ook het kwelwater versneld afgevoerd. Tot ver in de vorige eeuw draaide het waterbeheer in deze gebieden om het bereiken van voldoende ‘drooglegging’.

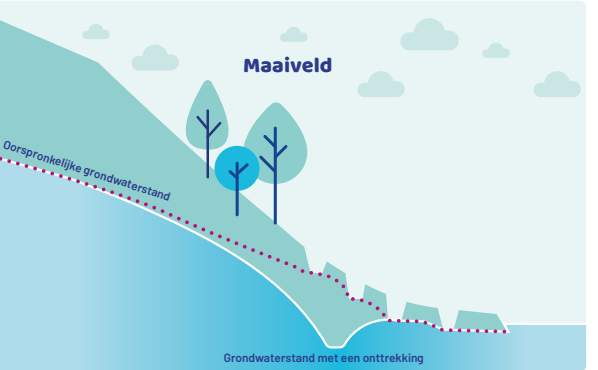


Figuur 34. Effect van een grondwaterwinning op de flank (oorspronkelijke situatie).

Als in de flank-omgeving met een slotenstelsel een onttrekking start, zorgt de verlagingskegel ervoor dat de bovenste sloten droogvallen. De kwelstroom stopt en in lager gelegen sloten wordt die kleiner. Die droogval en verminderde afvoer compenseert de onttrekking. Omdat die compensatie dicht bij de onttrekking zit, is het invloedsgebied veel kleiner dan bij een onttrekking op het plateau. Ook lokaal wordt de grondwaterstand op de percelen tussen de sloten verlaagd. Als dit te ver wegzakt, kunnen de gewassen last krijgen van droogte. Als een landbouwer lagere opbrengsten krijgt door een drinkwaterwinning, heeft hij recht op schadecompensatie. Dit proces is omkeerbaar: als een winning stopt, stijgen de grondwaterstanden weer en neemt de kwel weer toe.



Figuur 35. In de flankzone is het grondwater al verlaagd doordat mensen sloten hebben gegraven.



Figuur 36. Effecten van een grondwaterwinning in een flank met een slotenstelsel.





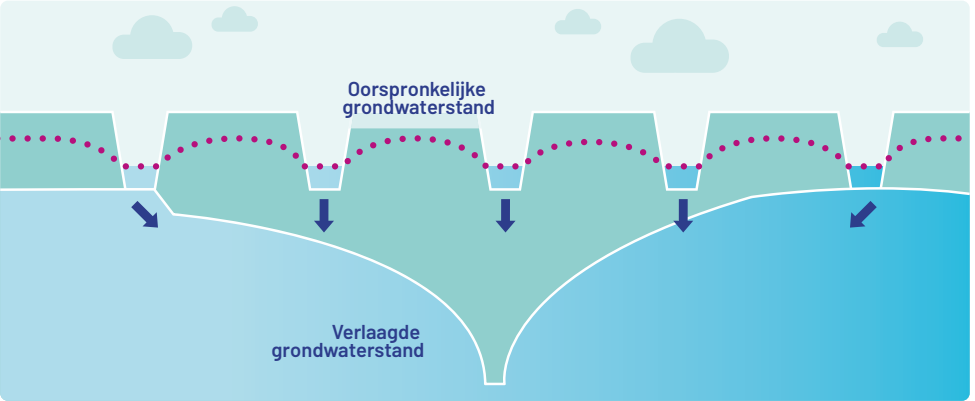
6.5.3 Voet

Rondom de Heuvelrug zijn enkele zo goed als vlakke gebieden die aansluiten bij de flanken: de voet. In deze gebieden is een intensief netwerk van sloten en drainage aangelegd om met name overtollig water af te voeren. Op de flanken is het meeste kwelwater afgevangen. Een restant stroomt onder de flank door en komt in de lage voetgebieden alsnog boven.

Het meeste land is hier in gebruik als landbouwgrond. In de sloten zijn de peilen strak afgestemd op de hoogten van het omliggende land. De eerste zorg is altijd de afvoer van een teveel aan water. In sommige gebieden kan oppervlaktewater (bijvoorbeeld uit de Rijn) in het gebied worden ingelaten als de waterstanden te laag dreigen te worden. Andere polders liggen zo laag dat het grondwater van alle kanten toestroomt. Deze worden continu met gemalen leeg gepompt.

Als die een tijdje zouden uitvallen, komt zo'n polder onder water te staan. Door het intensieve slotenstelsel bestaat het watersysteem uit een heleboel kleinschalige opbollingen van grondwater tussen de sloten. Het systeem reageert snel op perioden van droogte of van overtollige regenval. Als in zo'n gebied een onttrekking start, valt op nabijgelegen percelen de opbolling weg. Dicht bij de onttrekking kan het grondwater onder de slootpeilen of zelfs onder de slootbodem komen te staan. Er kan dan water vanuit de sloot naar het grondwater infiltreren.

Dat stopt als de sloot droogvalt, maar als er aanvoer van water naar de sloot mogelijk is, kan dat de onttrekking voor een belangrijk deel compenseren. Dat lukt nog beter als de peilen in de sloten worden afgeregeld op de extra infiltratie. Er hoeft dan amper een verlaging van de grondwaterstand op te treden.

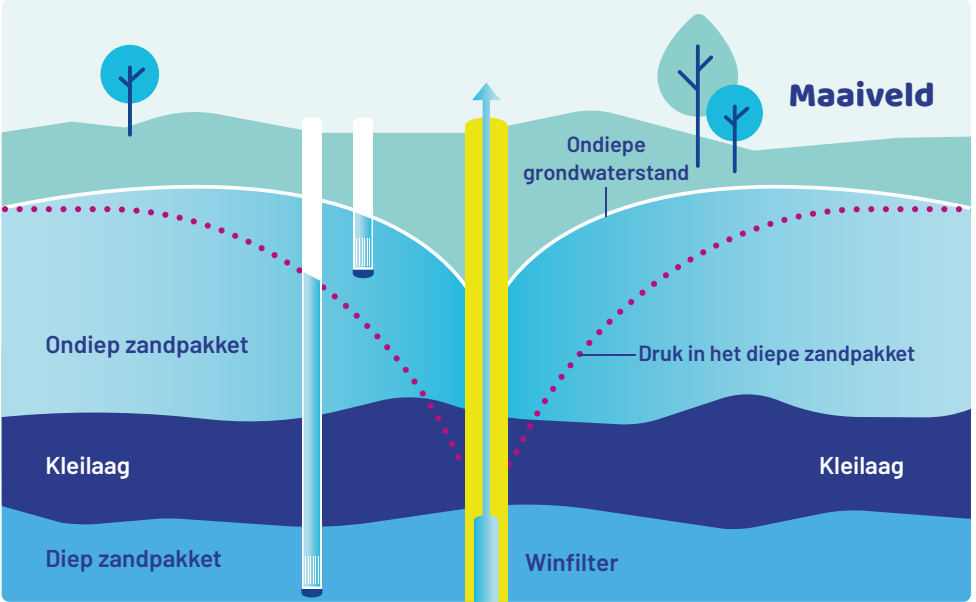


Figuur 37. Effect van een onttrekking in een voet-gebied.

6.6 Diep grondwater

Tot dusver bespraken we onttrekkingen in een homogene bodem, alsof de bodem één grote zandbak is. Maar in hoofdstuk 3 hebben we gezien dat de bodem is opgebouwd uit lagen, waarbij zandlagen het water beter doorlaten dan kleilagen. Voor een drinkwaterbedrijf kan het gunstig zijn om het water op te pompen uit de diepere zandlagen onder de kleilagen. Hoe dieper de winfilters, hoe groter de kans dat er boven het gepompte zandpakket een kleilaag ligt. Omdat de kleilaag het water slecht doorlaat, komt er minder water van boven en moet het van verder zijwaarts komen toestromen.

Het opgepompte water heeft dan een langere reistijd. Het water stamt dan uit een tijd dat er nog amper verontreinigingen waren. Doordat het langer in de bodem verblijft, is het beter door de bodem schoon gemaakt. Daarnaast heeft de kleilaag een dempende werking op de verlagingen. In het gepompte zandpakket zelf kunnen flinke drukverlagingen optreden, maar die worden door de bovenliggende kleilaag gedempt. Daardoor daalt de ondiepe grondwaterstand onder percelen veel minder dan wanneer er uit het ondiepe zandpakket gepompt zou worden.



Figuur 38. Effect van een onttrekking van onder een kleilaag.



6.7 Waterkwaliteit en bescherming

Voor een drinkwaterbedrijf is het heel belangrijk dat het grondwater niet verontreinigd raakt. De bodem vangt veel verontreinigingen af, maar dit is geen waterdicht vangnet. Om grondwaterwinningen te beschermen tegen verontreinigingen, hebben provincies een aantal zones om de winningen ingesteld. Hier zijn potentieel verontreinigende activiteiten verboden.

- 1 Het strengst zijn de regels in de waterwingebieden. Dit zijn compacte zones direct om de winning, waar geen andere activiteiten toegestaan zijn.

- 2 Afhankelijk van de reistijd van het grondwater van maaiveld tot de winput, kan er een grondwaterbeschermingsgebied worden ingesteld. Hier zijn een aantal met name genoemde activiteiten verboden.

- 3 Bij winningen met een lange reistijd zitten de winfilters vaak onder een kleilaag. Dat vertraagt de toestroming van bovenaf, waardoor een grondwaterbeschermingszone niet nodig is. Maar het is wel zaak om de kleilaag intact te houden. De provincie kan dan een boringvrije zone instellen: aan maaiveld zijn er amper beperkingen, maar in de beschermende kleilaag mag niet geboord of gegraven worden.

Het onttrekken van grondwater is essentieel voor onze drinkwatervoorziening, maar heeft ook invloed op het natuurlijke evenwicht. Door zorgvuldig te bepalen waar en hoeveel we onttrekken houden we de schade beperkt en de voorziening betrouwbaar. Maar hoe weten we precies wát de effecten zijn en waar ze optreden?

In het volgende hoofdstuk duiken we in de wereld van metingen en modellen: hoe maken we het onzichtbare zichtbaar en hoe voorspellen we de gevolgen van wat we doen?

7

Meten en rekenen

Hier leggen we uit hoe we meten wat er met het grondwater gebeurt, én hoe we met modellen voorspellingen kunnen doen over toekomstige situaties. We gaan ook in op de kwaliteit van grondwater en hoe we die kunnen inschatten.

7.1 Grondwaterstanden meten

Het lastige (maar ook het fascinerende) van grondwater is dat je het niet kunt zien. Toch willen we weten hoe het zich gedraagt. Dat doen we door met een grondboor een gat in de grond te maken. Daarin plaatsen we een buis die op grondwaterniveau geperforeerd is. Via die openingen komt het water de buis binnen. Het waterpeil in de buis geeft precies aan hoe hoog het grondwater buiten de buis staat. We meten dan hoe diep het grondwater onder maaiveld staat. Door hoogteverschillen ten opzichte van NAP met elkaar te vergelijken, zien we of er drukverschillen zijn en of er stroming van grondwater kan zijn.

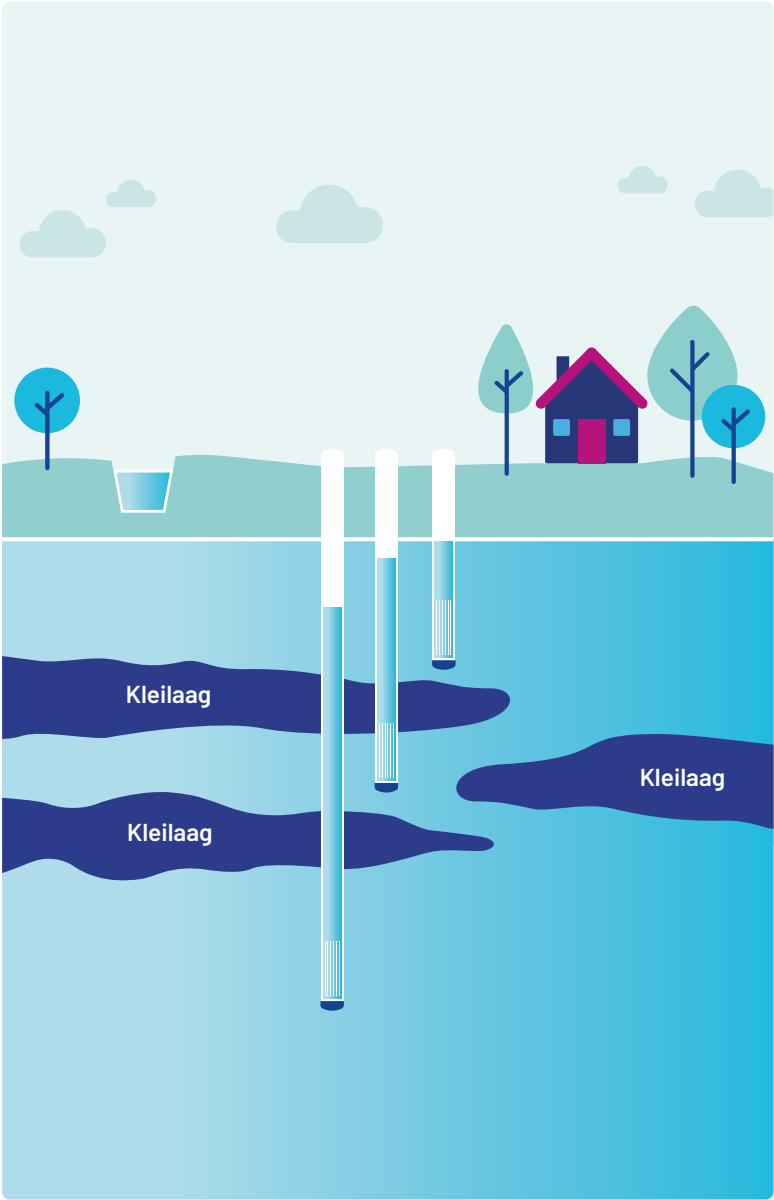
Door regelmatig te meten, zien we variaties in natte en droge perioden. Maar ook wat er gebeurt als een winning de opgepompte hoeveelheid verandert. Vitens heeft duizenden van zulke meetpunten. Ook de provincie, het waterschap en veel gemeenten hebben hun eigen grondwatermeetnet.

Grondwater kan op de ene plaats hoger staan dan op de andere. Als het door veel regen opbult bijvoorbeeld, komt er stroming van grondwater op gang. Met de metingen kunnen we vaststellen hoe het grondwater stroomt. Ook in verticale richting kunnen er drukverschillen ontstaan. Bijvoorbeeld als het water uit een diepe laag wordt opgepompt, waardoor water van bovenaf langzaam naar beneden lekt door een kleilaag. Daarom zitten in veel meetpunten meerdere buizen op verschillende dieptes.

- 1

Staat het waterpeil in de diepe buis lager dan in de ondiepe? Dan is er een neerwaartse stroming (wegzijging).
- 2

Staat het waterpeil in de diepe buis juist hoger? Dan is er een opwaartse stroming (kwel).



Figuur 39. Grondwaterstandsbuizen tot op verschillende dieptes.

7.2 Grondwaterkwaliteit meten

Bij grondwater zijn we ook geïnteresseerd in de chemische samenstelling ervan. Zeker bij grondwater dat naar drinkwaterputten stroomt, willen we weten of er geen verontreinigingen in zitten. Soms is het water erg zuur, en water dat oorspronkelijk in een zeewateromgeving in de bodem terecht gekomen is, kan te veel zout (chloride) bevatten.

Om de kwaliteit te bewaken, meten drinkwaterbedrijven de grondwaterkwaliteit continu.

Ook water uit grondwaterstandsbuizen wordt onderzocht. Dat is water dat over een tijdje opgepompt wordt. Zo zijn we voorbereid als er onverhoopt toch verontreinigingen zijn. Sommige stoffen zijn van nature in het grondwater aanwezig, zoals chloride, nutriënten (nitraat, fosfaat) of metalen. Andere stoffen zijn door de mens gemaakt, zoals industriële producten (van benzine tot PFAS), bestrijdingsmiddelen of (dier)geneesmiddelen. Voor al deze stoffen zijn normen opgesteld. Bij overschrijding ervan kan het water schadelijk zijn voor mensen, dieren of planten. Zeker bij oppervlaktewater zijn er ook ecologische normen: te veel vervuiling schaadt het waterleven.

Europese Kaderrichtlijn Water (KRW)

Binnen Europa zijn afspraken gemaakt om vervuiling via rivieren te beperken. Sinds 2006 geldt de KRW ook in Nederland. Daarmee hebben we wettelijk vastgelegd dat we (op enige termijn) een goede waterkwaliteit gaan bereiken en de (grond) watervoorraden niet uitputten. Voor veel stoffen zijn afspraken gemaakt over maximale concentraties. Voor grondwater is een mate van normoverschrijding toegestaan. De verwachting is dat het waterlichaam waarbinnen de Heuvelrug valt bij de eerstvolgende beoordeling in 2027 aan de KRW-normen voldoet. Dat wil echter niet zeggen dat op elk punt in het waterlichaam de waterkwaliteit goed is.

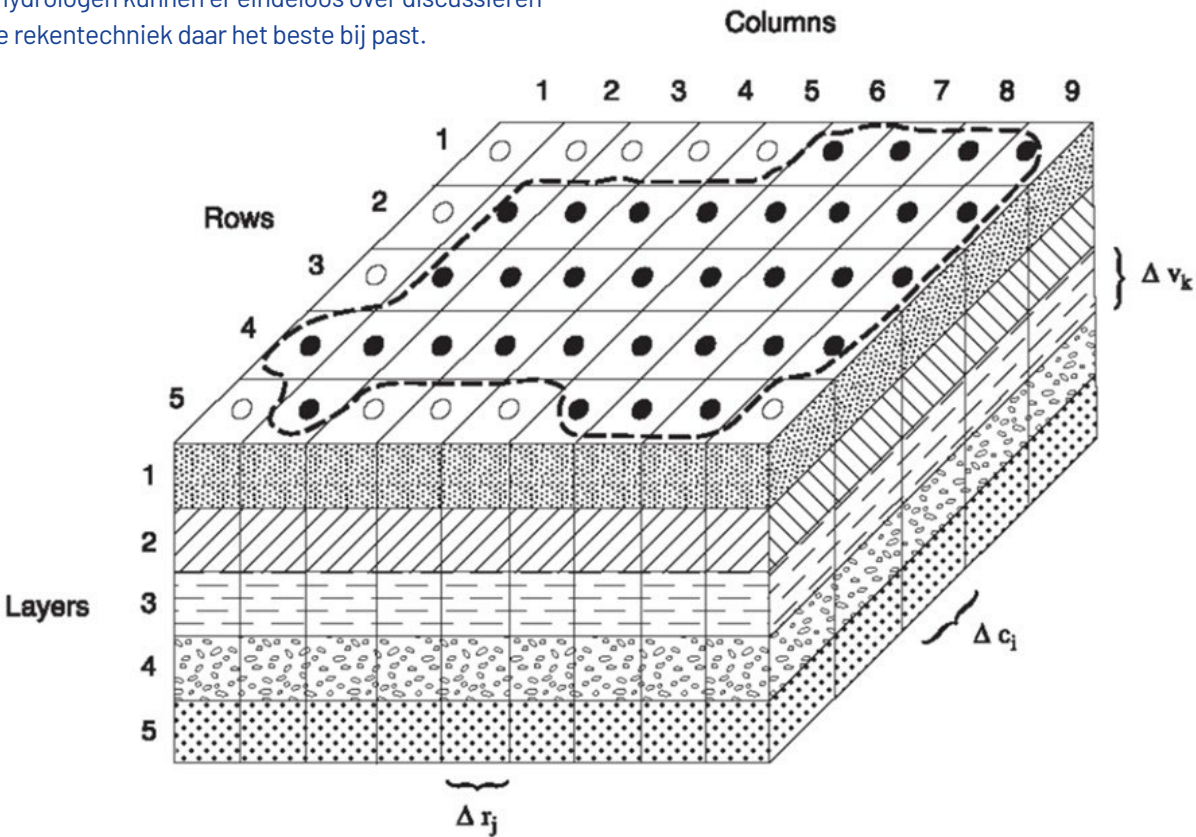


7.3 Grondwaterstanden berekenen

Door grondwaterstanden te meten, kunnen we achteraf vaststellen hoe een situatie veranderd is. Maar vaak willen we vooraf kunnen inschatten wat het effect wordt van een voorgenomen actie. Hydrologen hebben daarvoor steeds complexere rekenformules ontwikkeld.

De komst van de computer, vanaf 1980, maakte andere rekentechnieken mogelijk. Daarbij wordt de ondergrond opgedeeld in blokjes, waarbij we ervan uitgaan dat binnen die blokjes alles homogeen is. Er stroomt water in en uit, en die hoeveelheden worden doorgegeven aan de aangrenzende blokjes. Daarbij mag geen water ontstaan of verloren gaan. Die aangrenzende blokjes kunnen een andere dikte of doorlatendheid hebben, maar ze zijn in zichzelf homogeen. De rekenformules binnen zo’n blokje zijn simpel, maar je moet heel veel formules doorrekenen om voor een heel gebied een beeld te krijgen van de verdeling van grondwaterstanden. Gelukkig is een computer juist daarin heel goed.

Maar hoe knap die modellen ook zijn: het is nooit precies de werkelijkheid. Een model moet altijd gevoed worden met getallen, bijvoorbeeld voor de mate waarin een zandlaag waterdoorlatend is, hoeveel regen er valt en welk deel ervan weer verdampt, welke sloten in het model opgenomen worden en welke standen daar gehandhaafd worden, etc. Hydrologen kunnen er eindeloos over discussiëren welke rekentechniek daar het beste bij past.



Figuur 40. Basisprincipe van een (klein) numeriek model met een gebied opgedeeld in 5 x 9 cellen met vijf bodemlagen (overgenomen uit een vroege handleiding van het programma MODFLOW).

7.3.1 Pompproeven

Bij elk rekenmodel moeten er getalswaarden ingevoerd worden, bijvoorbeeld voor de doorlatendheid van zandlagen of de weerstand van een kleilaag. De beste manier om die te bepalen is een pompproef: op een plek waar we bijvoorbeeld een winning willen beginnen, doen we een kleinere proefonttrekking van beperkte duur en meten de reactie op de grondwaterstanden. Dan kiezen we een rekenmethode die het best bij het watersysteem past. Zo zien we bij welke waarden voor doorlatendheid en weerstand de gemeten en berekende verlagingen het beste overeenkomen. Die waarden kunnen we voortaan gebruiken voor het berekenen van de effecten van een grotere onttrekking.

7.3.2 Modelconsortia

Computers zijn steeds krachtiger en sneller geworden, rekenmodellen omvatten steeds grotere gebieden met steeds meer detail. Soms betreft een model een lokale situatie, inmiddels bestaan er ook modellen van heel Nederland of van één of een paar provincies. Het is dan handig als we allemaal dezelfde getallen en rekenmethoden gebruiken.

Sinds het begin van deze eeuw bestaan er voor de grotere (boven)provinciale modellen samenwerkingsverbanden waarin waterschappen, provincies en drinkwaterbedrijven hierover afspraken maken. Die samenwerkingsverbanden, of consortia, zijn de laatste jaren qua werkwijze naar elkaar toegegroeid onder de noemer Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI, zie www.nhi.nu).

De gesprekken over de hydrologische projecten lopen hierdoor vlotter: je hoeft niet eerst uit te leggen waar je je gegevens vandaan hebt en waarom een rekenmethode geldig is voor het betreffende vraagstuk. Door samen te werken, worden de modellen alleen maar beter.

7.3.3 AZURE

Het gebied van de Utrechtse Heuvelrug valt binnen het modelgebied van het consortium AZURE. Dit gebied omvat de provincies Utrecht, Flevoland en het IJsselmeer en een groot deel van Gelderland. Er is wat overlap met andere provincies om het model goed aan te laten sluiten bij de omgeving.

In 2024 is er een vernieuwde versie van AZURE opgeleverd. Het bestaat uit een verzameling gegevens, rekenprogramma’s en hulpprogramma’s om (1) de gegevens om te werken naar modelinvoer en (2) de modeluitvoer te verwerken. Zo kan binnen het AZURE-gebied op elke detailniveau snel een consistent model gebouwd worden.

Voor het AZURE-gebied is vastgesteld dat het rekenresultaatmodel op veel plaatsen minder dan 20 cm afwijkt van gemeten waarden. Op sommige punten is het verschil groter. Door op die punten in te zoomen en te kijken wat er aan de hand is, kunnen we de modellen verbeteren. Bij elk rekenresultaat hoort een uitleg van wat het model ons vertelt en wat nog onzeker is.

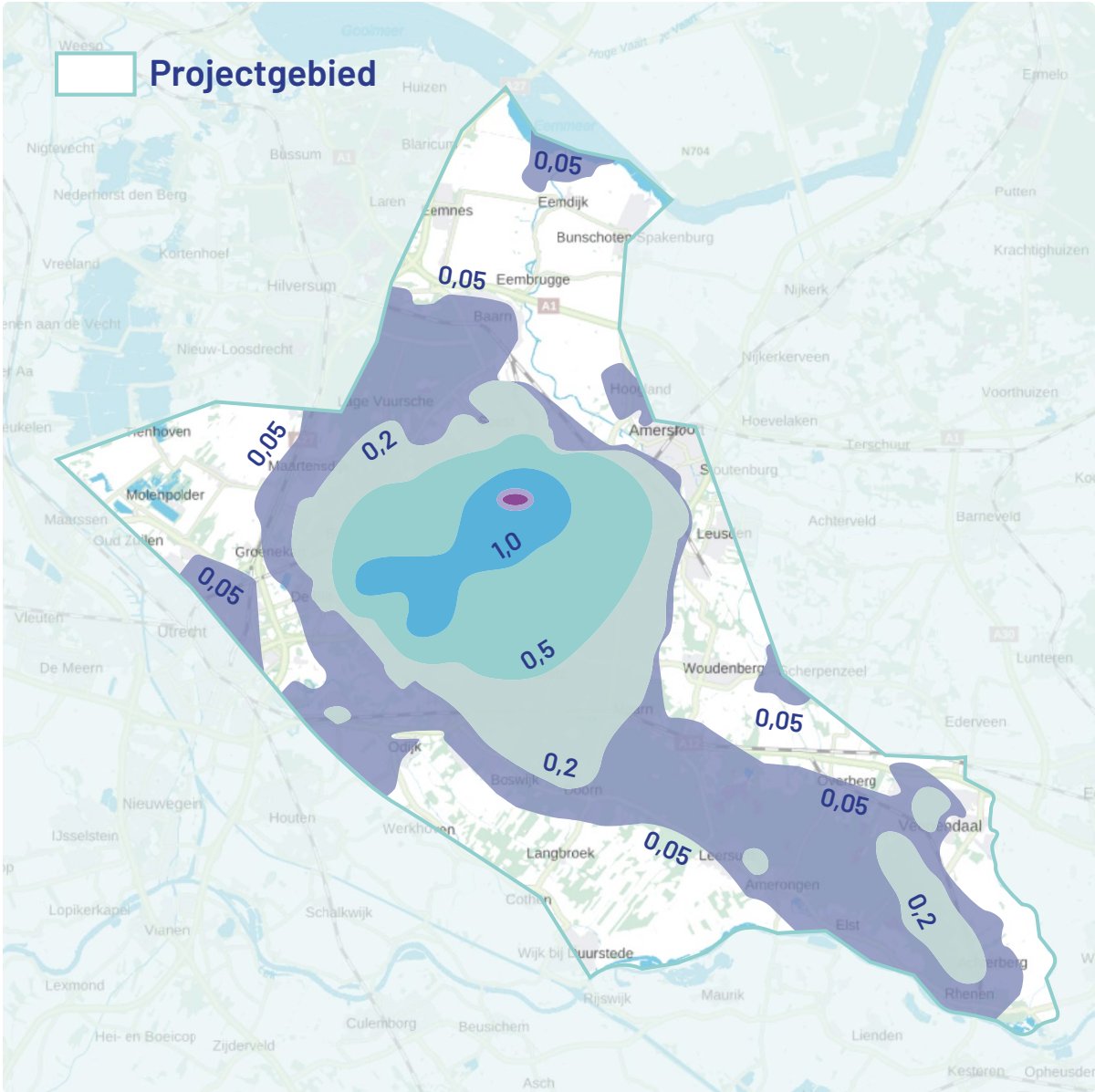


7.3.4 Rekenresultaten

Met metingen kunnen we meten wat de grondwaterstand is, maar niet hoe die zonder onttrekkingen geweest zou zijn. Met een model kan dat wel. In onderstaande figuur is uitgerekend hoeveel het grondwater omhoog komt als alle winningen in het gebied uitgezet worden. Dit is een theoretisch scenario, de winningen zijn nodig om mensen in de omgeving van drinkwater te voorzien.

In de figuur is te zien dat het grondwater omhoog komt, vooral in de rode vlek, dat is de locatie Soestduinen. Een verlaging van meer dan een meter is best veel, maar omdat het maaiveld hier ver boven het grondwater ligt, maakt het voor de gewassen niet veel uit. Van nature fluctueert het binnen het jaar al decimeters tot meer dan een meter. Kleinere effecten door een drinkwateronttrekking vallen dan niet op. Op dezelfde manier kunnen we uitrekenen hoe de kwelsituatie verandert als een winning uitgaat. Langs vrijwel de hele flank van de Utrechtse Heuvelrug neemt de hoeveelheid kwelwater toe als de onttrekkingen uitgaan. Of dit een positief effect heeft, verschilt per gebied. Dit heeft te maken met de bebouwing, het type natuur, en landbouwgrond en industrie in het gebied.

Met dit soort berekeningen kunnen we ook inschattingen maken van veranderingen die we van plan zijn door te voeren. Zo schatten we vooraf in welke effecten we kunnen verwachten, bijvoorbeeld als we een winning sluiten (Doorn), uitbreiden (Eemdijk) of een nieuwe beginnen (Schalkwijk).



Figuur 41. Berekende verhoging van de grondwaterstand in meters als we alle winningen in het gebied uit zouden zetten.

7.4 Grondwaterkwaliteit berekenen

Met modellen kunnen we uitrekenen hoe het grondwater stroomt. Als we weten welke stoffen er in het grondwater zitten, moeten we ook kunnen uitrekenen wanneer we die in welke concentraties in de pompputten van Vitens verwachten. Dat blijkt lastiger dan gedacht. Van verontreinigingen weten we doorgaans niet hoeveel stof er op of in de bodem terecht is gekomen. Van een meststof als nitraat spoelt maar een deel naar het grondwater uit. Bovendien verschilt dat van per jaar, afhankelijk van of het een droog of nat jaar was. Daarnaast kan een stof onderweg afgebroken worden, of het kan aan bodemdeeltjes blijven plakken (adsorptie)(zie paragraaf 2.4).

Af en toe berekenen we wel waterkwaliteit. Met name bij chloride gaat dat best goed, omdat dat niet aan bodemdeeltjes blijft plakken en niet afgebroken wordt. Maar als er meer andere processen meespelen, worden de onnauwkeurigheden steeds groter. Dan heeft modelleren geen zin en kunnen we alleen maar meten, en achteraf proberen te begrijpen waarom bepaalde veranderingen wel of niet optreden.

Metten en modelleren vormen de ogen en het kompas van het waterbeheer. Ze geven ons inzicht in grondwaterstanden, stromingsrichtingen, reistijden én kwaliteit. Hoewel modellen nooit precies de werkelijkheid beschrijven, helpen ze enorm bij het maken van onderbouwde keuzes. Zeker in een gebied waar belangen en functies samenkomen, is dat van grote waarde.

In het volgende hoofdstuk zoomen we in op de praktijk: waar in het gebied haalt Vitens haar water vandaan? En hoe verhouden die locaties zich tot het landschap, de ecologie en de verschillende zones van de Heuvelrug?





8

Waar liggen de winningen van Vitens?

In dit hoofdstuk bekijken we waar Vitens in het Heuvelruggebied drinkwater wint. We doen dat aan de hand van de zones plateau, flank en voet, en beschrijven per gebied de kenmerken en de winningen.

8.1 Plateau

Het plateau omvat de hoger gelegen gronden waar het overtollig regenwater naar het grondwater wegzakt. Er zijn amper sloten, en als ze er zijn, liggen ze vaak droog. Het zijn de voedingsgebieden voor de flanken. De gronden liggen hoog en dus is de afstand tot het grondwater groot. Natuurwaarden zijn daardoor grondwateronafhankelijk. Eenmaal weggezakt grondwater is niet meer bereikbaar voor plantenwortels. Vrijwel het hele plateau is onderdeel van het Natuur Netwerk Nederland.

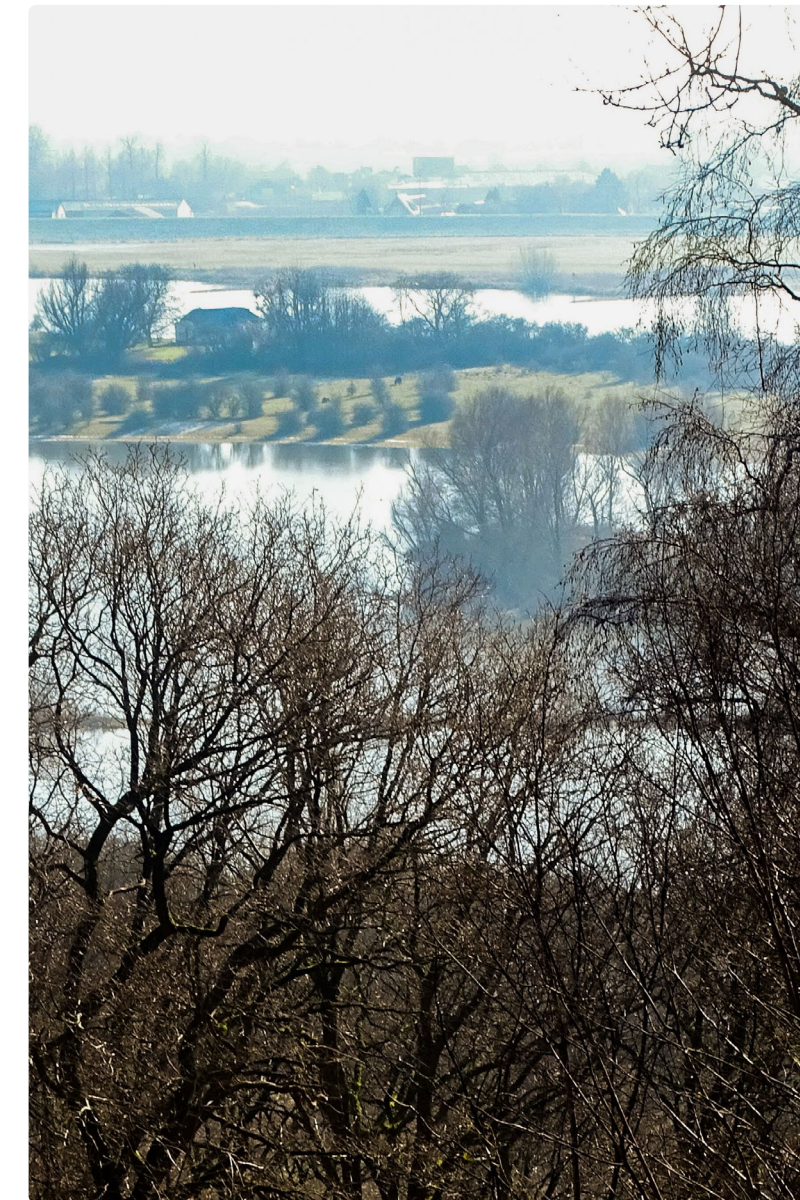
8.1.1 Oost (Rhenen – Leersum)

Dit deel van de Heuvelrug is relatief smal en grotendeels bebost. Ten noorden van Amerongen ligt het hoogste punt van de Heuvelrug. Voor fietsers is dit een geliefd onderdeel van trainingsrondjes. Maar het hoogteverschil heeft ook nadelen voor Amerongen. Bij zware regen wordt een deel van de neerslag oppervlakkig (met name via wegen en paden) afgevoerd en dat zorgt voor overlast in het dorp. Daar worden nu maatregelen genomen om meer regenwater op de heuvel vast te houden.

Aan de zuidkant grenzen de bosgebieden aan de bebouwde kommen van Leersum, Amerongen, Elst en Rhenen. Tussen Amerongen en Rhenen is er amper een flank, de Heuvelrug grenst direct aan de Nederrijn in het zuidwesten. Er is een steile overgang tussen stuwwal en rivierengebied, die vooral ten oosten van Rhenen goed zichtbaar is. Door het grote hoogteverschil komt hier veel grondwater naar buiten (kwel). De Amerongse Bovenpolder is een waardevol kwelmoeras dat begin 21e eeuw opnieuw is ingericht.



Figuur 42. Ligging van het deelgebied Plateau Oost.





Aan de noordkant vinden we tussen bos en flank agrarische gronden. Aan de oostkant eindigt de Heuvelrug bij de huidige sluis van de Rijn naar het Valleikanaal. Deze verbinding naar de Gelderse Vallei vormt aan de noord- en oostkant de flank van de Heuvelrug.

Aan de westkant van dit deelgebied ligt de Poort van Darthuizen. Deze onderbreking van de Heuvelrug ontstond toen aan het eind van de één na laatste ijstijd, smeltwater van de gletsjer op deze plaats afstroomde en een groot deel van het bodemmateriaal meenam.

In dit gebied zijn twee drinkwaterwinningen. De winning Rhenen ligt op het plateau ten westen van de bebouwde kom en is met een vergunde hoeveelheid van 2 miljoen m³/jaar relatief klein. De winning Leersum ligt net boven de flank langs de provinciale weg, ten oosten van het dorp. De vergunde hoeveelheid bedraagt 0,8 miljoen m³/jaar, in drinkwatertermen een zeer kleine onttrekking. De werkelijke onttrekkingen lagen de laatste jaren iets onder de vergunde hoeveelheden.

8.1.2 Midden – Zuid (Amerongen – Zeist, ten zuiden van de A12)

Dit deelgebied kenmerkt zich door aaneengesloten bosgebieden, met aan de zuidzijde Doorn en Driebergen en in het noorden aan weerszijden van de A12 Maarn. Er is weinig agrarisch gebruik van de gronden. Ten noorden van de A12 loopt de Heuvelrug verder door, de A12 is één van de wegen die de Heuvelrug doorsnijdt. Aan de zuidkant ligt een flankgebied richting Langbroekerwetering.

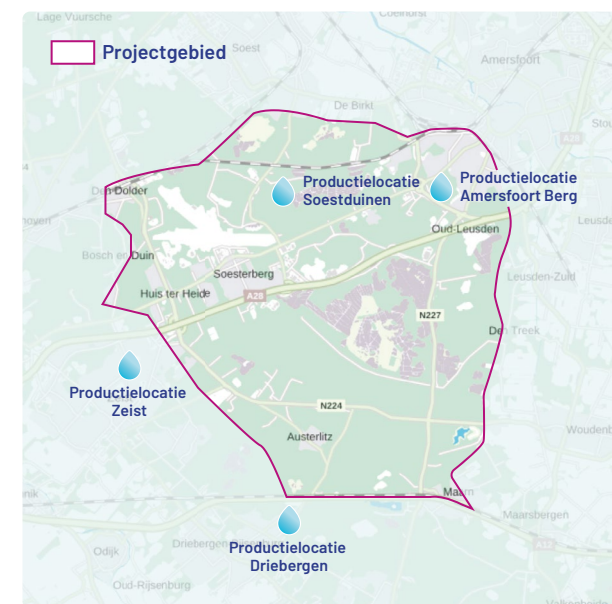
In dit gebied zijn geen drinkwaterwinningen, maar de drinkwaterwinning Driebergen ligt er wel tegenaan. Het is een zeer kleine winning met met een beperkte invloed.



Figuur 43. Ligging van het deelgebied Plateau Midden Zuid.

8.1.3 Midden – Noord (tussen A12 en Amersfoort – Bilthoven)

Het noordelijke deel van de Utrechtse Heuvelrug bestaat hoofdzakelijk uit bos, soms ook heide, en de bebouwde gebieden van Zeist, Bilthoven, De Bilt, Soesterberg en Amersfoort. Een groot gebied is in gebruik als militair oefenterrein. Er is geen agrarisch gebruik. Het gebied wordt doorsneden door de snelweg A28, meerdere provinciale wegen en in het noorden de spoorweg Utrecht – Amersfoort. In dit gebied zijn twee drinkwaterwinningen. De winning Soestduinen is de grootste in het gebied met een vergunde hoeveelheid van 9 miljoen m³/jaar. Die hoeveelheid wordt vrijwel volledig benut.



Figuur 44. Ligging van het deelgebied Plateau Midden Noord.

De winning Amersfoortse Berg is kleiner met een vergunde hoeveelheid van 1,5 miljoen m³/jaar. De werkelijk onttrokken hoeveelheden liggen hier vaak onder.

8.2 Flanken

De flanken zijn de hellingen van de Heuvelrug waar het grondwater naar buiten stroomt als kwel. Hier wordt het grondwater zichtbaar en is vanaf dat moment geen grondwater meer. In eerste instantie bepaalt de maaiveldhoogte, of beter: de laagte van het maaiveld, waar het grondwater naar buiten treedt. Daarnaast ligt het aan de mate van opbolling van het grondwater onder het plateau. In natuurlijke omstandigheden ligt het kwelgebied niet helemaal vast. Als het grondwater na een natte periode hoger staat, wordt het kwelgebied groter en kruipt het naar boven tegen de helling op. Dat kan wateroverlast geven. De aanleg van sprengen verlaagde het maaiveld, zodat het grondwater kwam toestromen om lager gelegen gebieden van water te voorzien.

In dit hoofdstuk is de ligging van de flank bepaald aan de hand van de kwelkaart op de website klimaateffectatlas.nl. De maaiveldhoogtelijn van 7,50 meter boven NAP is als bovengrens aangehouden, omdat er onder normale omstandigheden geen hogere grondwaterstanden zijn. Dit geeft grofweg een indicatie waar kwel verwacht kan worden.





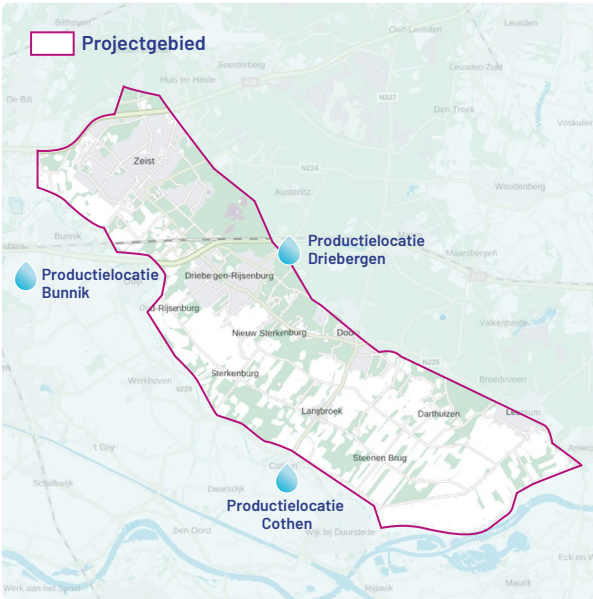
8.2.1 Gebied rond de Langbroekerwetering

Ten zuiden van de Heuvelrug ligt landbouwgebied, ontgonnen in de middeleeuwen. Om het kwelwater af te voeren is de Langbroekerwetering gegraven, die bij Odijk uitkomt op de Kromme Rijn. Van daaruit stroomt het water via Utrecht en de Vecht naar het IJsselmeer.

Binnen dit gebied ligt tussen Wijk bij Duurstede en Amerongen het Natura 2000-gebied Kolland en Overlangbroek. In het noorden liggen, tegen de flank aan, de drinkwateronttrekkingen Zeist, Driebergen en Doorn. Zeist is met een vergunde hoeveelheid van 5 miljoen m³/jaar één van de grotere winningen in het gebied. In de praktijk is er de laatste jaren wat minder onttrokken.

Binnen dit gebied ligt tussen Wijk bij Duurstede en Amerongen het Natura 2000-gebied Kolland en Overlangbroek. In het noorden liggen, tegen de flank aan, de drinkwateronttrekkingen Zeist en Driebergen. Zeist is met een vergunde hoeveelheid van 5 miljoen m³/jaar één van de grotere winningen in het gebied. In de praktijk is er de laatste jaren wat minder onttrokken.

Driebergen is een kleine winning: de vergunning staat toe om 0,9 miljoen m³/jaar te onttrekken. In de praktijk gebeurt dat ook. De winningen Bunnik en Cothen liggen net ten zuiden van de flank, met vergunde hoeveelheden van respectievelijk 3,5 en 3 miljoen m³/jaar. Vooral bij Cothen is er afgelopen jaren minder onttrokken dan vergund, de verwachting is dat dat komende jaren wat meer wordt.



Figuur 45. Ligging van het deelgebied Flanken rond Langbroekerwetering.

8.2.2 Gelderse Vallei

Ook de flank aan de noordoostkant van de Heuvelrug is ontgonnen en in gebruik als landbouwgrond. Met name rond Veenendaal is ook woonbebouwing en bedrijvigheid. Opmerkelijk is dat Woudenberg niet op een hogere grond is gebouwd, maar in het dal.

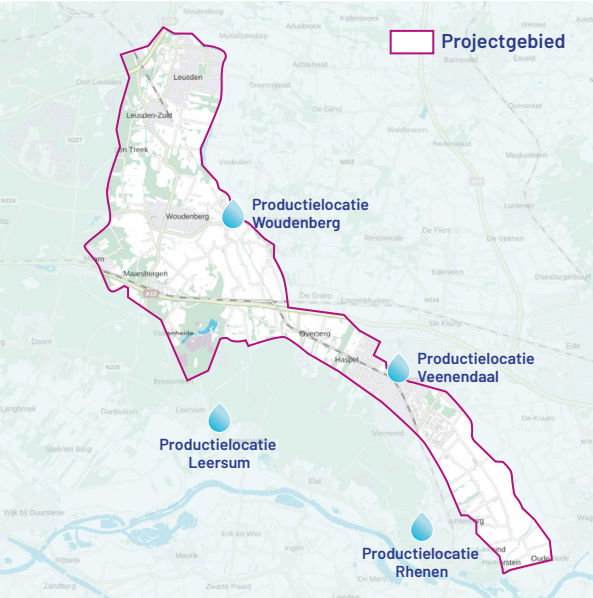
Kenmerkend is dat kwelstromen zowel vanaf de Heuvelrug als vanuit de Veluwe komen. Er is geen ‘voet’, de kwelstromen ontmoeten elkaar in de waterlopen die van zuid naar noord door het gebied lopen. Het Valleikanaal wordt vanuit het oosten en vanuit het westen gevoed. Meer westelijke beken als de Grift en de Heiligenbergerbeek worden vooral vanuit de Heuvelrug gevoed. Er zijn diverse landgoederen.

Onder meer bij de landgoederen Den Treek en den Boom, ten noordwesten van Woudenberg, probeert men de natuurwaarden te verbeteren. De kwelstromen uit de Heuvelrug bieden hiervoor volop kansen. Datzelfde geldt voor het Binnenveld: het agrarisch groengebied tussen Veenendaal, Wageningen en Rhenen.

Een klein deel hiervan heeft al de status van Natura 2000-gebied, maar er is nog veel meer onbenutte natuurpotentie. De winning Veenendaal ligt midden in de stad. De vergunde hoeveelheid bedraagt 3 miljoen m³/jaar, de werkelijke benutting ligt hier iets onder.

Omdat het een diepe winning is, zijn de reistijden van het grondwater vanaf maaiveld naar de putten langer dan 25 jaar. Daarom is er geen grondwaterbeschermingsgebied, maar wel een boringvrije zone. De winning van Woudenberg had een vergunning voor een onttrekking van 1,4 miljoen m³/jaar, plus een tijdelijke vergunning voor 0,8 miljoen m³/jaar extra.

Dit is inmiddels uitgebreid tot een vergunning om jaarlijks 3,4 miljoen m³/jaar te onttrekken. De laatste jaren werd ongeveer de helft hiervan onttrokken, omdat afgesproken is de uitbreiding in stappen operationeel te maken.

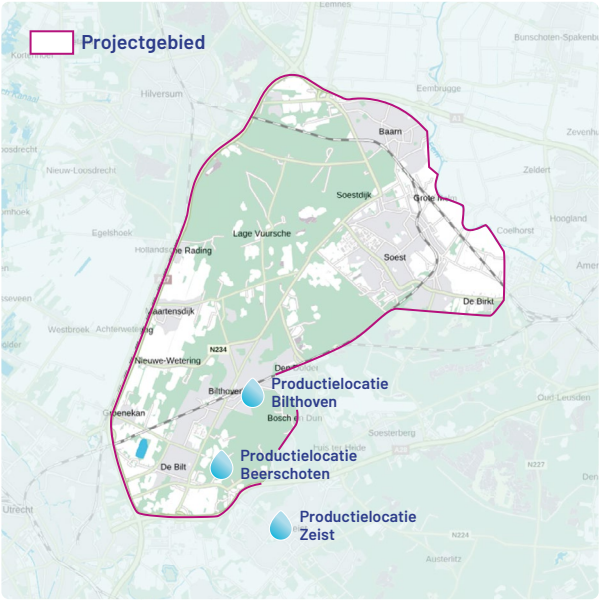


Figuur 46. Ligging van het deelgebied Flanken Gelderse Vallei.

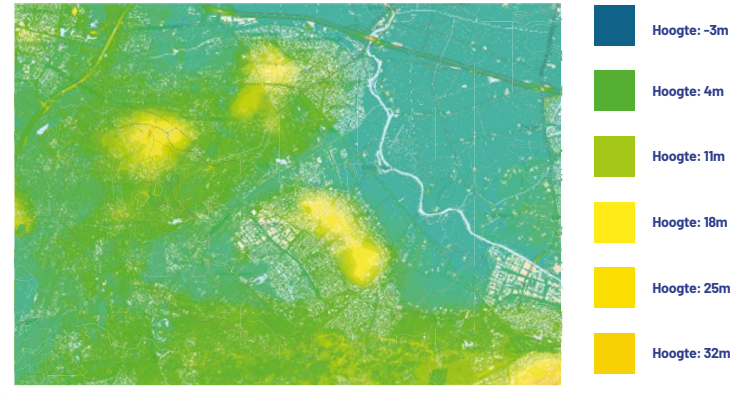
8.4 Tussengebied
(tussen Soest, Baarn en Hilversum)

De Utrechtse Heuvelrug is groot genoeg om afzonderlijk plateau, flank en voet te onderscheiden. Daarentegen is dit een kleinschaliger gebied waar deze zones naast elkaar voorkomen. In feite is het een onderbreking van de Heuvelrug, die rond Hilversum nog even verder gaat. Er zijn kleinere stuwallen, met een hoogte van maximaal 21 meter boven NAP, maar ook flanken. Ze liggen los van de Utrechtse Heuvelrug, wat het beste te zien is op de AHN-kaart. Ze fungeren op een vergelijkbare manier, met infiltratie op de hoogte en kwel aan de flanken. Het noordoosten van Soest vormt één zo'n kleinere stuwwal, waarbij de kwel zowel naar het noorden richting Eem gaat, als naar het zuiden.

Hier ligt een dal (de laagte van Pijnenburg) dat aan alle kanten begrensd is door stuwwallen, en dus van alle kanten kwel ondervindt. Baarn, Soest en Bilthoven/De Bilt hebben relatief veel bebouwde kom, maar tussen die plaatsen en de A27 is vrijwel uitsluitend bosgebied. In het zuidelijk deel liggen de winningen Bilthoven en Beerschoten. Deze kunnen ook als onderdeel van de flank van de Heuvelrug beschouwd worden. De winning Bilthoven heeft een vergunning voor de winning van 2 miljoen m³/jaar, maar er wordt minder onttrokken. Beerschoten is met een vergunning van 8 miljoen m³/jaar één van de twee grootste winningen van de Heuvelrug en een belangrijke winning voor het drinkwater van de stad Utrecht.



Figuur 50. Ligging van het tussengebied Soest, Baarn, Hilversum.



Figuur 51. Uitsnede van het gebied uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (ahn.nl), waarbij de gele kleur de hoger gelegen gebieden aangeven en groen/blauw de lagere gebieden.

De drinkwaterwinningen op en rond de Utrechtse Heuvelrug komen zowel voor op het plateau, in de flanken als in de voetgebieden. Ieder type gebied heeft zijn eigen kenmerken, kansen en beperkingen. Door hier slim op in te spelen werkt Vitens toe naar een robuust en toekomstbestendig winningssysteem.

Maar hoe robuust is dat systeem als we verder vooruitkijken? In het laatste hoofdstuk onderzoeken we hoe ontwikkelingen in klimaat, bevolking en ruimtelijke ordening het watersysteem onder druk zetten én welke stappen nu al nodig zijn om in de toekomst voldoende schoon drinkwater te kunnen blijven leveren.

9

Toekomst

In dit hoofdstuk kijken we naar de toekomst: klimaatverandering, bevolkingsgroei, ruimtelijke ontwikkeling en de toenemende vraag naar drinkwater. Wat zijn de trends en hoe bereiden we ons daarop voor?



9.1 Volop ontwikkelingen

De toekomst is onzeker, maar we kunnen ons er wél op voorbereiden. Ontwikkelingen op het gebied van klimaat, bevolkingsgroei, ruimtelijke ordening en drinkwater hebben grote invloed op het watersysteem van de Utrechtse Heuvelrug. Ze grijpen bovendien sterk op elkaar in: meer mensen betekent meer huizen, meer infrastructuur, meer recreatie én een hogere vraag naar water. In dit hoofdstuk kijken we naar trends en verwachtingen voor de komende decennia, en naar de stappen die nu al worden gezet om het watersysteem en de drinkwatervoorziening toekomstbestendig te maken.

9.2 Klimaat

Het klimaat verandert. We zien het nu al: het wordt warmer, de verdamping neemt toe, buien worden heviger. Ook valt er gemiddeld meer regen dan vroeger: rond 1970 was dat nog zo'n 750 mm per jaar, inmiddels is dat gestegen naar 850 mm, met uitschieters tot wel 1150 mm (zoals in 2023).

De verwachting is dat zomers droger worden, zoals in 2018 en 2019. Ook worden buien intensiever en zal er gemiddeld meer neerslag vallen. Wat betekent dit voor het grondwater? Meer neerslag kan zorgen voor meer opbolling onder het plateau. Maar bij stevige buien stroomt een groot deel van het water meteen weg, zonder de kans te krijgen in de bodem te zakken (zoals in Amerongen, waar het water vanaf de heuvel het dorp instroomde).

Hoe het precies zal verlopen, weten we niet. Het hangt ook af van hoe goed we erin slagen de uitstoot van broeikasgassen te beperken. Het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) presenteert periodiek een blik op de toekomst in de vorm van vier scenario's, zodat we ons op meerdere situaties kunnen voorbereiden.



9.3 Bevolking

Ook het aantal inwoners in Nederland is onzeker. Rond 1940 dachten we dat Nederland in 2000 zo'n 12 miljoen inwoners zou tellen. Het werden er 15 miljoen. Niet zo'n gekke inschatting, men ging toen nog uit van een levensverwachting van 62 jaar. Het aantal inwoners hangt af van geboorte, sterfte en migratie. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) en Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) schatten in 2022 dat Nederland in 2050 19,6 miljoen inwoners zal tellen. De bevolkingsgroei concentreert zich in de Randstad, maar ook Utrecht, Noord-Brabant en delen van Gelderland en Overijssel.

Aan de randen van Nederland nemen de bevolkingsaantallen af. Ook voor het Heuvelruggebied wordt een verdere groei voorzien.

9.4 Ruimtelijke ordening

Meer mensen betekent ook: meer woningen, meer bedrijven, meer wegen, meer recreatie, meer vraag naar energie en water. Tegelijk willen we ruimte houden voor natuur, landbouw en erfgoed, zoals de landgoederen op en rond de Heuvelrug. Niet alles kan. De Provincie Utrecht coördineert de ruimtelijke ontwikkelingen.

De keuzes die de Provincie daarbij maakt, zijn vastgelegd in een Omgevingsvisie. Daarin heeft de provincie samenwerkingsverbanden, waaronder De Blauwe Agenda.

Met onderzoek, kennisdeling én verschillende projecten werken meerdere partijen samen aan een robuust en toekomstbestendig watersysteem.



9.5 Drinkwater

Een drinkwaterbedrijf is verplicht om te voldoen aan de vraag naar drinkwater. Die vraag wordt bepaald door het aantal inwoners in een voorzieningsgebied en hun verbruik. Op dit moment (2025) gebruiken Nederlanders gemiddeld 128 liter per persoon per dag, voornamelijk voor douchen en doorspoelen van de toiletten. Vitens en andere drinkwaterbedrijven proberen het gebruik te verminderen, bijvoorbeeld via campagnes en door waterzuinig bouwen te stimuleren. Maar afdwingen kan niet. Door groei van de bevolking, economische groei en meer gebruik van water, moet Vitens zich voorbereiden op een stijgende drinkwatervraag.

Rond het Heuvelruggebied heeft Vitens drie projecten om ook in het komend decennium voldoende drinkwater te hebben. Om de invloed op de omgeving beperkt te houden, kijken we vooral naar de voetgebieden. Er zijn plannen om de winning op pompstation Eemdijk te vergroten (van 5 naar 8 miljoen m³/jaar) en om een nieuwe winning te beginnen op het eiland van Schalkwijk (7 miljoen m³/jaar). Daarnaast komt er een uitbreiding bij Benschop (3 miljoen m³/jaar).

We kijken ook naar andere waterbronnen dan grondwater, zoals het Project Water Aanvoer en Aanvulling Gooi (WAAG), samen met PWN en Waternet. Het is de bedoeling om 30 miljoen m³/jaar oppervlaktewater te winnen uit Eemmeer, Gooimeer of het Amsterdam-Rijnkanaal.

Hiervan zou 10 miljoen m³/jaar door Vitens gebruikt kunnen worden. Dat water kunnen we zuiveren tot drinkwater of tijdelijk opslaan in de bodem, om later te gebruiken.

Vitens is zich ervan bewust dat grondwaterwinningen invloed kunnen hebben op mens en natuur. Daarom streven we naar een zorgvuldige balans: we benutten nieuwe bronnen op een duurzame manier en verminderen waar mogelijk de inzet van bestaande, minder duurzame winningen. Om elke druppel duurzaam te gebruiken, kijken we onder meer naar flexibele inzet van bronnen. Zo kunnen we in droge perioden kiezen voor winningen die minder impact hebben op de omgeving.

Elke keuze is gebaseerd op gedegen onderzoek. De inzichten die we daarbij opdoen, delen we graag met iedereen die betrokken is.

Alleen samen zorgen we voor een toekomstbestendige drinkwatervoorziening.



De toekomst brengt grote uitdagingen met zich mee: meer mensen, drogere zomers, intensievere buien en veranderend landgebruik. De druk op het watersysteem én de drinkwatervoorziening zal toenemen. Gelukkig wordt daar nu al op geanticipeerd. Met nieuwe winstrategieën, samenwerkingen, en een scherpe focus op duurzaamheid en flexibiliteit.

De keuzes die we nú maken, bepalen hoe robuust en veerkrachtig het watersysteem straks is. Door nu al vooruit te kijken, samen te werken en zorgvuldig met onze bronnen om te gaan, zorgen we dat er ook in 2050 nog voldoende schoon water is voor iedereen.



10

Slotbeschouwing



Samen werken aan waterzekerheid

De Utrechtse Heuvelrug is een bijzonder gebied. Niet alleen vanwege het landschap en de rijke natuur, maar ook door de manier waarop water hier door de bodem stroomt, kwelt, infiltreert en wordt benut. In dit document hebben we stap voor stap uitgelegd hoe het watersysteem werkt, van de diepe bodemlagen tot het slootje aan de rand van de polder. We hebben laten zien hoe grondwater gewonnen wordt, wat de effecten daarvan zijn, hoe we die meten en modelleren, en hoe we keuzes maken over de locaties van drinkwaterwinning. Wat duidelijk is: alles hangt met alles samen. Grondwatergebruik heeft invloed op natuur en landbouw. Klimaatverandering verandert het spel. Verdroging op het plateau of kwel in de polder zijn geen losse fenomenen, maar schakels in een groter geheel. En elke pomp, sloot, regenbui of beleidskeuze kan dat systeem verstoren of versterken.

De toekomst vraagt om zorgvuldige afwegingen. We realiseren ons dat we niet eindeloos kunnen blijven onttrekken zonder rekening te houden met de omgeving. Lef en samenwerking zijn allebei nodig om nieuwe bronnen te benutten, bestaande bronnen te verduurzamen en innovatie toe te passen waar dat nodig is.

Vitens werkt daar elke dag aan, samen met overheden, partners, onderzoekers en bewoners. Waterzekerheid is geen vanzelfsprekendheid. Het is iets waar we met elkaar aan (moeten) bouwen.

Zo zorgen we ervoor dat ook in de toekomst elke druppel telt.



11

Geraadpleegde

bronnen

Rapporten:

Blauwe Agenda Utrechtse Heuvelrug, 2023.
Uitvoeringsagenda behorend bij het vastgestelde
ambitiedocument Blauwe Agenda, 25 april 2023.

Commissie Drinkwatervoorziening Westen
des Lands. 1940. Rapport van de Commissie
Drinkwatervoorziening Westen des Lands, 1940.

H+N+S, 2022. Ambitiedocument Blauwe
Agenda Utrechtse Heuvelrug, H+N+S
Landschapsarchitecten, Projectnummer 2747, 8 juni
2022.

Hydrologic & Acacia Water, 2021. Bouwstenen
Blauwe Agenda Utrechtse Heuvelrug, Project P1256,
oktober 2021.

McDonald, M.G. en A.W. Harbaugh 1988: A Modular
Three-dimensional Finite-difference Ground-water
Flow Model, United States Geological Survey, Report
83-875.

Verdonschot, Piet, 2016. Utrechtse Heuvelrug,
de rol van water en een droge stuwwal: systeem
functioneren en natte natuur. Presentatie
(PowerPoint).

Boeken:

Dusseldorp, Gerrit en Yannick Raczynski-Henk,
2022. De eerste mensen van de Lage Landen,
Uitgeverij Koninklijke van Gorcum, ISBN 978 90 232
5850 6, eerste druk december 2022.

Luiten van Zanden, Jan, Thomas van Goethem, Rob
Lenders en Joop Schaminée, 2022. De ontdekking
van de natuur; De ontwikkeling van biodiversiteit in
Nederland van ijstijd tot 21ste eeuw. Prometheus,
ISBN 978 90 446 5095 2, tweede druk 2022.

Vos, P., M. van der Meulen, H. Weerts en J.
Bazelmans 2018: Atlas van Nederland in het
Holoceen. Landschap en bewoning vanaf de laatste
ijstijd tot nu, Amsterdam (Prometheus).

Websites:

ahn.nl
archieven.nl (Polderkaart)
bunkerinfo.nl
canonvannederland.nl
cultureelerfgoed.nl (Erfgoedatlas)
dinoloket.nl
grebbelinie.nl
hollandsewaterlinies.nl
kadaster.nl

kbr.be (Sgrootenkaart)
natura2000.nl
np-utrechtseheuvelrug.nl (Blauwe Agenda)
provincie-utrecht.nl
rundveeloket.be
topotijdreis.nl
utrechtaltijd.nl

Colofon

Dit boek is een uitgave van Vitens als bijdrage aan het
Samenwerkingsverband Blauwe Agenda.

Projectcoördinatie: Lieke van der Sanden (Vitens)
Teksten: Harry Boukes
Inhoudelijke adviezen: Nikki Blaauwbroek (Vitens)
Redactie-adviezen: Lonneke de Kroon

Coördinatie vormgeving: Lennart Laansma (Vitens)
Opmaak: Rebelation
Figuren: Rebelation en Lennart Laansma
Foto's: De Beeldredactie, Ewout Pahud de Mortanges/
Ewout Pahud Photography, Harry Boukes, Vitens
Hydrologische berekeningen: Anouk Sprong (Vitens)
Druk: Koninklijke van der Most

Ten behoeve van dit boek zijn gesprekken gevoerd met:
*Michel de Groot (Vitens), Saskia Vleeming (Vitens), Rob
Breedveld (Vitens), Arco van Vugt (Provincie Utrecht),
Lara van den Bosch (Hoogheemraadschap de Stichtse
Rijnlanden), Markus Feijen (Utrechts Landschap),
Annabelle Neefjes (Waterschap Vallei en Veluwe), Almer
Bolman (Waterschap Vallei en Veluwe), Arnoud Keizer
(Waterschap Vallei en Veluwe), Jeroen Heemsbergen
(Nationaal Park Utrechtse Heuvelrug).*

Een concept-versie is beoordeeld door Froukje Boukes,
Dirk-Jan van Mourik, Igor Jellema en Tonny Jongen.



