

Notitie

Contactpersoon Liesbet Timan

Datum 30 januari 2012

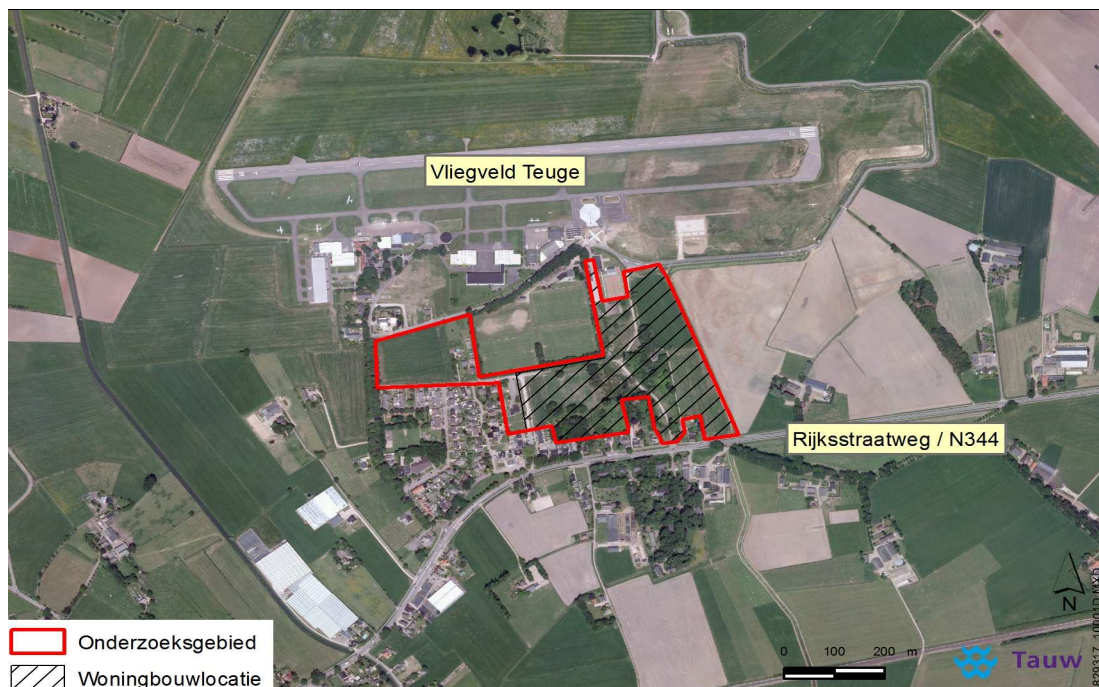
Kenmerk N004-4713147ELT-iap-V03-NL

1 Geohydrologisch onderzoek Teuge

1.1 Aanleiding

De gemeente Voorst heeft plannen om binnen de bebouwde kom van het dorp Teuge tot 2030 circa 85 woningen te bouwen. Deze plannen maken onderdeel uit van de Ruimtelijke Toekomstvisie Voorst uit 2005. Hierin is een verdeling van de woningbouwambitie over de verschillende kernen weergegeven. Voor de kern Teuge wil de gemeente Voorst binnenkort een nieuw bestemmingsplan voor de bebouwde kom ter inzage leggen. In verband met dit voornemen is een onderzoek naar de geohydrologische situatie uitgevoerd. Dit onderzoek kan in een later stadium worden gebruikt ten behoeve van de te doorlopen watertoetsprocedure.

De planlocatie voor de nieuw te ontwikkelen woningen is opgenomen in figuur 1.1.

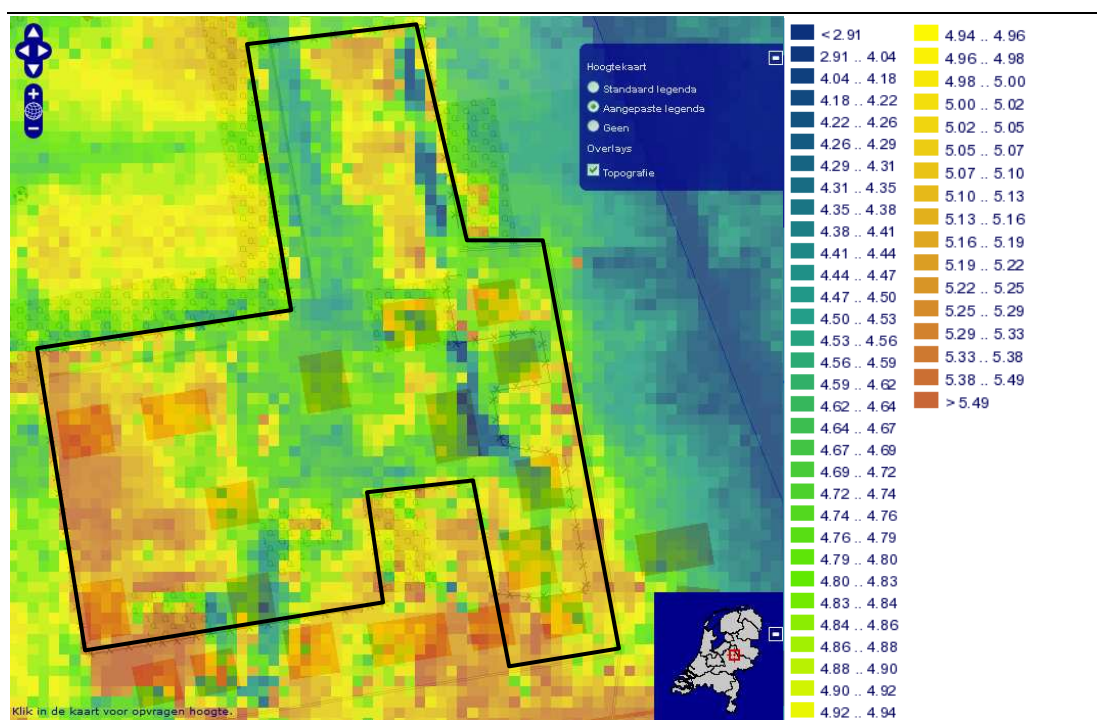


Figuur 1.1

Voor het aspect water is onderzocht of er knelpunten zijn voor locatieontwikkeling. Hiervoor is een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd. Op basis van het geohydrologisch onderzoek zijn conclusies getrokken over de infiltratie- en afkoppelmogelijkheden en de noodzaak tot ophogen van het terrein.

1.2 Maaiveldhoogten

De maaiveldhoogten binnen het plangebied zijn gewonnen uit het Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN). Het gebied heeft een maaiveldhoogte variërend tussen de NAP +4,5 m en NAP + 5,3 m. In het oosten komt een smalle strook voor met maaiveldhoogten tussen NAP +4,0 m en NAP +4,5 m.



Figuur 1.2 Maaiveldhoogten (m + NAP). Het plangebied is omkaderd

1.3 Bodemopbouw

De regionale bodemopbouw is afgeleid uit de Grondwaterkaart van Nederland en boorgegevens opgevraagd bij TNO-NITG. Daarnaast is met behulp van de boorprofielen voor het verkennende bodemonderzoek de lokale bodemopbouw in beeld gebracht.

1.3.1 Regionale bodemopbouw

Het plangebied ligt op de overgang van het lage zandgebied van de Oostelijke Veluwe en het rivierkleigebied van de IJssel. De verschillende afzettingen bij Teuge dateren uit verschillende tijdslagen uit zowel het Pleistoceen als het Holoceen.

Gedurende de voorlaatste ijstijd van het Pleistoceen, het Saalien, bereikte het landijs Nederland. De stuwende werking van de ijsmassa's vormden toen de stuwwal bij Apeldoorn. Ten oosten van Teuge werden door de toen nog vlechtende rivier de IJssel sedimenten afgezet. Gedurende de warme tussentijd en de laatste ijstijd, het Eemien en het Weichselien, sedimenteerde de rivieren dikke lagen zand. Buiten dit sedimentatiegebied werden in verschillende perioden van het Weichselien grote hoeveelheden fijn zand door de wind verplaatst en als dekzanden afgezet. Vooral in het midden-Weichselien werd door sneeuwsmeltwater van de oostzijde van de stuwwal veel materiaal verplaatst. Deze fluvioperiglaciale afzettingen behoren tot de Formatie van Twente. Gedurende de koude en zeer droge periode aan het eind van het midden-Weichselien trad op grote schaal winderosie op. Er werd veel zand als dek over grote delen van het gebied afgezet en rusten op de fluvioperiglaciale afzettingen. In het Holoceen raakten de stuifzandruggen begroeid. Onder deze rivierduinen kan een leem- of kleilaag voorkomen, waardoor het regenwater stagneert.

De geohydrologische opbouw van de diepere ondergrond is geschematiseerd weergegeven in tabel 1.1.

Tabel 1.1 Geschematiseerde bodemopbouw

Diepte [m -mv]	Samenstelling	Formatie	Geohydrologische eenheid
0 - 14	Zand en klei	Formatie van Kreftenheye	Watervoerend pakket 1
14 - 20	Klei en zand	Formatie van Kreftenheye, laagpakket Zutphen	1 ^e Scheidende laag
20 - 49	Zand	Formatie van Kreftenheye	Watervoerend pakket 2
49 - 136	Klei	Formatie van Kreftenheye, Laagpakket van Twello	2 ^e Scheidende laag
136 - 142	Klei	Formatie van Drente, laagpakket van Gieten	2 ^e Scheidende laag
142 - 162	Klei en zand	Formatie van maassluis	2 ^e Scheidende laag

1.3.2 Bodemkaart van Nederland

Volgens de Bodemkaart van Nederland 33 Oost Apeldoorn komen rondom het plangebied zowel rivierkleigronden als zandgronden voor. Ter hoogte van het plangebied bestaat de bodemopbouw voornamelijk uit beekerdgronden, bestaande uit lemig fijn zand (pZg23). Direct ten oosten komen kalkloze poldervaaggronden voor bestaande uit een deklaag van zavel en lichte klei met pleistoceen zand beginnend tussen 40 cm en 120 cm (Rn62Cp).



Figuur 1.3 Bodemkaart van Nederland (bron: Bodemkaart Alterra)

1.3.3 Lokale bodemopbouw

In het kader van het geohydrologisch onderzoek en het verkennend bodemonderzoek is ter plaatse van het plangebied veldwerk uitgevoerd. Zie figuur 1.4. De volgende werkzaamheden zijn verricht:

- Zes peilbuizen tot circa 3 m beneden maaiveld
- Twaalf boringen tot 2 m beneden maaiveld
- Zesentwintig boringen tot 0,5 m beneden maaiveld
- Vijf onverzadigde doorlatendheidmetingen door middel van de omgekeerde boorgatmethode

Ter plaatse van het toekomstige ontwikkeling bestaat de ondergrond uit een afwisseling van fijne en matige grove zandlagen. De zandlagen hebben vaak een matige tot zwak siltige en soms grindige bijmenging. In de boringen voor de peilbuizen tot drie meter beneden maaiveld is (met uitzondering van peilbuis 3 en 6) een kleilaag van enkele decimeters dik aangetroffen tussen 2,5 en 3,0 m beneden maaiveld.



Figuur 1.4 Overzichtskartaal plangebied en boorlocaties

1.3.4 Doorlatendheden

Ter bepaling van de horizontale doorlatendheid van de bodem zijn d.d. 23 april 2010 op zes locaties doorlatendheidsproeven uitgevoerd doormiddel van de omgekeerde boorgatmethode. Door de proeven volgens de omgekeerde boorgatmethode uit te voeren wordt de horizontale doorlatendheid (k-waarde) van de onverzadigde zone (de zone boven de grondwaterstand) bepaald.

De omgekeerde boorgatmethode wordt uitgevoerd door het boren van een gat (diameter circa 80 mm) tot circa 1,0 m -mv. De proef wordt altijd uitgevoerd boven de grondwaterstand. In het gat wordt een Eykelenkampfilter (diameter 76 mm) geplaatst dat na plaatsing wordt gevuld met water. Door een dobber wordt de zaksnelheid van het water in het gat bepaald. Uit deze zaksnelheid kan de doorlatendheid van de onverzadigde zone boven de grondwaterstand worden afgeleid. De proef wordt doorgaans twee à drie keer herhaald per proeflocatie. De resultaten van de proeven zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 1.2 Doorlatendheidsmetingen onverzadigde zone Teuge (Rijksstraatweg)

Boorlocatie	Traject (m –mv)	Bodemsamenstelling ter hoogte van filter	K-waarde (m/dag)
1	0 - 1,0	0,00 - 1,00 Matig grof zand, zwak siltig, zwak humeus	3 à 4
2	0 - 1,0	0,00 - 1,00 Matig grof zand, zwak siltig, zwak humeus	3 à 4
3	0 - 1,0	0,00 - 0,60 Matig grof zand, zwak siltig, zwak humeus 0,60 - 1,00 Matig fijn zand, matig siltig, zwak humeus	1 à 1,5
4	0 - 1,0	0,00 - 1,00 Matig grof zand, matig siltig	2 à 3
5	0 - 1,0	0,00 - 0,50 Matig grof zand, zwak siltig, zwak humeus 0,50 - 0,60 Matig grof zand, zwak siltig 0,60 - 1,00 Matig grof zand, matig siltig	0,5 à 1
6	0 - 1,0	0,00 - 0,50 Matig grof zand, zwak siltig, zwak humeus 0,50 - 0,80 Matig fijn zand, matig siltig 0,80 - 1,00 Matig grof zand, zwak siltig	2 à 3

De horizontale doorlatendheid in de onverzadigde zone varieert van 0,5 tot 4,0 m/dag. De gemeten doorlatendheden komen overeen met de bodemopbouw ter plaatse van de proeflocaties. De mate van siltige bijmenging is van invloed op de doorlatendheid. Met een gemiddelde doorlatendheid van circa 2 m/dag is de doorlatendheid van de ondergrond in het gebied goed.

1.4 Grondwater

1.4.1 Regionale grondwaterstanden

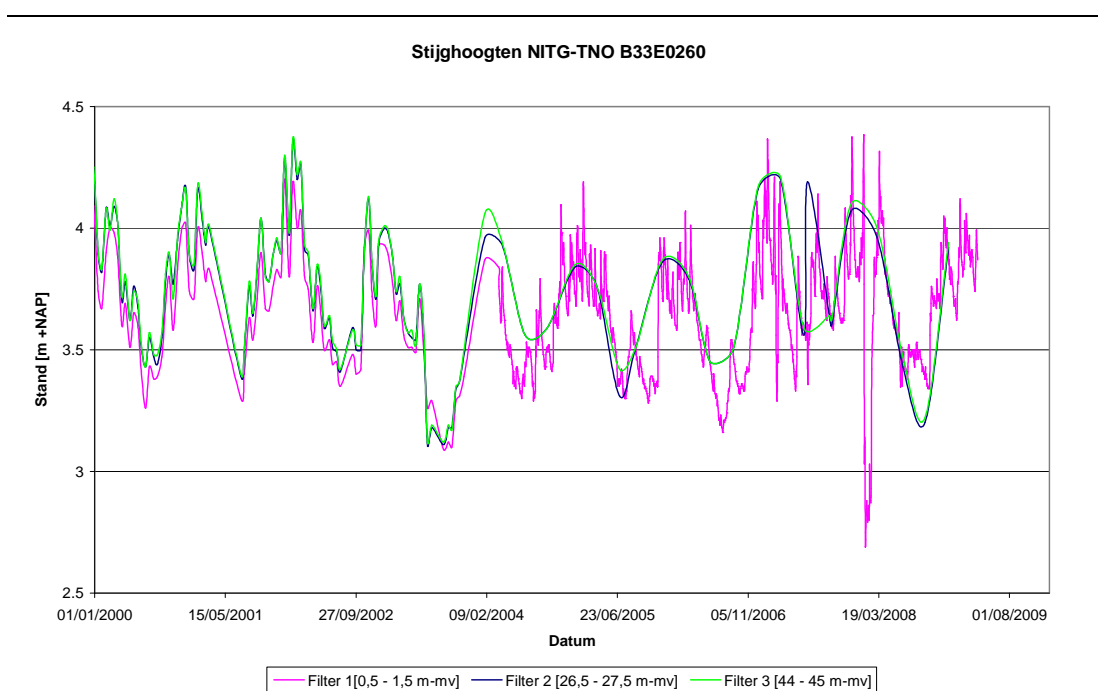
Grondwatertrappen

De grondwatersituatie en hoogte van de grondwaterstanden kunnen getypeerd worden door de indeling in grondwatertrappen. De indeling vindt plaats aan de hand van de gemiddeld hoogste (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Uit de bodemkaart van Nederland blijkt dat sprake is van grondwatertrap III voor de beekkeerdgronden. Dit zijn natte gronden, veelal met kwel en grote kans op wateroverlast voor bebouwing. De GHG kan hoger komen dan 40 cm beneden maaiveld. De GLG ligt tussen 80 en 120 cm beneden maaiveld.

Peilbuizen TNO-NITG

Bij NITG-TNO zijn grondwaterstanden opgevraagd van peilbuizen in de omgeving van het plangebied. Direct ten noorden van het plangebied bevindt zich één peilbuis van NITG-TNO met een langjarige meetreeks. Het betreft een peilbuis met verschillende filters. Het eerste filter bevindt zich 0,5 tot 1,5 m-mv. Het tweede en het derde filter bevinden zich in het tweede watervoerende pakket, respectievelijk op circa 27 en 44 m-mv.

De stijghoogten in de drie filters zijn weergegeven in figuur 4.2. Uit deze gegevens blijkt dat in het gebied voornamelijk kwel optreedt.



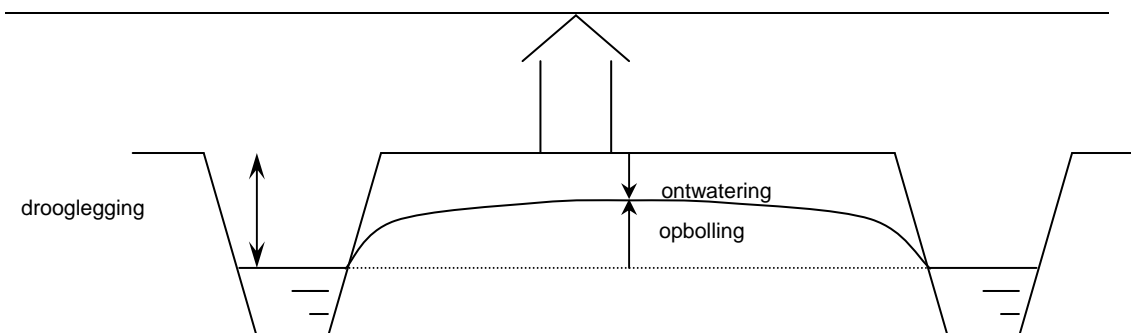
Figuur 1.5 Stijghoogten in drie filters van peilbuis B33E0260 (NITG-TNO)

Op basis van de stijghoogten gemeten in de afgelopen acht jaar (1994-2003) zijn de gemiddelde laagste grondwaterstand en de gemiddelde hoogste grondwaterstand berekend. De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.2. Aanvullend is voor een peilbuis van TNO-NITG net ten zuiden van het plangebied ook de GLG en GHG berekend. Zo wordt een ruimtelijk beeld verkregen van de variatie in grondwaterstanden. Peilbuis B33E0310 ligt aan de N334 ter hoogte van bedrijventerrein De Zwaan.

Tabel 1.3 Berekende GHG en GLG

Peilbuis/ Filter	Pakket	Minimum [m +NAP]	Maximum [m +NAP]	Gemiddelde [m +NAP]	GLG [m +NAP]	GHG [m +NAP]	Aantal jaar
B33E0260 filter 1	1 ^e	2,69	4,38	3,63	3,21	4,09	8
B33E0310 filter 1	1 ^e	3,15	4,52	3,96	3,53	4,39	8

De GHG in het 1^e watervoerende pakket is van belang voor de ontwatering van het gebied (zie figuur 4.3). Op basis van bovenstaande gegevens zal de GHG variëren tussen circa NAP +4,15 m aan de noordzijde van het plangebied tot circa tot circa NAP +4,35 m ter hoogte van de zuidzijde van het plangebied. In de lagere delen komt dit overeen met grondwatertrap III, waarbij de GHG tot minder dan 40 cm onder maaiveld kan stijgen. In de hogere delen zal de GHG op meer dan 40 cm beneden maaiveld liggen.

**Figuur 1.6 Schematisatie ontwatering en drooglegging**

Door de ligging van plangebied tussen de flanken van de Veluwe en de IJssel heeft het grondwater een oostelijke tot noordoostelijke stromingsrichting richting de IJssel. Dit is terug te zien in het verloop van de GHG. Binnen het plangebied ontstaat daardoor een variatie in de grondwaterstanden en dus in de ontwatering van het gebied. Van invloed op de ontwatering zijn ook de sloten en watergangen in het gebied in verband met de drooglegging. Het peil in de watergangen is lager dan de grondwaterstanden. De watergangen hebben daardoor een drainerende invloed op de grondwaterstanden in de directe omgeving. Ook de variatie in het maaiveld is van invloed op de ontwatering in het gebied.

1.4.2 Lokale grondwaterstanden

Naast de resultaten van de TNO peilbuizen is er één week na het plaatsen van de peilbuizen in het kader van het verkennend bodemonderzoek, een momentopname gemaakt van de grondwaterstand in het plangebied (23 april 2010). In de zes peilbuizen lag de grondwaterstand tussen de 1,2 en 1,5 meter beneden maaiveld. Daar dit een momentopname betreft, kunnen aan deze waarden geen GHG en GLG gekoppeld worden. De aangetroffen waarden liggen, gezien het tijdstip van het jaar, iets onder de grondwaterstanden zoals waargenomen in de TNO peilbuis.

1.5 Oppervlaktewater

Ten westen en zuidoosten van het plangebied liggen A-watgangen van het waterschap Veluwe. In de A-watgang (de Kromme beek) ten oosten van de huidige landingsbaan bevindt zich een stuw. Beide watgangen behoren tot hetzelfde peilgebied. In het peilgebied wordt een streefpeil gehanteerd van circa NAP +3,20 m. Het plangebied ligt echter ver van het gemaal bij Terwolde en in een uithoek van het stuwgebied. De peilen kunnen daardoor vrij veel fluctueren. In of nabij het plangebied bevinden zich geen peilschalen waar periodiek gemeten wordt.

1.6 Conclusie

1.6.1 Afkoppel en infiltratiemogelijkheden

Randvoorwaarden afkoppelen

Bij het afkoppelen van verhard oppervlak is de trits 'vasthouden-bergen-afvoeren' (Waterbeheer 21^e eeuw) van toepassing. Dit betekent dat de voorkeur bij het afkoppelen uitgaat naar het infiltreren van regenwater boven het afvoeren van regenwater naar oppervlaktewater of het riool. Ook de trits 'schoonhouden-scheiden-schoonmaken' is van toepassing. Dit betekent dat de kwaliteit van het water niet mag verslechteren.

De mogelijkheden voor het afkoppelen in het plangebied zijn afhankelijk van:

- De waterhuishoudkundige en bodemkundige situatie in verband met infiltratiemogelijkheden
- Ruimtelijke invulling van het plangebied
- Toepassing van bronmaatregelen, bijvoorbeeld duurzame bouwmaterialen met niet-uitlogende eigenschappen, beheer en onderhoud

Waterschap Veluwe en de gemeente Voorst hanteren als uitgangspunt dat het hemelwater van het plangebied zoveel mogelijk geborgen en geïnfiltreerd dient te worden in het plangebied zelf. In het NBW is afgesproken dat wateroverlast slechts eens per 100 jaar (T=100) mag voorkomen. Bij deze gebeurtenis dient wateroverlast te worden voorkomen door een afvoer te creëren naar een omliggende watgang. Binnen het plangebied dient wel voldoende berging te worden gecreëerd om een T=10 neerslaggebeurtenis te kunnen bergen, zonder de landelijke afvoernorm van 1,33 l/s/ha te overschrijden. Deze norm wordt tevens gehanteerd door waterschap Veluwe.

Op het gebied van infiltreren wordt voor oppervlakkige infiltratie een minimale doorlatendheid vereist van 0,4 m/dag. Bij ondergrondse infiltratievoorzieningen dient de K-waarde minimaal 1 m/dag te bedragen.

Infiltratiemogelijkheden

Infiltratiecapaciteit

Uit de doorlatendheidsmetingen blijkt dat de doorlatendheid van de bodem voldoende is. De doorlatendheid in de onverzadigde zone van de bodem ligt tussen de 0,5 en 4,0 meter/dag. Op basis van de gemeten doorlatendheden is infiltratie mogelijk.

Hoogte van de grondwaterstand

De hoogte van de grondwaterstand is van belang voor de afweging tussen bovengrondse of ondergrondse infiltratievoorzieningen. Indien bij een ondergrondse infiltratievoorziening wordt uitgegaan van een gronddekking van minimaal 1 m zal op basis van de huidige gegevens periodiek een bergingsverlies optreden in de voorziening door hoge grondwaterstanden. De aanleg van IT-riolering wordt daarom niet geadviseerd. Geadviseerd wordt om het hemelwater af te voeren naar een bovengrondse infiltratievoorziening. Een ondiepe ondergrondse infiltratievoorziening is echter ook mogelijk (kratten of direct onder de verharding (waterdoorlatende bestrating)).

Landschappelijke afronding

Ten behoeve van de waterberging en als onderdeel van de landschappelijke afronding is een rabattenbos een mogelijke oplossing. Dit is een bosvlakte met hogere rillen en sloten. Op de rillen (die zeker niet hoger hoeven te zijn dan het huidige maaiveld) kan bijvoorbeeld een Elzenbroekbos vormen. In de sloten kan het water van de wijk geborgen worden. Of het regenwater in de wijk naar de rabatten gevoerd wordt via greppels of ondergrondse leidingen is afhankelijk van het stedelijk ontwerp.

Oude loop van de Kromme Beek

Zoals op de kaarten van 1811 - 1832 te zien valt deed de Kromme beek in het verleden zijn naam eer aan. De bestaande ruimte voor groen in het bestemmingsplan laat voldoende ruimte om deze oude loop terug te brengen. Deze loop kan door een eventueel rabattenbos slingeren of er kan worden gekozen voor westelijk een rabattenbos en oostelijk een vloeivlakte en/of schraalgrasland.

Omgaan met hemelwater

Type oppervlak

De toekomstige verhouding van daken- en terreinoppervlakten is onbekend. Uitgangspunt is dat voor de daken niet uitlogende materialen worden gebruikt. Daken worden daarom als schoon beschouwd. Voor de terreinen en de wegen kan naar aanleiding van het gebruik (intensiviteit) bepaald worden of het oppervlak 'schoon' of 'vuil' is. Vervuilde oppervlakken moeten via een zuiverende voorziening het water lozen op de bodem of oppervlaktewater. De gemeente Voorst beschouwt wegen in woonwijken als zijnde schoon oppervlak.

Ruimte(gebruik)

Om bovengronds te infiltreren is ruimte nodig. De ruimte vinden om bovengronds te infiltreren met behulp van bijvoorbeeld wadi's of greppels is vaak moeilijk en kostbaar. Wanneer dit in het beginstadium wordt meegenomen zal dit echter geen problemen opleveren. Bij de keuze om bovengronds te infiltreren zal niet alleen ruimte beschikbaar gemaakt moeten worden voor wadi's, maar ook voor een goede verbindingsstructuur tussen wadi's en overstortlocaties. Ondergrondse voorzieningen komen onder de weg te liggen. Vraag hierbij is of het oppervlak van de weg zodanig is, dat hier onder voldoende ruimte is voor voorzieningen.

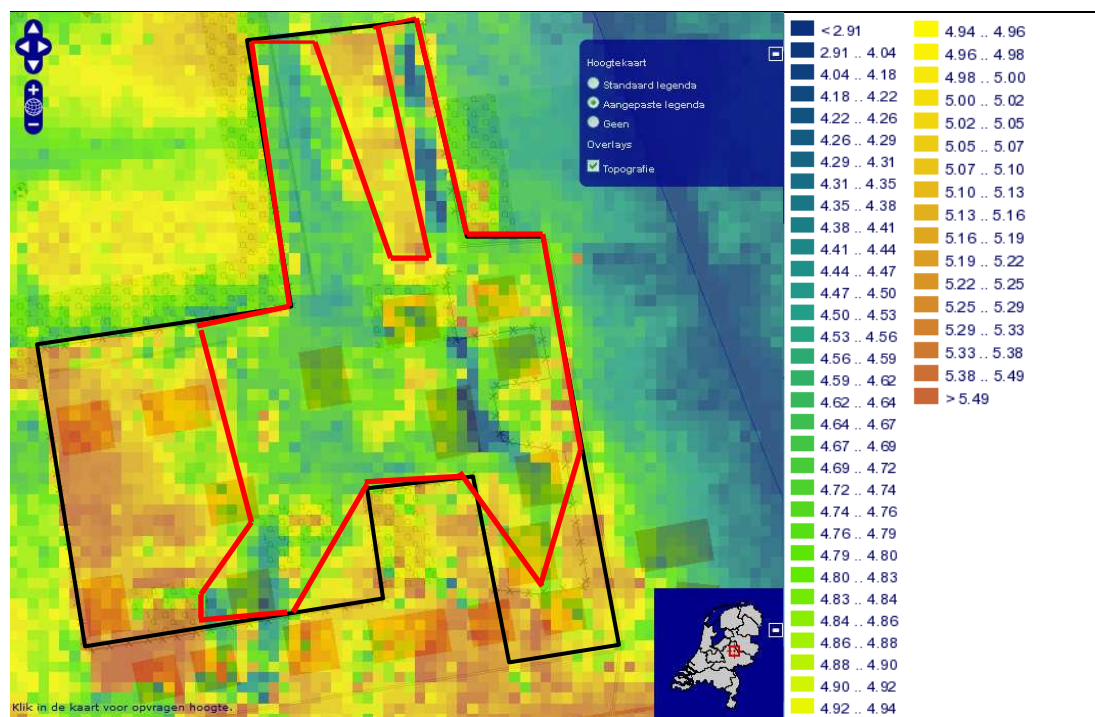
Afvoer buiten plangebied

Het hemelwater mag in de toekomstige situatie afgevoerd worden uit het plangebied, waarbij de huidige afvoer niet overschreden mag worden. Het waterschap hanteert hiervoor de landelijke afvoernorm van 1,33 l/s/ha. Het overtollige hemelwater kan vanuit het plangebied worden afgevoerd naar de Kromme Beek, die direct ten oosten van het plangebied ligt.

1.6.2 Advies weg- en vloerpeilen

Voor de weg- en vloerpeilen worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De minimale ontwateringsdiepte voor wegen bedraagt 0,7 meter boven de GHG ten opzichte van wegpeil (NAP +4,85 m tot NAP +5,05 m)
- De minimale ontwateringsdiepte voor bebouwing bedraagt 1,0 meter boven de GHG ten opzichte van bovenkant vloerpeil (NAP +5,15 m tot NAP +5,35 m)



Figuur 1.7 Globale weergave ophoging

De GHG is binnen het plangebied gedeeltelijk te hoog om te voldoen aan de ontwateringseisen. In figuur 1.7 is met rood globaal aangegeven welke locaties opgehoogd moeten worden. Ophoging van delen van het plangebied is dus noodzakelijk om voldoende ontwateringsdiepte te realiseren. In het kader van grondwaterneutraal bouwen kan de benodigde ontwatering worden bereikt door (selectief) op te hogen en/of kruipruimtelooos te bouwen.