

## Retourbemaling en oppervlakte infiltratie bij tijdelijke bemalingen

In deze Infofiche wordt de aandacht toegespitst op de **retourbemaling**, een techniek die, in het kader van bouwprojecten, toelaat om de onttrekking van grondwater en de effecten op de omgeving te beheersen. Het beperken van de opgepompte debieten bij bemalingen om het milieu te beschermen valt inderdaad onder de filosofie van de **bemalingscascade** die in Vlaanderen van toepassing is.

Momenteel wordt een groot deel van het opgepompte grondwater geloosd in de riolering wat negatief voor het milieu is en wat problematisch is gezien de verstrenging van de [gewestelijke regelgevingen](#) waarbij een striktere toepassing van de [bemalingscascade](#) gevraagd wordt met 1. beperken of maximaal terug in de ondergrond brengen van opgepompte volumes via peilgestuurde bemalingen, **retourneren en infiltreren**, 2. gebruiken van bemalingswater, 3. lozen op oppervlaktewater en dan pas 4. lozen op de riolering.



Hiertoe wordt er eerst en vooral een korte beschrijving gegeven van de retourtechnieken en zijn toepassingsgebieden. Verschillende bijzondere aandachtspunten bij het ontwerp, de uitvoering, de controle en het onderhoud van de retourbemaling worden belicht. Deze infofiche werd opgesteld in het kader van het COOCK-project *Grondwaterbeheersing bij bouwprojecten*.



### 1. Algemeen principe – retourbemaling en infiltratietechnieken

Het terug in de ondergrond brengen van bemalingswater is mogelijk door ofwel te **retourneren** (via retourputten) ofwel te **infiltreren** (via een infiltratievoorziening). Retourbemaling is het proces van het op een gecontroleerde manier injecteren (of terug inbrengen of retourneren) van water in de grond, meestal door middel van putten.

Naast het beperken van het verpompte debiet tot een minimum, is de **retourbemaling** de meest effectieve manier om het netto<sup>1</sup> opgepompte debiet (=verloren water) uit het grondwater te verminderen. Bij retourbemaling is in de meeste gevallen alleen het netto debiet [bepalend voor de vergunningsklasse](#) [1].

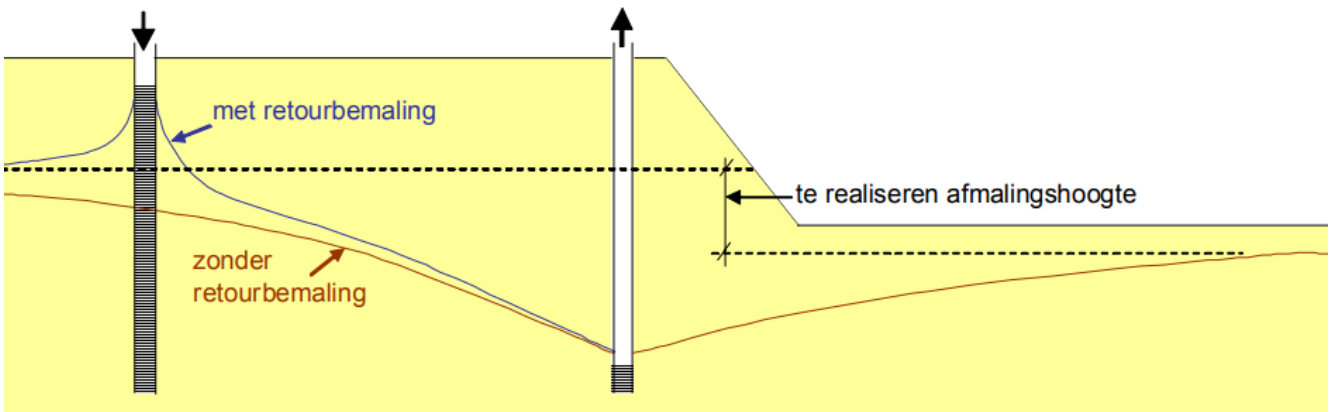
VMM [2] definieert de retourbemaling als volgt:

*Bij een diepte-infiltratie wordt het opgepompte bemalingswater (via onttrekkingsbronnen) op een bepaalde afstand van de bemalingszone terug in dezelfde watervoerende laag geïnjecteerd (via retourbronnen). Ook oppervlakte-infiltratie, waarbij freatisch grondwater wordt geherinfiltrereerd in de ondergrond via infiltratiegrachten of –bekkens, wordt beschouwd als retourbemaling.*

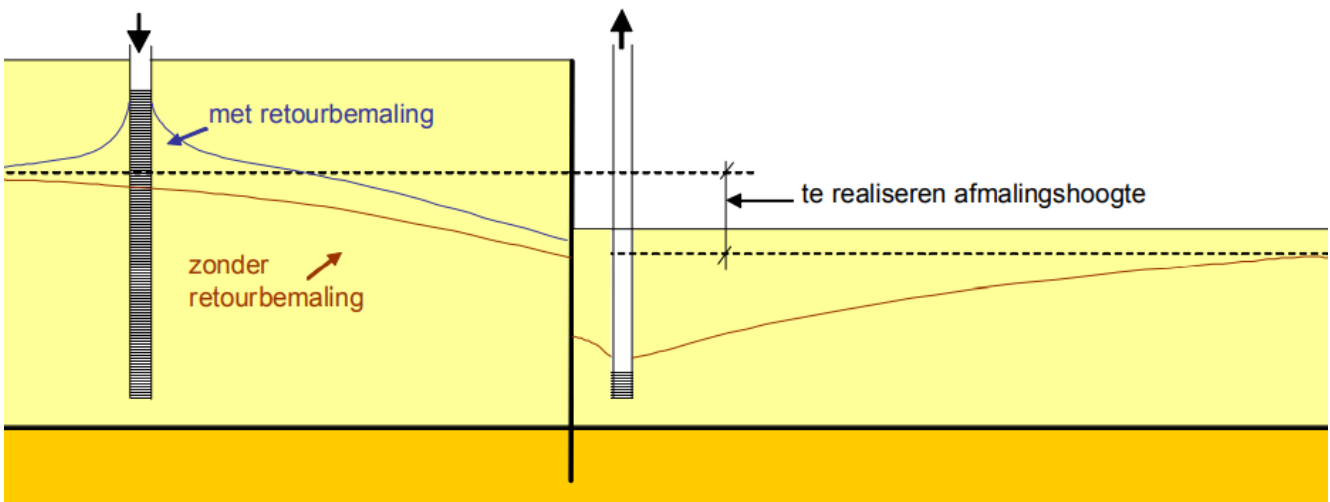
<sup>1</sup> In de grondwatertrein staat momenteel de volgende definitie: “netto debiet of netto volume”: het volume opgepompt grond- of bemalingswater (al dan niet uitgedrukt per tijdseenheid) verminderd met het volume grond- of bemalingswater dat in dezelfde watervoerende laag wordt teruggebracht als waaruit het is opgepompt



Het toepassen van een retourbemaling met retourbronnen leidt tot een verhoging van het verhang naar de bouwput toe, en bijgevolg tot een toename van het vereiste onttrekkingsdebiet, vooral bij afwezigheid van een waterremmend scherm tussen de onttrekkingszone en de hervoedingszone. Ten einde bij afwezigheid van een waterremmend scherm een overdadig “rondpompen” te vermijden, moet een minimum tussenafstand worden gerespecteerd van de onttrekkingsbronnen tot de hervoedingsbronnen. Wanneer wel een waterremmend scherm aanwezig is, kan in de daardoor verticaal afgesloten watervoerende lagen wel worden hervoed tot onmiddellijk achter het scherm toe. Een eventuele verzwaring van de bemaling ten gevolge van de retourbemaling dient mee verrekend te worden in het ontwerp [5].



Retourbemaling bij afwezigheid van een waterremmend scherm [5]



Retourbemaling bij aanwezigheid van een waterremmend scherm [5]

Een retourbron werkt op dezelfde manier als een [dieptebron](#) gebruikt voor de onttrekking, behalve dat de stroomrichting omgekeerd is. Een retourput moet ervoor zorgen dat water met zo weinig mogelijk hinder in de watervoerende laag kan stromen. De hervoeding van water in de ondergrond is echter moeilijker dan het oppompen [6].

Een dieptebron is in principe zelfreinigend, in die zin dat alle losse deeltjes (of deeltjes in suspensie) door de stroming uit de put worden verwijderd. Een retourbron daarentegen is zelf verstoppend - zelfs als het water dat in de retourleidingen geduwd wordt van hoge kwaliteit is, zullen zwevende deeltjes of gasbellen in de put (of in de watervoerende laag direct buiten de put) worden opgesloten, wat met de tijd tot de verstopping van de retourbron en een zeker verlies van efficiëntie zal leiden.

Opgelet: het is ook een oud zeer dat bronnen misbruikt worden om ook regenwater (met puin) uit de bouwput via de bronnen af te voeren. Dit is niet toegelaten. Dit kan ernstige gevolgen hebben voor de onderwaterpomp in de bron, de bron zelf, de retourinstelling en de afvoerleiding met debietmeter. Dit is in principe nefast voor het gehele systeem, met of zonder retourbemaling. In geval van retourbemaling, kan het ook de werking van deze retourbronnen volledig vernietigen. Retour via bronnen gebeurt via een gesloten circuit dat op een bepaalde druk moet blijven (zie verder).



*Misbruik van bronnen voor de drainage van het regenwater*

In het algemeen dient een retourbron op dezelfde manier ontworpen, geïnstalleerd en ontwikkeld te worden als een onttrekkingsbron ([zie infofiche dieptebronnen](#)). De twee belangrijkste verschillen zijn [6]:

- om de hydraulische efficiëntie van de hervoeding te maximaliseren, moeten het filtermateriaal en de sleufgrootte van de buis ([zie infofiche dieptebronnen](#)) zo grof mogelijk zijn, terwijl er uit de retourput nog steeds water opgepompt moet kunnen worden (bij schoonpompen en regeneratie) zonder continue verwijdering/onttrekking van fijne deeltjes<sup>2</sup>,
- omdat in een retourbron doorgaans geen onderwaterpomp hoeft te worden geplaatst, kunnen deze theoretisch een kleinere diameter hebben dan een onttrekkingsbron. De buis en het filterelement van de retourbron moeten echter groot genoeg zijn voor een mogelijke herontwikkeling van de retourbron (zie paragraaf 6).

De retourbron bestaat meestal uit:

- de blinde buis en het filterelement, omgeven door het filtermateriaal;
- een afdichting van de blinde buis met een kleistop of een cementmengsel op het niveau van het maaiveld om te voorkomen dat het geïnjecteerde water rechtstreeks in het filterpakket tot op het maaiveld stroomt en om het retourwater onbelucht te houden. Beluchting<sup>3</sup> van het geretourneerde water kan verstoppingsprocessen bevorderen en moet zoveel mogelijk worden vermeden (zie paragraaf 6).
- kleistop(pen) wordt(en) boven het filtermateriaal geplaatst in functie van de lokale geologie en de toegepaste retourdrukken;
- een neerwaartse buis om te voorkomen dat het geretourneerde water langsheen de wand van de retourput stroomt en belucht wordt;
- ontluchters aan de bovenkant van de retourput en van de leidingen om lucht uit het systeem te verwijderen wanneer de retourbemaling opgestart wordt en gedurende de gehele exploitatie;
- een regelmechanisme en eventueel een debietmeter<sup>4</sup> om de waterstroming naar de retourput te kunnen bewaken en aan te passen. De druk in de retourput moet regelbaar zijn;
- een eventuele regeneratie buis.

Bijna alle retourbronnen hebben tot op zekere hoogte last van verstopping, en het is van vitaal belang dat het ontwerp een passende regeneratie mogelijk maakt. Dit wordt verder besproken in de paragraaf 6.

Om het rendement van de retourbronnen tijdens de hele duur van de werken te verzekeren zijn er twee benaderingen: de verstopping vermijden of minimaliseren (met een streng beheer van de waterkwaliteit van het retourwater) en de verstopping aanvaarden en aldus de regeneratie van de retourbronnen plannen.

---

<sup>2</sup> VMM [2] definieert de regeneratie van de retourbron als het schoonmaken van de put, zowel mechanisch (bv. schoonpompen of schoonspuiten) als chemisch (door gebruik van bv. chloor, waterstofperoxide of een sterk zuur).

De herontwikkeling van de retourbron is in de VMM richtlijnen gebruikt ter beschrijving van het schoonpompen en het schoonspuiten.

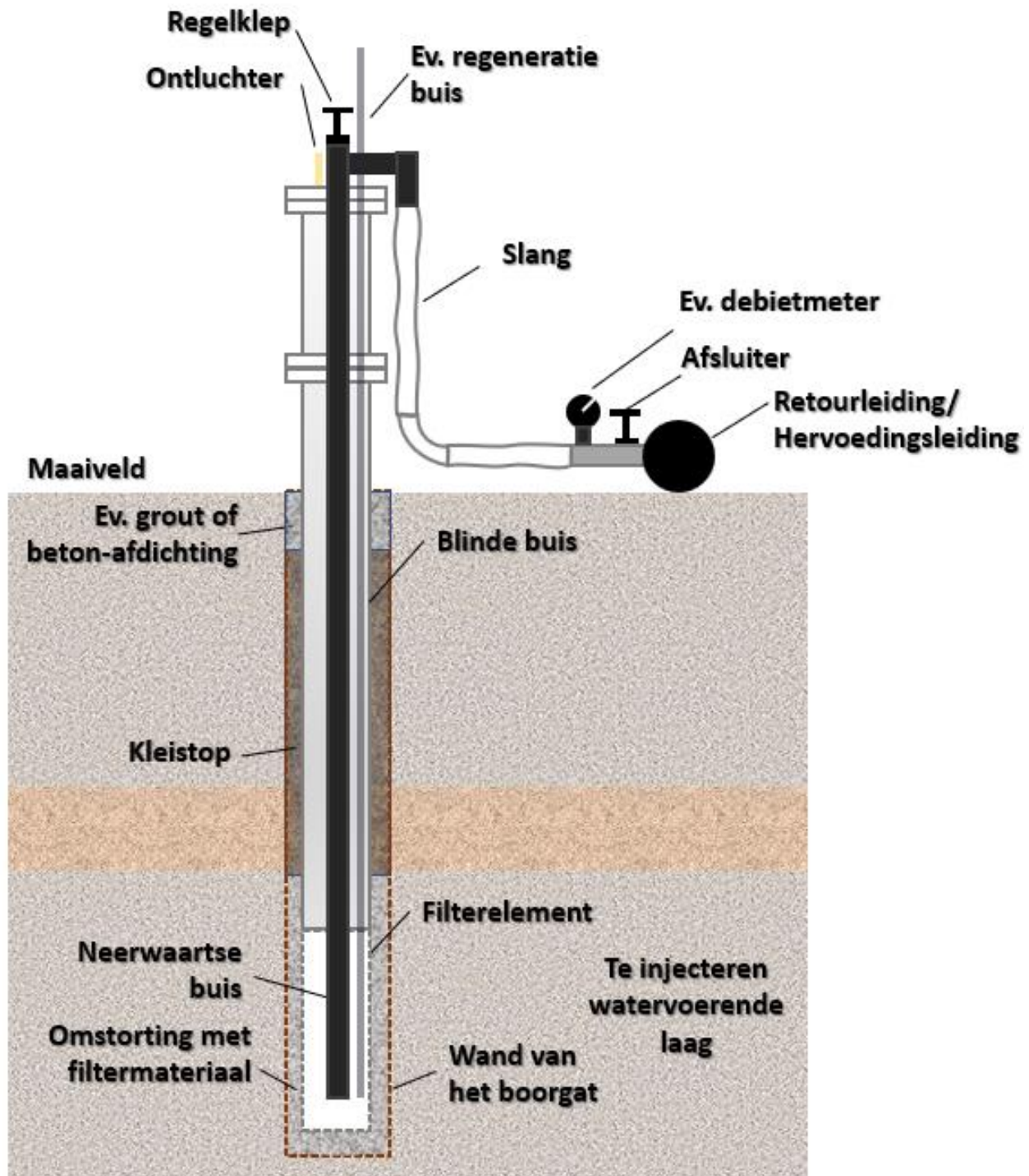
<sup>3</sup> Beluchting veroorzaakt de neerslag van ijzeroxides uit het water op het filterelement van de retourbron. Dit resulteert in de verstopping van het filterelement en de retourbron. Hierdoor verlaagt het retournerende debiet en een regeneratie van de retourbron dient frequenter uitgevoerd te worden.

<sup>4</sup> Debietmeting van het retourwater dient niet speciaal op elke individuele retourbron uitgevoerd te worden. De globale debietmeting van het retourwater dient via meting of rekenkundig bepaald te worden (zie infofiche minimale eisen voor de monitoring).

Om de verstopping van de retourbronnen te vermijden zullen in het algemeen een neerwaartse buis, een ontluchter en eventueel ook een regeneratie buis gebruikt worden.

Speciale filtertanks kunnen ook voorzien worden om ijzerhoudende zouten en zandkorrels uit het retourwater te filteren voordat het in de retourputten gebracht wordt.

Afhankelijk van de initiële grondwaterstand, van de mogelijkheid om de retourbronnen vrij homogeen te verdelen rondom de gehele bouwput en van de chemische kwaliteit van het opgepompte water, kan het noodzakelijk zijn om meer retourbronnen aan te leggen dan onttrekkingsbronnen [2].



*Principeschema van een retourbron*



*Kop van de retourbron verbonden aan de retour-/hervoedingsleiding*



*Detail van de kop van de retourbron met de invoerslang, de monitoringtoestellen, een ontlufter en een regeneratie buis*

Om de bedrijfszekerheid van de retourbemaling zo groot mogelijk te houden werd bij de eerste realisaties van retourbemaling geopteerd voor een rechtstreekse verbinding van een onttrekkingsput met een aantal retourputten. Aldus werd het retourbemalingssysteem opgedeeld in een aantal secties. Bij eventuele beluchting of andere problemen diende er dan slechts één sectie buiten dienst te worden gesteld [7].

De maatregelen om de beluchting van het opgepompte water tegen te gaan zijn echter dermate betrouwbaar geworden dat het opgepompte water thans even goed via een gemeenschappelijke leiding van de onttrekkingsputten naar de retourputten kan worden gebracht [7].

Elke retourput moet voorzien zijn van een overstortleiding.

Het grondwaterpeil binnen de retourbron kan ook gemeten en geregistreerd worden. Een vergelijking met de peilmeting in de piezometers buiten de bouwkuip kan relevante informatie leveren.

### 3. Oppervlakte-infiltratie - typering van het systeem

VMM definieert de **oppervlakte-infiltratie** als het terugbrengen van opgepompt water in doorlatende oppervlaktelagen door middel van een infiltratievoorziening: ingegraven leidingen, grachten, bekkens<sup>5</sup> of vijvers [2]. Volgens Van Calster et al. [5] wordt **gravitaire oppervlaktehervoeding** toegepast door middel van ondiepe horizontale of verticale drains, tijdelijke infiltratiebekkens of –grachten. Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat de infiltratiesnelheid en bijgevolg de efficiëntie van de hervoeding met deze systemen over het algemeen met verloop van tijd afneemt door verstopping (zie paragraaf 6) of vervuiling van de drains, of door het ontstaan van een afsluitende sliblaag op de bodem van de sloot of de vijver [5].

VMM [2] vermeldt ook dat:

*Oppervlakte-infiltratie is een vorm van retourbemaling die alleen kan toegepast worden met freatisch bemalingswater. Onder oppervlakte-infiltratie verstaat men het hervoeden van het grondwater met freatisch bemalingswater via de onverzadigde zone.*

*Grachten die verbonden zijn op het hydrografisch net kunnen enkel gebruikt worden als infiltratiegrachten indien ze tijdens de uitvoeringsperiode van de retourbemaling afgedamd worden en indien de bodem voldoende doorlaatbaar is (bv. door het uitbaggeren van een eventuele sliblaag);*

*De grond onder bezinkingsbekkens, infiltratiegrachten, onverzadigde putten, ... moet voldoende doorlaatbaar zijn tot op de diepte van de grondwaterstand in rust;*

*In geval van lozing in een **oppervlaktewater** zijn er in [Vlarem II bijlage 2.3.1](#) voor diverse oppervlaktewaterlichamen richtwaarden opgenomen met betrekking tot het toegelaten zoutgehalte. Lozing in een oppervlaktewater gebeurt steeds in overleg van de beheerder van dit oppervlaktewater.*

Bovendien mag het water niet verontreinigd zijn.

<sup>5</sup>Infiltratiebekken of -gracht: een bekken of gracht die niet verbonden is met het hydrografisch net en waarin water kan infiltreren naar de ondergrond [2].





Oppervlakte-infiltratie van bemalingswater in het duingebied in De Panne voor het project “rusthuis Duinenzee”  
 (met dank aan AGT)

#### 4. Toepasbaarheid

In een aanvraagdossier voor een vergunning of melding voor een bemaling moeten steeds de effecten naar de omgeving onderzocht worden, op basis van de gemodelleerde debieten en het bemalingsconcept. Er moet steeds vermeld worden op welke manier zal omgegaan worden met het opgepompte bemalingswater en dit in respect van de filosofie van de bemalingscascade:



Het terug in de ondergrond brengen van bemalingswater heeft verschillende belangrijke doelen in functie van de omstandigheden:

- de vermindering van het netto opgepompte debiet om de impact van de wateronttrekking op de grondwaterreserve/balans te beperken (cf. [droogteproblematiek](#));
- het grondwaterpeil dicht bij zijn oorspronkelijke niveau te houden om bv.:
  - o ontoelaatbare verzakkingen van aangrenzende constructies of leidingen te voorkomen (dit kan rondom de volledige bouwput om in alle richtingen zettingen te vermijden, of ter hoogte van specifieke zettingsgevoelige constructies [\[2\]](#)),
  - o de watervoeding van de gewassen en de wortels van omringende bomen te verzekeren,
  - o de continuïteit van de omliggende industriële waterinlaten (grondwaterwinningen) te verzekeren,
- een hydraulisch scherm te creëren om de verplaatsing/migratie van verontreinigingen en / of verzilt grondwater te voorkomen.

De hervoeding van het opgepompte water in de bodem kan, afhankelijk van de mogelijkheden en omstandigheden, op een aanzienlijke afstand van de bemalingswerf (enkele honderden meters tot enkele kilometers) uitgevoerd worden. Indien nodig worden bruggen voorzien om de hervoedingsleidingen over bv. fietspaden/wegen te transporteren en/of boosterpompen<sup>6</sup> ingezet om de waterstroming en de herinfiltratie ervan in de ondergrond te verzekeren.

Het bemalingswater dient niet verontreinigd te zijn. Zilt bemalingswater dient te worden ingebracht in een laag met dezelfde of een hogere saliniteit [\[2\]](#).

<sup>6</sup>Boosterpomp = pomp die de druk in een waterleidingsysteem verhoogt

Een **retourbemaling** kan als aangewezen oplossing<sup>7</sup> worden voorgesteld bij bemalingen in spanningswaterlagen. De invloedsstraal<sup>8</sup> is dan immers meestal zo groot en een kleine drukvermindering in het grondwater laat zich snel en ver voelen. Zelfs de aanwezigheid van een schermwand kan vaak het grondwater niet op een voldoende hoog peil houden [7].

VMM vermeldt ook dat [2]:

*De haalbaarheid van een **retourbemaling** wordt in de eerste plaats door de ontwerper van het bemalingsconcept afgewogen rekening houdende met de resultaten van een risicoanalyse, de kostprijs, de beschikbare ruimte en de technische haalbaarheid. Deze eerste analyse, uitgevoerd door de ontwerper, wordt in vergunningsfase door VMM beoordeeld voor alle vergunningsplichtige bemalingen (klasse 1 en 2) [...] Wanneer het opgepompte grondwater om één of andere reden (vervuild, belucht, te hoge MFI, ...) niet kan geretourneerd worden en er toch moet geretourneerd worden (bv. om zettingen te vermijden), dan moet het retourwater vooraf worden gezuiverd dan wel elders gehaald worden.*

De uitvoerbaarheid van een **retourbemaling** wordt bepaald door [7]:

- de lokale geologische en hydrogeologische omstandigheden,
- de in het water aanwezige hoeveelheid gas,
- de chemische samenstelling van het grondwater,
- de kwaliteit van de onttrekkingsputten,
- de samenstelling van de retourputten en de toegepaste overdruk.

**Retourbemaling** is heel efficiënt wanneer elke beluchting van het opgepompte water wordt vermeden (zie paragraaf 6). De opbouw van de onttrekkingsputten moet derwijze worden opgevat dat het opgepompte water geen gasbellen bevat en eveneens een minimale hoeveelheid aan vaste deeltjes. In het algemeen is het nodig om de capaciteit van de onttrekkingsputten te beperken [7].

Verder wordt de overdruk op de retourput meestal beperkt tot enkele meters boven het maaiveld (of beter met een druk in de toevoerleiding van de retourbron die gelijk is aan de diepte van het filterelement van de retourbron), dit om te voorkomen dat het water rechtstreeks langs de putwand naar het grondoppervlak zou stromen [7]. CROW CUR [8] hanteert een waarde van 1.5 à 2 m van overdruk.

KIWA [9] hanteert het gebruik van de volgende vuistregels. De maximum stijghoogte boven maaiveld, die in een retourput mag worden toegelaten met het oog op het voorkomen van bodemsplijting<sup>9</sup>, dient kleiner te zijn dan 0.2 maal:

- de diepte van de bovenzijde van de omstorting of,
- de onderzijde van de afdekkende slecht doorlatende grondlaag, indien deze zich slechts enkele meters hoger bevindt.

Een voorzichtige benadering is de minimale waarde te nemen tussen:

- 1.5 m;
- het resultaat van de KIWA berekening, die relevant kan zijn voor retourbronnen op kleine diepte.

Uiteindelijk is het ook belangrijk te verifiëren dat het terug in de grond brengen geen wateroverlast veroorzaakt voor derden. Retourbemaling heeft bv. een impact op de waterdrukveranderingen die dienen geanalyseerd te worden o.a. in aanwezigheid van bestaande ondergrondse constructies (zoals tunnelkokers ...) of in de nabijheid van taluds of steilranden (abrupt hoogteverschil).

---

<sup>7</sup> Bij een spanningsbemaling is het de bedoeling om de spanning van het grondwater weg te nemen. Het hervoeden van het gespannen grondwater kan deze spanning opnieuw verhogen, tenzij je het bemalingswater op een strikte gecontroleerde manier en op een voldoende afstand terug in de ondergrond brengt.

<sup>8</sup> de invloedsstraal van een bemaling is de afstand tot een bemaling waarbinnen een meetbare verlaging van de grondwaterstand optreedt. Meestal wordt voor deze meetbare grondwaterverlaging 0,05 m aangenomen [2].

<sup>9</sup> Bodemsplijting kan tot de stroming van het water langsheen de buis van de bron leiden. De retourbron is dan verloren [9].

## 5. Uitvoering

De uitvoering van een retourbron is vergelijkbaar met de uitvoering van [onttrekkingsbronnen](#).

De uitvoering van oppervlakte-infiltratie is in paragraaf 3 beschreven.

## 6. Aandachtspunten

### *Verstopping en regeneratie van de retourbronnen*

De ervaring heeft geleerd dat het veel moeilijker is om water in de grond te retourneren dan om het te onttrekken.

Veel van de praktische problemen met **retourbemalingen** komen voort uit problemen met de waterkwaliteit die tot verstopping van de retourputten leidt. De ontwerper en exploitant zijn onrealistisch als ze niet verwachten dat retourputten (of infiltratie-oppervlakte of -sleuven<sup>10</sup>) tijdens bedrijf (in meer of mindere mate) verstopt raken [6].

Het is de moeite waard om de mechanismen te overwegen die kunnen leiden tot verstopping van de retourbronnen [2, 6, 9, 10 en 11]:

- **Meegevoerde lucht en gas.** Dampbellen (zoals lucht of methaan) die in het retourwater aanwezig zijn, hopen zich op in de put, waardoor de waterstroom door het filterelement en het filtermateriaal<sup>11</sup> naar de watervoerende laag wordt belemmerd. De gasbellen kunnen het gevolg zijn van het vrijkomen van opgeloste gassen uit het retourwater, van lucht die in de retourleiding wordt gezogen, waar veranderingen in de stroom een negatieve druk veroorzaken, of als water langsheen de wanden van de retourput kan stromen (het gebruik van de neerwaartse buis voorkomt dit), uit lucht die in het water is meegevoerd. [Zorgvuldige afdichting van de leidingverbinding en het minimaliseren van beluchting van het retourwater kan dit probleem helpen voorkomen. Ontgassingsapparatuur kan op het leidingwerk worden geïnstalleerd om eventueel gas af te tappen voordat het in de retourputten indringt.](#)
- **Afzetting van zwevende stoffen uit retourwater.** Deeltjes (kleiachtige, leemachtige en zandachtige gronddeeltjes, biofouling detritus<sup>12</sup>, algenmaterie, losse roest of kalkaanslag van leidingen, enz.) die met het retourwater worden meegevoerd, hopen zich op in de put en blokkeren de stroom doorheen het filterpakket. [Het beheer van dit probleem vereist een effectief ontwerp en ontwikkeling van de onttrekkingsputten om gesuspendeerde vaste stoffen in het retourwater te minimaliseren.](#)
- **Biologische groei.** Bacteriële werking in de retourputten kan leiden tot verstopping van deze putten. [Aangezien sommige bacteriën aerob zijn, is het raadzaam om de beluchting van het retourwater tot een minimum te beperken.](#)

---

<sup>10</sup> Infiltratie-oppervlakten en sleuven vereisen doorgaans periodiek onderhoud met een graafmachine om het slib uit de bodem van de sleuf te halen.

<sup>11</sup> De set "filterelement + filtermateriaal" is soms genoemd filterpakket of filterpack in de Engelse literatuur

<sup>12</sup> Biofouling of biologische vervuiling is de opeenhoping van micro-organismen, planten, algen of kleine dieren op oppervlakken waar het niet gewenst is. Biofouling van retourputten is in het algemeen waargenomen voor permanente putten en lange termijn toepassing (bv. na één à twee jaar werking) en gebeurt eerder zelden bij tijdelijke bemalingen.

- **Geochemische reacties.** Het retourwater kan reageren met het natuurlijke grondwater of met de aquifer zelfs. Dergelijke reacties zijn het meest waarschijnlijk als het retourwater geen grondwater is uit dezelfde watervoerende laag of als het opgepompte grondwater voorafgaand aan de herinjectie chemisch kan veranderen<sup>13</sup>. Typische reacties omvatten de afzetting van calciumcarbonaat of ijzer- of mangaan-oxides. [De potentiële betekenis van deze reacties kan alleen worden beoordeeld met de studie van de chemie van het grondwater, maar ze nemen over het algemeen af in ernst als de waterdruk- en temperatuurveranderingen tijdens de retourbemaling tot een minimum worden beperkt.](#)
- **Herstructurering van deeltjes/korrels in de watervoerende laag.** Hoewel dit meestal geen significant effect is, kan de doorlatendheid rond de put afnemen als gevolg van losse deeltjes rond de retourbron die opnieuw worden herschikt door de stroming van het retourwater uit de put. [Dit effect kan worden geminimaliseerd door de retourbronnen effectief te ontwikkelen bij oplevering en de periodieke herontwikkeling van de retourbron.](#)

Het schoonpompen van de retourbronnen alvorens in bedrijf te stellen is vereist: voor het in gebruik nemen moet iedere retourput krachtig worden schoongepompt tot het water volledig zandvrij is.

Ook het gehele retourbemalingssysteem (m.a.w. alle leidingen) moet grondig worden gespuid en ontluicht voordat het in bedrijf wordt gesteld.

De daarvoor nodige spuiafsluiters en ontluichtingskranen moeten aanwezig zijn.

Ook als de retourbemaling in bedrijf is, moeten de retourputten gemakkelijk en zo nodig frequent kunnen worden gereinigd. Dit kan door in iedere put een luchtliftsysteem te voorzien.

Bij het in bedrijf nemen moet geleidelijk te werk gegaan worden: de maximale overdruk op de retourputten moet stapsgewijs worden bereikt. Zeker in de aanvangsfase dient de injectiedruk (waterstand in de put) en (ten minste) het (globale) injectiedebiet dagelijks te worden gecontroleerd. Bij stijging van de overdruk mag het verminderen van het injectiedebiet alleen worden toegepast als noodmaatregel. De enige remedie is de regeneratie van de retourputten (zie verder).

Tijdens het retour-proces is de hoeveelheid **vaste deeltjes** in suspensie in het retournerende water een belangrijke parameter. Deze hoeveelheid kan bepaald worden via een membraanfilterindex (MFI) meting<sup>14</sup>. Algemeen wordt aangenomen dat water met een waarde kleiner dan 10 retourneerbaar is, althans voor bemalingsprojecten. Beter is echter een MFI na te streven die kleiner is dan 3 [\[2\]](#).

Om dampbellen te vermijden dient een minimale **drukhandhaving** voorzien te worden op elke positie van het leidingwerk van minimaal 0,5 bar (ondiepe onttrekking) tot 1,5 bar (diepere onttrekkingen) om ontgassing te voorkomen<sup>15</sup>.

Hoge stroomsnelheden kunnen aanleiding geven tot lokale onderdrukken. De **stroomsnelheid** zal dus in heel het leidingstelsel beperkt worden tot maximaal 2 m/s.

---

<sup>13</sup> Erger is het wanneer in de onttrekkingsputten zelf een mengeling ontstaat van het opgepompte water en het geoxideerde water afkomstig van het freatisch oppervlak. De neerslagproducten worden dan permanent aangemaakt met een hoge concentratie van vaste deeltjes in het retourwater, wat in principe niet retourneerbaar is [\[2\]](#).

<sup>14</sup> De membraanfilterindex-test geeft een indicatie van de lading aan vaste deeltjes in suspensie en laat op die manier toe om het intrinsieke verstoppingsvermogen van grondwater te bepalen [\[2\]](#). Paragraaf 7.1.3.3 van bijlage 6.8 van VMM beschrijft de procedures om de MFI-test uit te voeren en om de MFI waarde af te leiden.

<sup>15</sup> De ontgassingsdruk kan ook op het terrein gemeten worden zoals beschreven in [\[2\]](#).

Het retourwater dient onbelucht gepompt en getransporteerd te worden. Dit houdt in dat het opgepompte bemalingswater niet belucht mag worden (zie [infofiche Dieptebronnen](#)).

De onttrekkingsbronnen moeten ontworpen worden in functie van de retourneerbaarheid van het water dat opgepompt wordt [2]. VMM [2] vat de waterkwaliteitseisen voor de onttrekkings- en retourbronnen als volgt samen:

*Kwaliteit onttrekkingsbronnen:*

- *Filterstelling zo plaatsen dat menging van waterkwaliteit maximaal vermeden wordt. Meestal komt het erop neer dat de filterstelling voldoende diep moet zijn om geen belucht water aan te trekken. Een degelijke visuele controle op de monsters tijdens het boren (kleuromslag) kan hierbij een hulp zijn om de diepte van de redoxgrens af te bakenen. Vermijd in ieder geval dat het water in de pompputten verlaagd wordt tot onder de bovenkant van de filter;*
- *Probeer daar waar mogelijk het verzadigde deel in de putbuis boven de putfilter minstens even hoog te houden als de lengte van het filterelement zelf;*
- *Ontwikkel de putten correct om de putweerstand zo laag mogelijk te houden (verlaging in putbuis beperken), en ook voldoende om een lage MFI te bekomen, liefst < 3;*
- *Vermijd luchtinbraak waar dan ook in het systeem;*
- *Hou het systeem overal onder overdruk, minstens boven de ontgassingsdruk.*

*Kwaliteit retourbronnen:*

- *De retourbronnen moeten hetzelfde kwaliteitsniveau halen als de onttrekkingsbronnen;*
- *Hou rekening met de noodzakelijke overdruk in de retourbronnen ten opzichte van de dynamische grondwaterstand ter plaatse. Die is nodig opdat het water zou worden opgenomen in de watervoerende laag, maar ook om de hydraulische putweerstand (verstoppingsgraad) te overwinnen. Die laatste kan toenemen met de tijd. Zowel vernatting aan het maaiveld als opbarsten van de retourputten (annulaire ruimte barst op ten gevolge van hoge injectiedruk) moeten vermeden worden;*
- *Voorzie de retourbronnen van een injectieleiding die reikt tot onder de laagste grondwaterstand, en die is uitgerust met een regelkraan of -klep om zowel het debiet als de injectiedruk te kunnen controleren;*
- *Voorzie de mogelijkheid om retourbronnen desgevallend snel en efficiënt te kunnen regenereren. Dit gebeurt meestal pneumatisch, waarbij via de gesloten putkop alternerend lucht wordt geïnjecteerd die de waterkolom in de filter en de watervoerende laag drukt, en een air-lift leiding en T stuk om vervolgens te kunnen her-ontwikkelen door te airliften.*

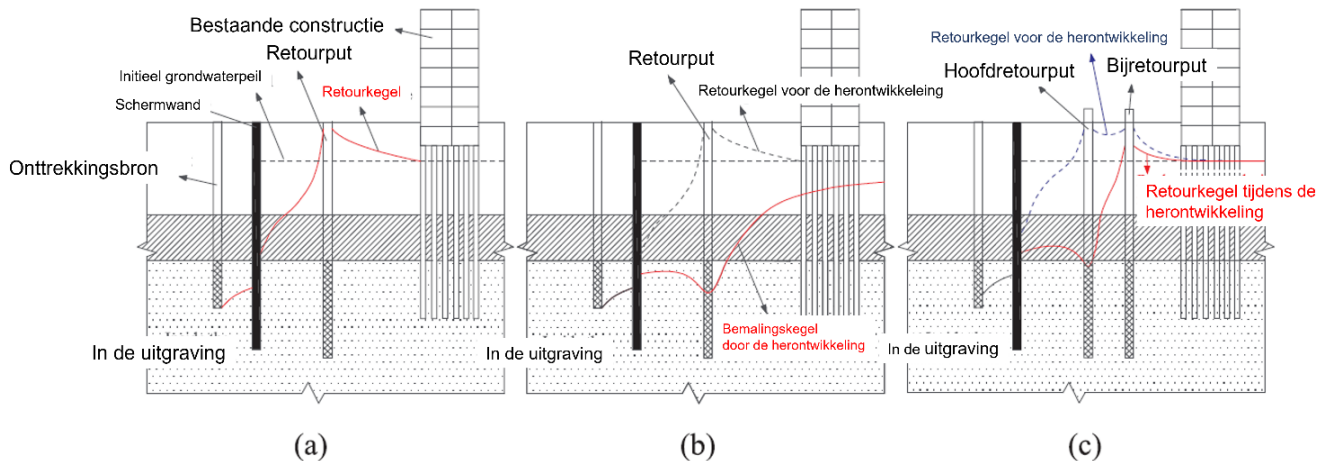
Niettemin, naargelang verstopping dient de retourput geregenereerd te worden.

Airliften of luchtliften is vaak gebruikt voor de regeneratie van een retourbron. Luchtliften is het bewerkstelligen van het transport van een waterkolom naar de oppervlakte in een putbuis of een boorgat door middel van de injectie van perslucht onderaan de te verplaatsen waterkolom. Deze techniek kan worden toegepast bij het ontwikkelen (het verwijderen van fijne deeltjes uit het water) van dieptebronnen, peilbuizen en retourbronnen [2].

Tijdens de onderhoudsfase vraagt de regeneratie van de retourputten d.m.v. het schoonpompen in het algemeen meer tijd dan luchtliften.

Een mogelijke maatregel bestaat in het voorzien van extra retourbronnen bovenop het minimum aantal dat nodig is voor de retourstroom. Op deze manier kan de stroming nog in stand gehouden worden als sommige retourputten ernstig verstopt zijn, waardoor er meer tijd is voor regeneratie.

Het is ook heel belangrijk om het omgevingseffect van het schoonpompen te beschouwen. Het schoonpompen betekent ook het tijdelijke afmalen van het grondwater rond de retourput. Voor complexe projecten in de omgeving van bestaande constructies kan er ook een gecombineerde retourbemaling toegepast worden. In deze methode worden extra retourputten (bijretourputten) toegevoegd om de afmaling van het grondwater als gevolg van (ontwikkeling of) herontwikkeling van de hoofdretourputten te compenseren.



*Klassieke en gecombineerde retourbemaling*

*(a) Bij klassieke retourbemaling - toestand tijdens de retourbemaling*

*(b) Bij klassieke retourbemaling – bemalingskegel tijdens de herontwikkeling*

*(c) Bij gecombineerde retourbemaling – retourkegel tijdens de herontwikkeling*

In het geval van gecombineerde retourbemaling zullen er geen significante zettingen optreden tijdens de herontwikkeling, als het retourdebiet van de bijretourput ongeveer gelijk is aan (of niet minder is dan) het retourdebiet van de hoofdretourput.

### *Bij het ontwerp*

Bij het ontwerp van een **retourbemaling**, is het absoluut noodzakelijk om pompproeven uit te voeren om de hydraulische parameters van de lokale ondergrond te bepalen.

Bij gebrek aan eerdere ervaring in de buurt van de werf, is het meestal aangewezen om een retourbemalingsproef uit te voeren. Dergelijke proef biedt dan niet alleen de mogelijkheid om de eigenschappen van het te bemalen watervoerend pakket te bepalen maar ook om de geschiktheid van het opgepompte water voor infiltratie te controleren. De installatie voor het uitvoeren van een retourbemalingsproef omvat: een onttrekkingsput, drie of vier retourputten en een groot aantal piezometers [7].

Door het uitvoeren van een voorafgaandelijke in situ reële schaal retourbemalingsproef kan worden bepaald of herinjectie haalbaar is [12]:

- Deze proef laat toe om de capaciteit en de invloedsstraal van de retourput te bepalen;
- Tijdens de proef wordt de waterkwaliteit gecontroleerd (zie vorige paragraaf) en de haalbaarheid van de retourbemaling beoordeeld op basis van deze kwaliteitsmetingen;
- De aard en de snelheid van de verstoppingsprocessen worden waargenomen;
- De frequentie en de methode voor het onderhoud (regeneratieproces) kunnen bepaald worden.

De eigenschappen van het retourbemalingssysteem kunnen aangepast worden rekening houdend met de metingen en de waarnemingen tijdens de proef.

De resultaten van al de uitgevoerde proeven geven een eerste indicatie i.v.m. de geschiktheid van het grondwater voor infiltratie. Bij de uiteindelijke beslissing i.v.m. het al of niet mogelijk zijn van een retourbemaling speelt ook de mogelijkheid om de retourputten te regenereren en het daarmee gepaard gaande verlies aan rendement een belangrijke rol.

Wanneer de retourputten tijdens de proef niet snel genoeg verstopten, wordt de verstopping ervan versneld door het opgepompte water te beluchten of door er een hoeveelheid vaste deeltjes aan toe te voegen. Daarna wordt de put geregenereerd en wordt de opnamecapaciteit (d.i. infiltratiedebiet bij een gegeven waterhoogte in de put) opnieuw gecontroleerd [12].

Andere infiltratieproeven (bv. dubbele ring infiltrometer) geven ook informatie voor de bepaling van de hydraulische parameters maar zijn meestal niet genoeg om een retourbemaling met retourputten te ontwerpen. Ze zijn aangewezen voor [oppervlaktehervoeding](#).

Voor het ontwerp van [retourbemalingen](#) is numeriek modelleren noodzakelijk om het effect van invloedsbepalende maatregelen te onderzoeken [2].

De betrouwbaarheid van een dergelijk model is des te groter naarmate men de mogelijkheid heeft gehad om het model op een afdoende wijze te ijken. Het is daarom aan te bevelen om een retourbemalingsinstallatie steeds stapsgewijs aan te brengen. Na iedere fase kan de numerieke simulatie dan worden gecontroleerd en bijgewerkt [6].

Voorberekeningen met een numeriek model geven slechts indicatieve waarden van de verwachte waterstanden. Het is altijd nodig om de hydraulische parameters van het model en zijn randvoorwaarden bij te stellen door de gemeten waterstanden te vergelijken met de berekende waterstanden [12].

De bemalingscurven geregistreerd tijdens de eerste algemene verlaging van het grondwater zijn ook relevant voor de bepaling/aanpassing/verificatie van de hydraulische parameters.

Bij retourbemaling dient de impact van de waterdrukveranderingen (tijdelijk of permanent) op de bestaande (ondergrondse) constructies beoordeeld te worden. De invloed van de retourbemaling op de stabiliteit van de taluds in de omgeving dient ook geverifieerd te worden [2].

Voor retourputten gelden dezelfde overwegingen als voor onttrekkingsputten. Waar voor een bemaling een bemalingsdiepte moet worden bereikt afhankelijk van de uitgravingsdiepte, moet voor een retourbemaling een minimale (retour) grondwaterpeil worden gehandhaafd. Rekening houdend met de vermindering van de efficiëntie van de retour met de tijd (zie vorige paragraaf) is het beter om, bij het dimensioneren met een numeriek model, de capaciteit van de retourputten in het model te verkleinen, door de doorlatendheid (hydraulische geleidbaarheid) te verminderen [13].

Houd er rekening mee dat de positie en de lengte van de filterelementen van de retourputten vaak verschillend zijn dan die van de onttrekkingsputten (zie afbeelding hieronder ter illustratie). Het is van belang dat het filterelement van de retourput zich over de gehele hoogte van de watervoerende laag bevindt om de invloed van de bemaling op de gehele hoogte van de watervoerende laag te compenseren [13].

## VOEDINGSBRON

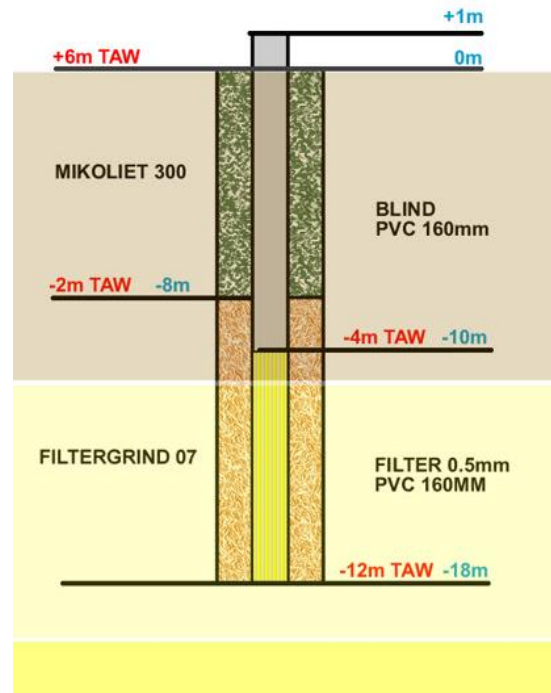
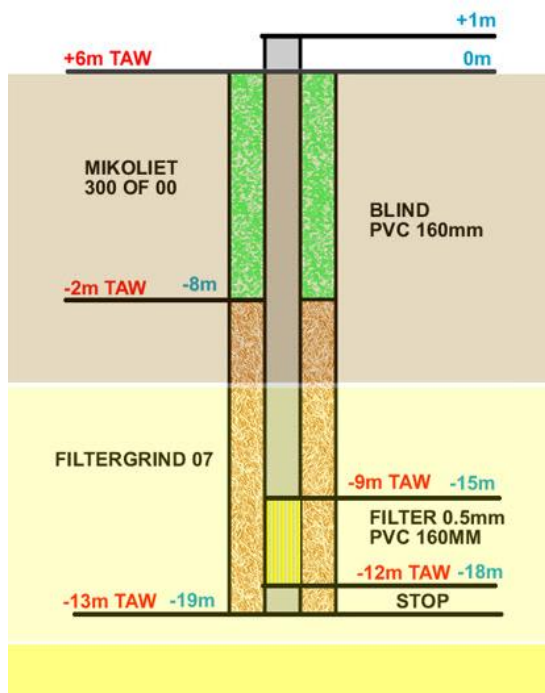
## RETOURBRON

### BOORSPECIFICATIES

GEEN PEILBUIS  
 BOORDIAMETER 380mm  
 GEEN ADDITIEVEN

### BOORSPECIFICATIES

GEEN PEILBUIS  
 BOORDIAMETER 380mm  
 GEEN ADDITIEVEN



**AANTAL: 22 stuks**

**AANTAL: 22 stuks**

*Voorbeeld van onttrekkings- en retourbronnen*

Anderzijds is het belangrijk om het filterelement van de onttrekkingsputten te beperken. Boven het filterelement is het noodzakelijk om een minimale verzadigde hoogte aan te houden om beluchting en dus het neerslaan van oxidatieproducten te voorkomen [13].

In combinatie met een schermwand en korte afstand retourputten dient de diepte van de wand voldoende groter te zijn dan de onderkant van de filterelementen van de onttrekkingsputten om een te directe hydraulische kortsluiting tussen de onttrekkingsputten en de retourputten te vermijden, waardoor een te hoge en onbeheersbare stroming kan ontstaan [13]. Deze diepte moet in principe door middel van een numeriek model bepaald worden. Veel hangt af van de lokale geologie.

Zonder schermwand is een vuistregel dat de afstand tussen de onttrekkingsputten en de retourputten minimaal 10 keer het verschil tussen het bemalingspeil en het retourpeil moet zijn. Dit is des te belangrijker wanneer er minder doorlatende fijne tussenlagen zijn, waardoor de waterstroom meer horizontaal wordt en zich in de richting van het talud van de uitgraving begeeft. Dit kan de taludstabiliteit in gevaar brengen. Indien deze minimale afstand niet beschikbaar is (bijvoorbeeld door de aanwezigheid van gebouwen die beschermd moeten worden tegen zettingen), is een gedeeltelijke of volledige schermwand noodzakelijk [13].



Een numeriek model van **oppervlakte infiltratie** is ook mogelijk en hierbij is het eveneens belangrijk de infiltratiecapaciteit van de grond in het model te verkleinen, door de doorlatendheid nog te verminderen om de vermindering van de efficiëntie van de infiltratie met de tijd te simuleren [13].

### *Doelstellingen van de retourbemaling in termen van stijghoogte*

Het doel van een systeem moet niet zijn om het grondwaterpeil op zich in stand te houden, maar om te voorkomen dat neveneffecten (zoals zettingen of problemen voor industriële waterwinners) onaanvaardbare niveaus bereiken. Grondwaterstanden variëren van nature als reactie op seizoenschommelingen en onder invloed van pompen (industriële activiteiten). Andere natuurlijke effecten zijn de reacties van getijdengrondwater. Een retourbemaling, die verzekert dat er absoluut geen afmaling van het grondwaterpeil gebeurt, zou niet haalbaar zijn. Het is aangewezen om een zodanig doel te stellen dat de grondwaterstanden in de piezometers niet onder gedefinieerde niveaus komen (die verschillend kunnen zijn in verschillende delen van de werf en in de omgeving). Ervan uitgaande dat de grondwaterstanden rond een werf van nature variëren in de tijd, en dat deze variatie geen nadelige neveneffecten veroorzaakt, wordt de laagst aanvaardbare grondwaterstand in een peilbuis vaak als seizoensminimum vastgesteld [6].

Soms is het ook zinvol om maximale grondwaterstanden in geselecteerde piezometers te specificeren. Dit vermindert de verleiding om overijverig bij te vullen, waardoor de grondwaterstanden boven het seizoensmaximum komen, wat zou kunnen leiden tot problemen met ondergelopen kelders bv. Door per peilbuis een toelaatbare minimale en maximale grondwaterstand vast te stellen (met minimaal 0,5 m tussen de maximale en minimale peilen), heeft de beheerder van de bemaling enige speelruimte om het systeem bij te sturen [6].

### *Controle van de retourbemaling*

Voor een goede werking van een retourbemalingsinstallatie is de controle en de afregeling zeer belangrijk. De inbedrijfstelling van de installatie is het meest cruciale punt. Hierbij moet men vooral letten op:

- het zorgvuldig ontzanden van de putten en het ontluichten van de leidingen vóór het starten;
- het geleidelijk in bedrijf stellen van de installatie;
- de regelmatige controle van de waterstanden en van de overdrukken op de retourputten tijdens de afregeling [7].

Eens de installatie volledig in bedrijf en afgeregeld is blijven de volgende punten belangrijk [7]:

- de controle van de waterstanden  
Daarbij onderscheidt men:
  - de waterstanden ter plaatse van de bouwput (= gerealiseerde grondwaterverlaging)
  - de waterstanden ter hoogte van de te beschermen constructies (= controle van het in stand te houden waterpeil)
  - de waterstanden in de onttrekkingsputten en retourputten (= opsporen van verstopping).De metingen kunnen het best geschieden door continue registratie en deze te koppelen met de numerieke simulaties (d.m.v. back-analyse).
- de controle van de installatie voor het vroegtijdig opsporen van lekken of van vervuiling;
- bij installaties welke gedurende een lange periode in dienst moeten blijven worden de retourputten best regelmatig preventief geregenereerd.

### *Nazorg van de (retour)bemaling*

Het herstel van de tijdelijk veranderde grondwaterstand na het stopzetten van de bemaling/retourbemaling is in de meeste gevallen geen probleem. De afpompingskegel wordt vanuit de omgeving weer opgevuld. Het kan wel een probleem zijn wanneer een retourbemaling werd toegepast om het grondwater dwingend op peil te houden. Wanneer de bemaling plots stopt, dan stopt de retourbemaling even plots omdat die gevoed wordt door de bemaling. Door het opvullen van de afpompingskegel zal het water voorbij de retourbemaling ook tijdelijk dalen, daar waar dit niet altijd toelaatbaar is. In dat geval moeten de bemaling en retourbemaling zeer geleidelijk stopgezet worden om de verlaging voorbij de retourbemaling te minimaliseren. Dit proces wordt gecontroleerd d.m.v. de monitoring [2]. Het afsluitenproces voor de retourbronnen is vergelijkbaar met het afsluitenproces van de [dieptebronnen](#).

## 7. Kwaliteitszorg en monitoring

De debieten (onttrekking, retour en lozing), de grondwaterpeilen (binnen en buiten de bouwput) en de kwaliteit van het bemalingswater worden gedurende de werkzaamheden gemonitord (zie infofiche Minimale monitoring).

## 8. Literatuurlijst

- [1] [VLAREM II. Bijlage 1. Indelingslijst. Rubriek 53.2.](#)
- [2] VMM. 2021. [Richtlijnen bemalingen ter bescherming van het milieu.](#)
- [3] VLAREM II. DEEL 5. Sectorale milieuvoorwaarden voor ingedeelde inrichtingen. Hoofdstuk 5.53. Winning van grondwater. Afdeling 5.53.6. Specifieke voorschriften. Onderafdeling 5.53.6.1. Bronbemalingen en draineringen. [Artikel 5.53.6.1.1 §4.](#)
- [4] [EMIS. VITO. Compendium voor de monsterneming, meting en analyse van water \(WAC\): methode](#)
- [5] [Van Calster et al. 2009. BGGG Richtlijnen Bemalingen. Versie September 2009.](#)
- [6] Cashman, P.M. and Preene, M. 2021. Groundwater Lowering in Construction. A practical Guide to Dewatering. CRC Press. Taylor and Francis Group. 3<sup>de</sup> druk.
- [7] Maertens, J. 1995. VIK cursus bouwputten, hoofdstuk 2. Grondwaterverlaging, 90p.
- [8] CROW-CUR HANDBOEK 4:2020. Bemaling van bouwputten en sleuven.
- [9] KIWA. 1982. Verstopping van persputten. Mededeling nr. 71. Werkgroep Persputten. Sept. 1982.
- [10] Pyne, R.D.G. 1995. Groundwater recharge and wells. A guide to aquifer storage recovery. CRC Press.
- [11] IAH-MAR. 2013. Clogging issues associated with managed aquifer recharge methods. Martin, R. (ed.). ISBN 978-0-646-90852-6
- [12] Raadschelders, H and Maertens, J. 1995. Artificial groundwater recharging for important civil engineering projects. Proceedings of the ECSMGE 1995.
- [13] Van Steenwinkel, J. 2009. Ontwerp en uitvoering van bemalingen. Proceedings van de vormingsavond van de BGGG. Bemalingen: theorie en praktijk. Sessie 2. 15 december 2009.

## Bijlage 1:

Op 16 november 2022 werd de VLAREM-trein 2019 gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad. Hierdoor worden een aantal wijzigingen in de regelgeving m.b.t. bemalingen doorgevoerd o.a. m.b.t. de retourtechnieken. Belangrijke aspecten zijn in bijlage 1 van deze infofiche gegeven. De publieke consultatie van de grondwatertrain loopt van 30 januari 2023 tot en met 1 maart 2023. In functie van de finale beslissingen zullen nog aanpassingen in de tekst van de infofiche aangebracht worden.

Hieronder relevante uittreksels van de presentatie van Ywan De Jonghe en Ilse Van Eylen (VMM) gegeven tijdens de [studienamiddag “Grondwater in de bouw” van 13 februari 2023](#).

## Tijdelijke bemalingen: sectorale vw



### ► STAP 1: max. beperken / terug in ondergrond brengen

- Retourputten in zelfde watervoerende laag / infiltreren ook in andere watervoerende laag
- (Debiet meten dat niet terug in ondergrond gebracht wordt => VLAREM-trein 2019)
- Terug in ondergrond brengen verplicht bij bouwputten waar technisch en milieukundig kan: Verplicht maar afwijkmogelijkheid (incl. overgangsbepaling) als:

- kwaliteit voldoet
- bij bouwput > 30 dagen actief
- infiltratievoorziening kan op openbaar domein of op terreinen van werf, die bereikt kan worden via openbaar domein of via terrein van de werf met een leiding van max. 200 m vanaf bemalingspomp : minstens deels

Of

infiltratievoorziening kan op openbaar domein of op terreinen van werf, die bereikt kan worden via openbaar domein of via terrein van de werf met een leiding van max. 500 m vanaf bemalingspomp als kl1 en > 6 maand actief: minstens deels

Of

Deel met max verlaging meer dan 6m: min 75% van onttrokken volume in = watervoerende laag

Of

Spanningsbemaling: min 75% van onttrokken volume in = watervoerende laag



## Kwaliteitskader terug in ondergrond brengen

Tenzij anders bepaald ... voldoet het bemalingswater aan:

1. Milieukwaliteitsnorm voor grondwater, behalve voor geleidbaarheid, chloride en microbiologische parameters. Als deze niet bestaat -> 2.
2. Richtwaarde voor grondwater uit bijlage II VLAREBO. Als deze niet bestaat -> 3.
3. Voor gevaarlijke stoffen: de rapportagegrens voor grondwater volgens de referentiemethode.

**Overgangsbepaling:** bij nieuwe, strengere waarde, geldt deze voor reeds geakteerde of vergunde bemalingen vanaf 12 maanden na inwerkingtreding van de nieuwe waarde.

- × Bemalingswater met geleidbaarheid bij 20°C >1600 µS/cm mag in de ondergrond als ontvangend grondwater = of hogere waarde
- × Bemalingswater met chlorideconcentratie >250 mg/l mag in de ondergrond als ontvangend grondwater = of hogere waarde

Toegepast voor alle vormen van terug in de ondergrond brengen:

- tijdelijke bemalingen (al in art. 5.53.6.1.1, §4)
- Permanente bemalingen (GW-trein)
- Lozing in GW (GW-trein)
- Kunstmatig aanvullen van GW (GW-trein)



## Proefbemalingen

### Definities:

- proefbemaling: pompproef specifiek voor een bemaling
- pompproef: tijdelijke onttrekking uit een of meer putten, al dan niet gecombineerd met terugbrenging in de ondergrond, waarbij metingen van debiet, peil, kwaliteit of zettingen worden uitgevoerd met het oog op het bepalen van geohydrologische karakteristieken van de ondergrond

### Gewenste rubrieksomschrijving:

rubriek	omschrijving	klasse
53.1.	aanleg en exploitatie van een grondwaterwinning, met inbegrip van het terug in de ondergrond brengen van grondwater in dezelfde watervoerende laag en het nuttige gebruik tot maximaal 5.000 m <sup>3</sup> grondwater, voor de uitvoering van:  1° proefbemalingen gedurende minder dan één maand  2° proefpompingen voor andere grondwaterwinningen dan bemalingen, gedurende minder dan drie maanden.	3  3



## Proefbemalingen

### Sectorale voorwaarden:

- Voldoende metingen => **minimaal doorlatendheid** bepalen
- **Verslag** => VMM (of in melding/aanvraag)
- Wat met onttrokken water? => ook hier **bemalingscascade**

Opsplitsing proefbemaling / proefpomping => ook **disciplines erkenning** boorbedrijf

