



KWR PCD 13-3 | november 2020

Putten en puttenvelden ten behoefte van drinkwater

Deel 3: Aanleg

Putten en puttenvelden ten behoeve van drinkwater

Deel 3: Aanleg

KWR | PCD 13-3 | november 2020

Opdrachtgever

Platform Bedrijfsvoering

Auteurs

ir. M.L. (Martin) van der Schans, dr. J. (Jan) van Lopik en ing. M.A. (Martin) Meerkerk

Jaar van publicatie
2021

Meer informatie
Martin van der Schans
T (030)60 69 537
E Martin.van.der.Schans@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

KWR

KWR PCD 13-3 | november 2020 ©

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

Praktijkcode Drinkwater

Status

De Nederlandse drinkwaterbedrijven maken in de dagelijkse bedrijfsvoering gebruik van richtlijnen met als doel het (hoge) kwaliteitsniveau van de bedrijfsvoering te handhaven en waar mogelijk verder te verbeteren, en/of de efficiëntie van de bedrijfsvoering te verhogen en bij te dragen aan het verder uniformeren van de werkwijzen binnen de drinkwatersector. Deze richtlijnen hebben doorgaans het karakter van een ‘aanbeveling van een te volgen gedrag of handelswijze’ en niet van een ‘bindend voorschrift’¹. Het gaat om privaatrechtelijke richtlijnen voor de ondersteuning in de dagelijkse praktijk van de bedrijfsvoering (‘best practices’) in het gehele traject van bron tot tap. De richtlijnen (soms ook aangeduid als ‘leidraad’) worden sinds 2008 opgesteld en hebben in 2015 de aanduiding ‘Praktijkcode Drinkwater’ (PCD) gekregen.

Verantwoording

Praktijkcodes worden opgesteld in opdracht van het Platform Bedrijfsvoering, waarin vertegenwoordigers van alle Nederlandse drinkwaterbedrijven en het Vlaamse bedrijf Pidpa participeren. Dit Platform heeft het beheer van praktijkcodes gedelegeerd aan de Begeleidingsgroep Praktijkcodes, die de ‘eigenaarsrol’ vervult. Ook in die groep participeert in beginsel één vertegenwoordiger per bedrijf. De voorzittersrol wordt vervuld door een van deze vertegenwoordigers, terwijl KWR Water Research Institute dat doet ten aanzien van de rol van secretaris.

Totstandkoming en kwaliteitsborging

Een specifieke praktijkcode of een revisie daarvan (zie onder) komt met inhoudelijke bijdragen van deskundigen van drinkwaterbedrijven en onderzoekers van KWR Water Research Institute interactief tot stand onder begeleiding van een projectgroep bestaande uit deskundigen van de drinkwaterbedrijven en/of –laboratoria. De leden van die projectgroep worden aangezocht vanwege hun specifieke kennis en/of vaardigheden die noodzakelijk is/zijn voor het betreffende onderwerp. Het voorzitterschap wordt in beginsel waargenomen door een vertegenwoordiger van de drinkwaterbedrijven; KWR Water Research Institute vervult het secretariaat en rapporteert de voortgang aan de Begeleidingsgroep Praktijkcodes. Soms maken drinkwaterbedrijven gebruik van de mogelijkheid om zich als agendalid van een projectgroep te laten registreren.

Na vaststelling van een praktijkcode door de begeleidende projectgroep wordt die ter formele vaststelling voorgelegd aan de Begeleidingsgroep Praktijkcodes.

Openbaarheid

Praktijkcodes Drinkwater zijn openbaar. Een actueel overzicht van alle praktijkcodes is te vinden op en zijn te vinden op de website www.PraktijkcodesDrinkwater.nl.

Periodieke actualisatie

Bestaande praktijkcodes worden periodiek geëvalueerd. In beginsel is er sprake van een ‘vijfjaarsrevisie’: primair wordt de vraag gesteld en bediscussieerd of actualisatie gewenst dan wel noodzakelijk is en als dat het geval blijkt te zijn, wordt die volgens een afgesproken procedure projectmatig geactualiseerd. De vorige editie van een praktijkcode is daarbij uitgangspunt. Als actualisatie niet gewenst of noodzakelijk blijkt te zijn, wordt een praktijkcode in principe opnieuw voor een periode van vijf jaar vastgesteld.

¹ Beide omschrijvingen zijn afkomstig uit ‘Van Dale’.

Voorwoord

Deze praktijkcode maakt onderdeel uit van een serie van in totaal zes delen. Een en ander is beschreven in het 'Voorwoord' van het eerste deel, waarnaar wordt verwezen (zie PCD 13-1:2019 [2]). Daarin is ook een korte introductie opgenomen.

Dit is het derde deel van de serie en vooraf worden daarbij de volgende opmerkingen gemaakt:

- De nummering van de hoofdstukken loopt door
Er is voor gekozen de nummering van de hoofdstukken in de serie praktijkcodes te laten doorlopen. Deel 2 van de serie (PCD 13-2:2019 [3]) eindigt met hoofdstuk 19, zodat dit deel begint met hoofdstuk 20.
- 'Richtlijnen'
Op diverse plaatsen in deze praktijkcode is een 'Richtlijn' opgenomen in een blauwgrijs kader. Het gaat om door de drinkwatersector opgestelde praktijkrichtlijnen, die zijn afgestemd op van toepassing zijnde beoordelingsrichtlijnen. Alle in deze praktijkcode opgenomen richtlijnen (totaal 31) zijn samengevat in bijlage I van dit document.
- Normen
Nationale en internationale normen waaraan in deze praktijkcode wordt gerefereerd, zijn niet opgenomen in het hoofdstuk 'Literatuur' van deze praktijkcode, maar zijn overzichtelijk weergegeven in bijlage II.
- Beoordelingsrichtlijnen
Voor relevante beoordelingsrichtlijnen van de (certificatie-)instellingen Kiwa Nederland en SIKB geldt hetzelfde als voor bovengenoemde normen. Die documenten zijn overzichtelijk weergegeven in bijlage III.

Samenstelling projectgroep

De totstandkoming van deze praktijkcode is begeleid door de Contactgroep Putten met de onderstaande samenstelling (per bedrijf in alfabetische volgorde).

Drinkwaterbedrijf of –laboratorium

Brabant Water
Dunea
Evides Waterbedrijf
KWR Water Research Institute

Oasen
Pidpa
PWN
Vitens

Waterbedrijf Groningen
Waternet

WMD Drinkwater
WML

Vertegenwoordiger(s)

Wim Lemmens
Pieter Dammers
Rob Lafort
Jan van Lopik
Martin Meerkerk (secretaris)
Martin van der Schans
Guido Kersten
Karel DeMey
Lucas Borst
Ton Ebbing
Ruud Krab
Ate Oosterhof (voorzitter)
Sjoerd Rijpkema
Pierre Kamps (agendalid)
Philip Nienhuis
geen
Wim Kessels
Renard Prevoo
Jim Smeets

Vaststelling praktijkcode

Deze praktijkcode is vastgesteld door de Begeleidingsgroep Praktijkcodes in de vergadering van 17 december 2020.

Inhoud

Inhoud	6
20 Bestek	10
20.1 Wat is een bestek?	10
20.2 Gangbare type bestekken in de drinkwatersector	10
20.3 RAW-systematiek	10
20.4 Onderdelen RAW-bestek voor winputten	11
20.5 Onderdelen RAW-bestek voor winputten	13
21 Keuze boortechniek	14
21.1 Indeling boortechnieken	14
21.2 Toelichting op enkele boortechnieken	15
21.2.1 Roterend zuigboren/luchtliften	15
21.2.2 Pulsboren	18
21.3 Selectie boortechniek	25
22 Stabiliteit boorgat	29
22.1 Werkwatervoorziening	29
22.1.1 Rein- of ruwwaterleiding	30
22.1.2 Een nabijgelegen winput of werkwaterbron	31
22.1.3 Aanvoer met tankwagens	31
22.2 Stabiliteit en benodigde overdruk in het boorgat	31
22.3 Verhoogd opstellen	33
22.4 Boorspoeling	33
22.4.1 Functies en type boorspoeling	34
22.4.2 PAC (polyanionic cellulose)	35
22.4.3 CMC (natriumcarboxymethylcellulose)	35
22.4.4 Bentoniet	36
22.4.5 Xanthaan	36
22.4.6 pH-verhogende boorspoelingsadditieven	36
22.4.7 Mica, walnootschillen, houtsnippers, cellofaansnippers	37
22.4.8 Keuze boorspoeling	37
22.4.9 Verversen boorspoeling	37
22.5 Ontzanden boorspoeling	38
22.5.1 Bezinkbakken (spoelbakken)	38
22.5.2 Cyclonen en schudzeven	39
23 Uitvoering van de boring	41
23.1 Introductie	41
23.2 Laatste voorbereidingen	42
23.2.1 Planning en afwijkingen	42
23.2.2 Veiligheids- en gezondheidsplan	42
23.2.3 Check vergunningen	43
23.2.4 Hygiënische maatregelen tijdens boring	43

23.3	Controle, toetsing en bijsturing	44
23.4	Boorbeschrijving en monsterneming van bodemmateriaal	44
23.5	Metingen in boorgat en winpunt	46
23.5.1	Metingen in open boorgat	46
23.5.2	Metingen na aanvullen boorgat	46
23.5.3	Metingen na ontwikkelen	47
23.6	Inbouwen buisconstructie (winput)	47
23.6.1	PVC buizen opslaan	47
23.6.2	Lijmen	48
23.6.3	Maten bijhouden en centreren	49
23.6.4	Afsluiten boorgat	50
23.7	Waarnemingsfilters (in winput)	50
23.8	Aanvullen boorgat	50
23.8.1	Vorbereiding	51
23.8.2	Hoeveelheid aanvulmateriaal	51
23.8.3	Stortsnelheid	51
23.8.4	Mantelbuis	52
23.9	Schoonpompen en ontwikkelen	52
23.9.1	Schoonpompen putbodem ('bodestofzuigen')	53
23.9.2	Schoonpompen waarnemingsfilters	53
23.10	Beoordelen putten	53
23.10.1	Specifieke volumestroom	54
23.10.2	Zand- en slibhoudendheid	54
23.10.3	Flowmeting	55
23.11	Afwerken putkop en aanbrengen putkelder	55
23.11.1	Putkopconstructie afwerken	55
23.11.2	Putkelder aanbrengen	55
23.11.3	Putkop installeren	56
23.11.4	Terrein afwerken	57
24	Aanleg van terreinleidingen	58
24.1	Stappen	58
24.2	Beproeven integriteit van vacuümleidingen	58
24.3	Spuien en waterkwaliteitsbeoordeling	59
25	Aanleg van meet- en regelinfrastructuur	60
26	In bedrijf nemen en testen	61
26.1	Checklist	61
26.2	In bedrijf nemen	61
27	Hygiënisch werken	63
27.1	Verontreiniging van bestaande winputten tijdens het boren	63
27.2	Winlocaties die niet eigendom zijn van een drinkwaterbedrijf en open voor publiek	63
28	Toezicht en oplevering	65

28.1	Toezicht	65
28.1.1	Toezicht tijdens boren en afwerken winput	65
28.1.2	Testen winput	67
28.1.3	Arbo-omstandigheden	67
28.1.4	Toezicht bij de aanleg van kabels en terreinleidingen	68
28.2	Oplevering	68
28.2.1	Opleveringseisen winput	69
28.2.2	Opleveringseisen kabels en leidingen	69
28.3	Normen bij toezicht en oplevering	70
28.4	Afspraken over oplevering	70
29	Documentatie	71
30	Literatuur	74
I	Richtlijnen	75
II	Voor deze praktijkcode relevante normen	77
III	Voor deze praktijkcode relevante beoordelingsrichtlijnen en protocollen	78

20 Bestek

20.1 Wat is een bestek?

Een bestek is een werkovereenkomst tussen opdrachtgever en aannemer, bestaande uit een beschrijving (en tekeningen) van een uit te voeren werk met alle inlichtingen over de uitvoering ervan, inclusief alle op het werk van toepassing zijnde administratieve bepalingen. Het is dus enerzijds het sluitstuk van de ontwerpfase en anderzijds het startpunt van de daadwerkelijke uitvoering. Het bestek wordt gemaakt op basis van het definitieve ontwerp. In dit hoofdstuk wordt beschreven wat in het bestek thuishoort.

20.2 Gangbare type bestekken in de drinkwatersector

Drinkwaterbedrijven maken voor de beschrijving van de aanleg van pompputten meestal gebruik van een eigen standaardbestek. Om verwarring en geschillen met aannemers te voorkomen, worden daarbij uniforme teksten en juridisch gezien deugdelijke verwijzingen gehanteerd die aansluiten bij een landelijke besteksystematiek. In de drinkwatersector zijn de volgende systematieken gangbaar:

- **STABU-systematiek**

STABU staat voor Standaardbestek Burgerlijke en Utiliteitsbouw. De Stichting STABU is een samenwerkingsverband van de grote organisaties in de Nederlandse bouwnijverheid. De naam is afgeleid van de taak waarvoor die stichting staat: het uitgeven en beheren van de gestandaardiseerde besteksystematiek voor de woning- en utiliteitsbouw. Voor meer informatie op het gebied van deze organisatie en systematiek, zie <https://www.stabu.org/> respectievelijk <https://www.stabu.org/producten/stabu2/>

- **RAW-systematiek**

De afkorting RAW staat voor Rationalisatie en Automatisering Grond-, Water- en Wegenbouw. Het stelsel als geheel vormt de basis voor het maken van infrabestekken volgens een gestandaardiseerde, uniforme methode. De RAW geldt als het belangrijkste standaardbestek in de grond-, water- en wegenbouwsector (GWW) met inbegrip van kabel- en leidingwerk, en wordt al ruim dertig jaar toegepast voor bouwprojecten in Nederland. RAW wordt onderhouden door CROW (nu een eigennaam, in het verleden was dat de afkorting voor 'Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek'), zie <https://www.crow.nl/thema-s/contracteren/raw-reguliere-bestek>. Uitgebreide informatie over de RAW-systematiek is te vinden op de daarvoor bedoelde website <https://www.raw.nl/>. Voor wat betreft het onderdeel algemene en administratieve bepalingen zijn op dit moment de 'Standaard RAW Bepalingen 2020' [11] van kracht.

De aanleg van winputten en bijbehorende leidingen komt het meest overeen met de werken waarvoor de RAW-systematiek is bedoeld.

20.3 RAW-systematiek

De RAW systematiek bestaat uit standaard bepalingen, een catalogus met keuzebepalingen, resultaatbeschrijvingen en een handleiding:

- Standaard RAW bepalingen

Naast verschillende standaard administratieve bepalingen kent de RAW systematiek technische bepalingen per vakgebied, waaronder gestandaardiseerde omschrijvingen voor het maken van grondwaterputten.

- Catalogus met keuzebepalingen

In de catalogus met keuzebepalingen zijn bepalingen opgenomen die niet algemeen van kracht zijn, maar die de bestekschrijver naar behoefte in het bestek kan opnemen.

- Catalogus met resultaatbeschrijvingen
Met de resultaatbeschrijvingen worden de bestekposten samengesteld.
- Handleiding
Dit betreft een uitgebreide beschrijving van de RAW-systematiek en per hoofdstuk een nadere toelichting bij bepalingen en resultaatbeschrijvingen.

Uitgangspunt bij een RAW-bestek is de resultaatverplichting. De mogelijkheid om een bepaalde werkwijze en/of product voor te schrijven, is beperkt. De eisen waaraan een werkwijze en/of product moet voldoen, staan in de Standaard RAW Bepalingen 2020 [11] of kunnen in de aanvullende bepalingen in het bestek worden opgenomen.

20.4 Onderdelen RAW-bestek voor winputten

Een RAW-bestek bestaat uit de volgende onderdelen:

- Deel 0, Totstandkoming overeenkomst:
 - gegevens die van belang zijn voor aanbesteding;
- Deel 1, Algemeen:
 - gegevens die van belang zijn voor de gunning;
 - globaal inzicht in het werk;
- Deel 2, Beschrijving (voor de onderdelen die gangbaar zijn bij winputten, zie **Error! Reference source not found.**):
 - 2.1, Algemene gegevens;
 - 2.2, Nadere beschrijving: staat van bestekposten;
- Deel 3, Bepalingen:
 - Algemene en administratieve bepalingen;
 - Technische bepalingen;
- Vaste bijlagen:
 - Inschrijvingsbiljet;
 - Inschrijvingsstaat;
 - V&G-plan.

Tabel 20-1 *Onderdelen die dienen te worden opgenomen bij de beschrijving van de realisatie van winputten (Deel 2 van RAW-bestek).*

Onderdelen	Inhoud
ALGEMENE GEGEVENS	
Tekeningen	tekeningen behorend bij het bestek (bestektekeningen)
Peilen en hoofdafmetingen	hoogtematen ten opzichte van NAP (op bestektekeningen) hoofdafmetingen t.o.v. het maaiveld of enkele vaste punten
Kwaliteitsborging	
Bijlagen	alle bijlagen van het bestek
Grondwaterstanden en terreinhoogten	metingen ten opzichte van NAP
Werkterrein	grootte, toegang en gebruik
Energie en werkwater	beschikbaarheid, aansluitvoorziening en kosten
Ter inzage liggende documenten	onder meer tekeningen van kabels en leidingen
NADERE BESCHRIJVING	
Inrichten boorlocatie	bijvoorbeeld aanleg schottenplateau i.v.m. schoon werken en plaatsen bouwafrastering

Realiseren put	soort put, bijvoorbeeld pompput, waarnemingsput, brandput, werkwaterbron of infiltratieput nieuwe of bestaande pompput aantal pompputten
Maken boorgat	boormethode, diepte en diameter boorgat, vrijkomend bodemmateriaal, monsterneming, monsterbeschrijving, boorgatmeting
Afwerken boorgat tot pompput of waarnemingsput	materiaalsoort, diameter en perforatie inbouwen van putconstructie, putkop, waarnemingsputten, aarddraad en monitoringsapparatuur (bijvoorbeeld zoutwachterkabel DTS-glasvezelkabel) aanbrengen aanvulmateriaal en soort (zie hoofdstuk 11, § 11.4)
Ontwikkelen pompput	mechanische ontwikkelmethoden, zoals intermitterend schoonpompen en sectiegewijs rondpompen, en chemische ontwikkelmethoden (zie opsomming hoofdstuk 11, § 11.6), schoonpompen waarnemingsfilters, schoonpompen putbodem, afvoeren spuiwater, schoonpomp capaciteiten
Inrichten leidingtracé	uitzetten en plaatsen werkwaterbron
Grondwerk ten behoeve van terreinleidingen	graven en aanvullen sleuf of aanbrengen terreinleiding in de bodem me behulp van sleufloze techniek
Aanbrengen terreinleidingen	soort leiding, lengte en diameter, verbindingen, hulpstukken, wijze van aanbrengen, dekhoogte
Beproeven, meten en testen van pompput en terreinleidingen	pompput: capaciteitsmeting flow-meting proef zandvrij controle dieptemetingen pompput en waarnemingsput controle rechtstand nemen watermonsters voor bepaling microbiologische betrouwbaarheid hoogte en plaats van pompput en waarnemingsfilters (hoogten ten opzichte van NAP) terreinleiding: beproeven op waterdichtheid werking afsluiters water in leiding bemonsteren inmeten tracé en hoogteligging leiding
Algemene voorzieningen	aanbrengen putkelder, pomp, hulpstukken en meetapparatuur
Werk algemene aard	directieverblijf met voorzieningen toiletvoorziening op terrein
Staartkosten	1) eenmalige kosten: inrichten werkterrein: aanvoeren en opstellen van keten en loodsen inclusief aanleggen en aansluiten van kabels en leidingen. Aanleggen parkeerplaatsen en hulpwegen opruimen werkterrein: opbreken en afvoeren van keten, loodsen, kabels en leidingen. Opbreken parkeerplaatsen en verhardingen werkterrein in oorspronkelijke staat terugbrengen

	2) uitvoeringskosten 3) algemene kosten 4) winst en risico
Stelpost	uitgaven van kleine leveringen en werkzaamheden die door de directie zijn opgedragen

Ten aanzien van het mechanisch boren van (pomp)putten zijn technische uitvoeringseisen vastgelegd in het Protocol 2101. Deze eisen dienen in het bestek te zijn verdisconteerd. Mechanische boringen mogen uitsluitend worden uitgevoerd door daarvoor erkende bedrijven. Welke bedrijven dit zijn, is te vinden op het overzicht van erkende bedrijven.

20.5 Onderdelen RAW-bestek voor winputten

Bij aanbestedingen wordt onderscheid gemaakt tussen de boorfirma (uitsluitend voor het boren en het realiseren van pompputten) en de aannemer (die werken op het complete puttenveld kan realiseren). Vaak zijn dit aparte bedrijven. Drinkwaterbedrijven hechten er vaak belang aan dat putten worden aangelegd door een betrouwbare boorfirma. Er zijn twee mogelijkheden om hierin te sturen: (i) separate aanbesteding van de putten of (ii) de hoofdaannemer verplichten om de aanleg van de winputten uit te besteden aan een van de door het drinkwaterbedrijf aanbevolen boorfirma's.

Afhankelijk van de geschatte kosten van het project, wordt meestal gekozen voor een meervoudig onderhandse aanbesteding. Hierbij is het belangrijk om vooraf een selectie te maken van enkele boorfirma's die een offerte mogen uitbrengen, of, indien nodig, meerdere boorfirma's uit te nodigen en deze aan de hand van duidelijk vooropgestelde criteria te beoordelen op hun kwaliteit, ervaring en kunde. Met deze aanpak wordt voorkomen dat een drinkwaterbedrijf wordt gedwongen om met een 'prutser' in zee te gaan als die veel goedkoper zou zijn.

Aandachtspunten bij de voorselectie van aannemers zijn:

- Referenties uit het veld, reputatie;
- Ervaring met projecten van enige omvang;
- Ervaring met de aanleg van pompputten ten behoeve van drinkwater;
- Ervaringen met innovaties (afhankelijk van de complexiteit van een project);
- Gecertificeerd op basis van de beoordelingsrichtlijn BRL SIKB 2100.

Bij de beoordeling van offertes wordt vaak rekening gehouden met de volgende kwaliteitscriteria:

- De verhouding prijs/kwaliteit van het project;
- Planning;
- Communicatie met de omgeving;
- Werkplan dan wel plan van aanpak;
- Het voldoen van het werkplan aan het Protocol 2101;
- De startdatum van een project;
- De helderheid van de offerte;
- Het 'meedenken' met de klant bij dilemma's;
- Het doen van betere voorstellen dan gevraagd in het programma van eisen.

21 Keuze boortechniek

21.1 Indeling boortechnieken

Boringen voor het plaatsen van putten ten behoeve van de onttrekking en infiltratie van grondwater worden uitsluitend met mechanische boortechnieken uitgevoerd. In het Protocol 2101 van de beoordelingsrichtlijn BRL SIKB 2100 zijn de toegestane boortechnieken met een einddiepte tot maximaal 500 m-mv en een diameter kleiner dan 1,5 m beschreven.

Mechanisch boren worden uitgevoerd met een verbuisd of een open (onverbuisd) boorgat. Een boorgat kan instorten als de bodem te weinig samenhangend is. Het instorten van de boorgatwand kan worden voorkomen door het toepassen van steunbuizen ('verbuisd boren'). Bij onverbuisde boortechnieken wordt de boorgatwand ondersteund met een vloeistofoverdruk. In de onderstaande paragrafen wordt een aantal verbuisde en onverbuisde boortechnieken voor het plaatsen van win- en infiltratie putten binnen het certificatieschema van BRL SIKB 2100 toegelicht. **Error! Reference source not found.** geeft een overzicht van de mogelijke boortechnieken in zowel geconsolideerde als ongeconsolideerde bodem.

Voorbeelden van verbuisde boortechnieken zijn pulsen, boren met holle avegaar, sonisch boren, lepelboren, boren met poliepgrijper, kernboren en counterflush boren. In de praktijk worden verbuisde boringen amper toegepast voor het plaatsen van winputten. Vaak worden pulsboringen toegepast bij boringen die een nauwkeurige boorbeschrijving vereisen. Daarnaast worden pulsboringen soms toegepast voor het plaatsen van kleinere putten op specifieke projectlocaties zoals verstoppingsgevoelige gebieden. Bij de aanleg van de strengen van radiaalputten wordt er gebruik gemaakt van de zogenoemde Preussag boortechniek, een verbuisde spoelboring om de stabiliteit van het boorgat te waarborgen, waarbij de boorkop verloren achterblijft.

Voorbeelden van onverbuisd boren zijn roterend zuigboren (+ luchtliften), roterend spoelboren, spuitboren, boren met de onverbuisde avegaar en DTH-hamerboren. Roterend zuigboren ('reverse-circulation rotary') en roterend spoelboren ('straight-flush rotary') zijn twee manieren van roterend spoelboren. Daarbij wordt een beitel met behulp van een boorstang rondgedraaid. De beitel maakt de bodem los en de boorspoeling (werkwater met eventueel daarin zwevende deeltjes of boorspoelingsadditieven) voert het boorgruis naar het maaiveld waar zwevend materiaal in bakken bezinkt. Door de boorspoeling direct weer in het boorgat te laten lopen (onder vrij verval), ontstaat een ononderbroken vloeistofcirculatie. In Nederland worden de meeste winputten aangelegd met roterend zuigboren (met luchtliften).

Tabel 21-1 Overzicht van de gangbare verbuisde en onverbuisde boortechnieken in verschillende bodemtypes.

	Vast gesteente			Los gesteente			
	Kristalijn gesteente		Afzettingen				
	Stolling	Metamorf	Geconsolideerd (o.a. kalksteen)	Ongeconsolideerd materiaal			
				Klei	Leem	Zand	Grind
Verbuisde boortechniek				Boren met poliepgrijper			
				Lepelboren			
				(Holle) avegaarboren			
				Sonisch boren			
				Pulsboren*			
				Counterflush			
Kernboren							
Onverbuisde boortechniek				Spuitsboren****			
				Onverbuisd avegaarboren			
				Zuigboren (met luchtliften)**			
				Spoelboren (straight flush)			
	DTH-Hamerboren						
Horizontale boortechniek				Preussag techniek			
* Pulsboren wordt in enkele gevallen toegepast voor het plaatsen van winputten met een kleine capaciteit in Nederland. ** Zuigboren (met luchtliften) wordt over het algemeen toegepast voor het plaatsen van winputten in Nederland. **** Valt niet binnen de reikwijdte van de certificatie op basis van BRL SIKB 2100, als er scheidende lagen moeten worden doorboord.							

21.2 Toelichting op enkele boortechnieken

De boortechnieken die het meeste worden toegepast in Nederlandse winvelden zijn zuigboringen voor winputten en pulsboringen voor verkenningsboringen, waarnemings- en kleinere winputten. Beide boormethodes worden in de volgende paragrafen verder toegelicht. Daarna volgt een korte uitleg over andere boortechnieken die zijn beschreven in het Protocol 2101 en die in Nederland vooral voor andere doeleinden worden toegepast.

21.2.1 Roterend zuigboren/luchtliften

Bij een roterende zuigboring wordt de bodem losgewoeld met een boorbeitel. Het boorgruis wordt vervolgens door de holle boorstang omhoog getransporteerd naar een bezinkbak, waarna de boorspoeling (met als componenten: het werkwater, het natuurlijke spoelingsmateriaal (zand of kleideeltjes uit doorboorde lagen) in het werkwater en eventuele boorspoelingsadditieven) weer via de mantelbuis in het open boorgat naar beneden stroomt (zie **Error! Reference source not found.**).

Voordat er wordt begonnen met de zuigboring kan de mantelbuis in de grond worden gedrukt (indrijven) of in een met de avegaar of knijpbak gegraven gat worden geplaatst tot aan de grondwaterspiegel. Na de plaatsing van de mantelbuis in de bodem wordt de boorinstallatie op zijn plaats gebracht. De mantelbuis heeft meestal een lengte van enkele meters tot wel 6-8 m (afhankelijk van de grondwaterstand ter plaatse). De mantelbuis wordt

aangesloten door middel van een buisverbinding aan de eerste van een aantal in serie geplaatste spoelbakken die met water worden gevuld. De mantelbuis moet voorkomen dat de boorspoeling buiten het boorgat naar het maaiveld stroomt (onderloopt) en dat de bovenste bodemlagen wegspoelen. De mantelbuis steekt meestal ongeveer 1 m boven het maaiveld uit. Indien nodig kan de boorstelling en de mantelbuis verhoogd worden opgesteld om de boorgatstabiliteit te waarborgen tijdens het boorproces (zie ook § **Error! Reference source not found.**). Het peil van de boorspoeling in de mantelbuis moet boven het grondwaterpeil staan (in de praktijk minimaal 2 m (0,2 bar) hoger, zie § 22.1). Is dit verschil te klein, dan kan de overdruk zo laag worden dat het boorgat instort. Het is dus van groot belang dat er steeds voldoende boorspoeling aanwezig is. Afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem is er tijdens het boren werkwater nodig in een hoeveelheid van 5 – 150 m³/h (zie § **Error! Reference source not found.**)². Bij doorboringen van grovere zandlagen zal er sprake zijn van het verlies van relatief veel werkwater. Een gedegen vooronderzoek van de lokale omstandigheden van de bodem is noodzakelijk om in te schatten wat het werkwaterverlies zal zijn tijdens het boren. Eventueel kan voor een dikkere boorspoeling worden gekozen om het verlies aan werkwater te beperken, maar dit heeft als nadeel dat het bronfilter grondiger zal moeten worden ontwikkeld na oplevering.

Om de boorgatwand in stand te houden, is uitsluitend overdruk niet altijd voldoende. Een zandlaag kan zeer poreus zijn of een kleiwand kan zwellen en inkalven. Het boorgat kan dan gemakkelijk instorten. Om dit gevaar te verkleinen, kunnen of moeten bepaalde stoffen aan de boorspoeling worden toegevoegd. De juiste samenstelling van de boorspoeling is belangrijk. Als die verkeerd is, kan het boorgat alsnog instorten (zie verder § **Error! Reference source not found.**).

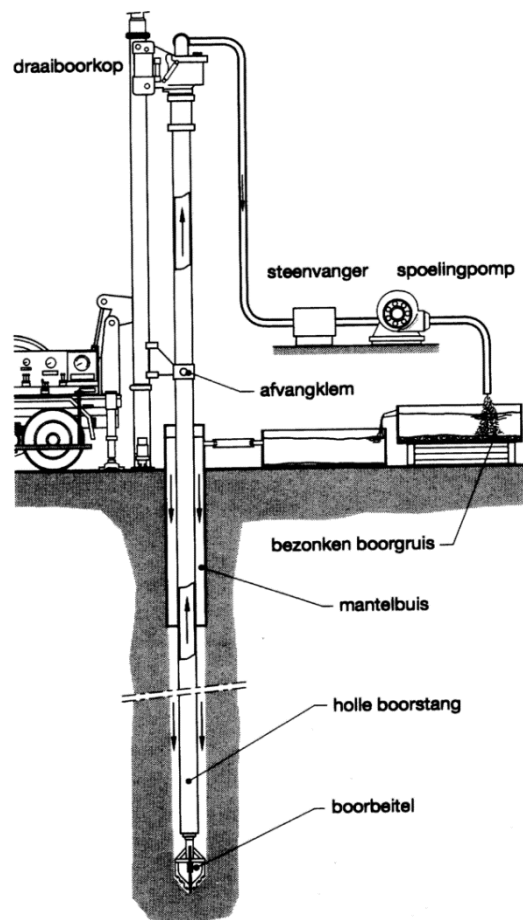
De bezinkbakken (suppletiebakken) doen dienst als bezinkreservoir voor het boorgruis en als bufferreservoir voor de boorspoeling. In het algemeen staan de mantelbuis en de bezinkbak in open verbinding met elkaar. Ideaal is als al het boorgruis bezinkt. In de praktijk is dit bijna niet mogelijk. Fijne klei-, veen- en slibdeeltjes bezinken moeilijk en blijven voor een klein deel in het spoelwater zweven. Bevat het omhoog gehaalde mengsel veel fijne deeltjes dan kunnen cyclonen en schudzeven worden ingezet (zie § 22.5).

De monsterneming van het opgeboorde materiaal tijdens een zuigboring vindt plaats uit de circulerende boorspoeling. Tussen de eerste bezinkbak en de zuigboorinstallatie is doorgaans een straalbreker met een tapkraan (spruitstuk) gemonteerd. Via deze weg kan de boorspoeling met het omhooggekomen bodemmateriaal worden afgenomen gedurende het boorproces. Om te zorgen dat de geroerde bodemonsters representatief blijven voor de boordiepte stelt de boorfirma vast bij welke boorsnelheid in relatie tot de boordiameter dit zo nauwkeurig mogelijk wordt gerealiseerd. In de praktijk mag de boorsnelheid niet groter zijn dan 10 m/h.

Om afpleistering van de boorgatwand te voorkomen ter hoogte van de gewenste filterstelling van de winput tijdens het zuigboren kan een aantal maatregelen worden getroffen. Er kan voor worden gekozen om de boorspoeling met natuurlijk materiaal geheel te verversetten op het moment dat de gewenste filterdiepte wordt bereikt, zodat over het gehele filtertraject met schoon werkwater wordt geboord.

De boorstang moet regelmatig worden verlengd met een nieuw stuk. Vanwege de snelheid worden meestal schroefdraadverbindingen toegepast.

² Ter vergelijking: pulsen vraagt slechts een paar m³ werkwater per boring.



Figuur 21-1 Roterend zuigboren [10].

Wegens de beperkte zuighoogte van de pomp neemt de boorproductie af naarmate het gat dieper wordt. Na ongeveer 50 m loont het nauwelijks meer om door te gaan. Voor diepere boorgaten wordt vaak al eerder overgegaan op luchtliften. Dat gebeurt met dezelfde boorinstallatie.

Bij luchtliften wordt de boorspoeling met boorgruis in de boorstang omhoog gebracht door de toevoeging van lucht. Lucht maakt het mengsel lichter, waardoor de zwaardere kolom vloeistof in de annulaire ruimte de vloeistof in beweging brengt. Een continue luchttoevoer houdt de circulatie in stand. Luchtliften is een variant op roterend zuigboren waarbij de lucht als pomp werkt. De boorwagen is voorzien van een compressor en de boorstangen zijn uitgerust met luchtkanalen en -gaten (luchtkamers). Om te voorkomen dat de lucht aan de onderkant van de boorstang ontwijkt en/of dat de vloeistofcirculatie onregelmatig verloopt, moet eerst 20 à 30 m zuigboren plaatsvinden voordat op luchtliften kan worden overgegaan. De lucht wordt in de boorstang geperst via een boorstang met luchtkamer (injectiepunt). Dat gebeurt tussen ongeveer 20 – 60 m-mv. Omdat tijdens het boren het injectiepunt steeds lager komt te zitten, zal de beschikbare persdruk op zeker moment ontoereikend zijn. Daarom wordt het injectiepunt telkens weer (na bijvoorbeeld 40 m boren) op ongeveer 20 m-mv aangebracht. Voor het plaatsen van een nieuwe boorstang met luchtkamer moet de boorstang iedere keer 20 m worden uitgebouwd.

Ten opzichte van zuigboren (met pomp) heeft luchtliften vooral de volgende voordelen:

- het dieptebereik is veel groter (vele honderden meters);
- door de grotere stroomsnelheid is de boorproductie hoger (afhankelijk van bodemsoort en boordiameter 20 – 100 m per dag);
- de kwaliteit van de geroerde bodemonsters is beter.

Voor de diverse bodemsoorten zijn verschillende beitels ontwikkeld. Meestal wordt een gat volledig geboord met een en dezelfde boorbeitel, namelijk de vleugelboor die geschikt is voor kleilagen. Met deze beitel wordt de bodem los gekrabbd en los geschraapt. Voor hardere bodemlagen (rotsachtig materiaal) wordt de rotsboor ('roller-bit' voorzien van getande rollers) of wordt de roterende percussieboor (beitelvormige boorbit) gebruikt. In Limburg is dit de gangbare methode voor het plaatsen van winputten in kalksteen.

Meestal laat de wand van het boorgat wat bodemmateriaal los, die op de bodem van het gat terecht komt. Dit fenomeen wordt aangeduid als naval. De naval bedraagt vaak 2 à 3% van de diepte van het boorgat en kan enkele meters per dag bedragen. In verband hiermee wordt het boorgat meestal een paar meter dieper gemaakt dan nodig is.

Het grote voordeel van zuigboren en luchtlichten is dat gaten met grote diameter tot grote diepte kunnen worden geboord. De nauwkeurigheid van het boren en het kunnen herkennen van afwisselende lithologie (bijvoorbeeld dunne kleilagen) is minder dan bij pulsen, maar beter dan bij spoelboren.

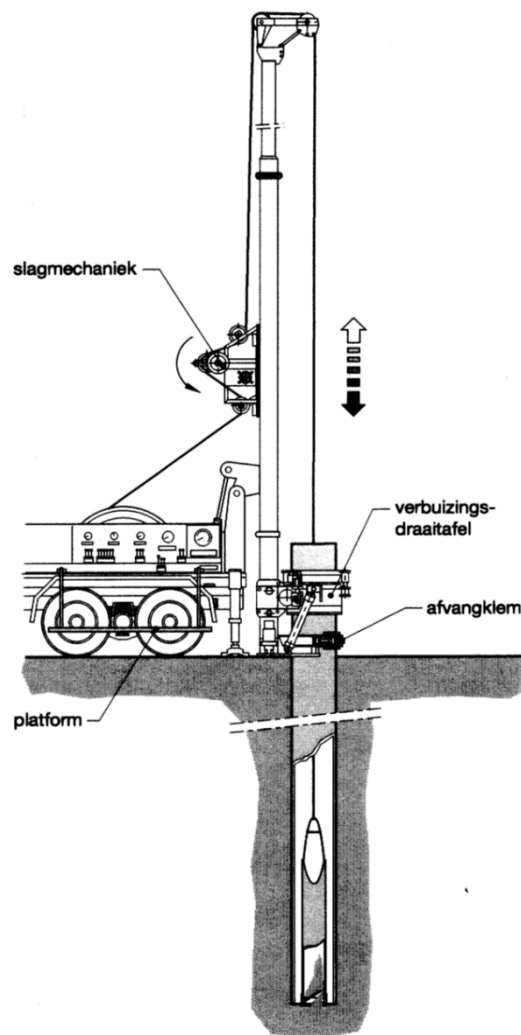
21.2.2 Pulsboren

Pulsen is een eeuwenoude boortechniek die in Nederland tot omstreeks 1960 veel werd gebruikt. Daarna deed roterend spuitboren zijn intrede en vervolgens roterend zuigboren. Als gevolg van bodemverontreinigingen en het hiermee samenhangende milieukundig bodemonderzoek kwam de techniek van pulsboren in de jaren tachtig weer in de belangstelling. Pulsboringen zijn toepasbaar in ongeconsolideerde bodemlagen, met uitzondering van extreem stijve klei en lagen met grote stenen en niet massieve harde lagen, zoals mergel.

Voor een puls boring zijn een puls, boorbuizen en een pulsboorinstallatie nodig (zie **Error! Reference source not found.**). De puls is een zware, holle stalen cilinder met onderin een rubberen of stalen klep, die aan een scharnier naar binnen opengaat. Bovenaan is een bevestigingsbeugel voor de kabel gemonteerd. De onderkant van de puls is voorzien van een korte snij schoen met snijrand. Er zijn zand-, klei- en grindpulsen. De casing (ook wel steunbuis genoemd) bestaat uit een aantal stalen buizen met schroefdraad aan de boven- en onderzijde die tot één boorbuis aan elkaar kunnen worden geschroefd. Ook de onderste boorbuis (boor schoen, voorloper) is voorzien van een snijrand of een rand met snijtanden, die bij het omlaag brengen als snijmes werkt. Voor de gangbare toepassingen worden de buiselementen meestal via schroefdraad aan elkaar verbonden (gemakkelijk en snel), terwijl voor de grotere boorgaten vaak steekverbindingen worden gebruikt.

Voor boorgaten tot ongeveer 20 m diep (bijvoorbeeld voor milieuonderzoek) worden kleine, lichte pulsboorinstallatie (driepoot) toegepast. Tegenwoordig wordt vaak een kleine, compacte installatie met een rupsonderstel gebruikt voor ondiepe boringen tot 30 m. Diepere puls boringen (diameter tot ongeveer 400 mm en diepte tot ongeveer 150 m) worden uitgevoerd met een grotere, hydraulische installatie op een vrachtwagen of op een rupsonderstel. Voor boorgatdiameters groter dan 400 mm en taaie bodem moet extra zwaar materieel worden ingezet, bijvoorbeeld een dragline.

Voor boringen groter dan 800 mm wordt pulsen zo moeilijk, dat het bodemmateriaal met een poliepgrijper uit de boorbuis wordt verwijderd. Dit geldt ook voor het pulsen door grindlagen, waar grote keien of grind met een grote korreldiameter worden/wordt aangeboord. In dat geval kan er worden gewerkt met een ondersteunende boortechniek zoals lepelboren of boren met de poliepgrijper. Dit geldt soms ook voor het boren met de poliepgrijper. Met een lepelboor worden bijvoorbeeld grind, harde of taaie klei, zachte sedimenten en zand boven de waterspiegel geboord (geschept). De poliepgrijper die is voorzien van schalen (bladen of grijpers) wordt gebruikt om bodemmateriaal, stenen of andere voorwerpen uit boorgaten (al dan niet verbuisd) te verwijderen of om droog voor te boren bij een puls boring in het geval de boorbuizen een grote diameter hebben.



MOBIELE HYDRAULISCHE PULSBOORINSTALLATIE

Figuur 21-2 Mobiele hydraulische pulsboorinstallatie [10].

Bij het uitvoeren van een pulsbooring kan de eerste buis in een met de avegaar of knijpbak gegraven gat worden geplaatst. Na toevoeging van werkwater kan worden begonnen met pulsen. De pulsboorinstallatie beweegt de puls in de boorbuis aan een kabel 30 à 40 cm op en neer op de bodem van het boorgat. Bij elke val woelt de puls de bodem los en omdat de klep dan open is, welt er bodem de puls in (de puls zakt over het mengsel van bodemmateriaal en water). Bij de omhooggaande beweging sluit de klep zich en wordt de bodem met de puls gevangen. Zo schuift bij elke op- en neergaande beweging de bodem verder de puls in. Bij elke omhooggaande beweging ontstaat onder de puls onderdruk, waardoor water en bodem worden meegezogen en de boorbuis telkens iets zakt. Wanneer de puls vol is, wordt de gevulde puls opgehaald en leeggemaakt in een daarvoor bestemde bak op het maaiveld. Ook als de puls het water in de boorbuis verlaat, zakt de boorbuis.

Het waterpeil in de casing moet steeds iets boven het grondwaterpeil staan. Is het waterpeil te laag dan wordt bodem omhoog gebracht zonder dat de boorbuis zakt. Als het peil te hoog is, wervelt er geen materiaal van de bodem los. In beide gevallen is pulsen dan zinloos. Bij het pulsen wordt dus een betrekkelijk geringe hoeveelheid werkwater in het boorgat ingebracht.

Omdat de boorbuis zakt, wordt er regelmatig aan de bovenkant een nieuwe boorbuis bovenop geplaatst. Naarmate de boorbuis dieper de bodem in gaat, zal de wrijving tussen de boorbuis en de bodem toenemen. Deze wrijving is te verminderen door de buis te draaien of te wrikken en/of op en neer te bewegen. De boorfirma kan de casing

met behulp van een draaitafel roteren en op en neer bewegen. Wanneer de wandwrijving op de casing te groot wordt, kan een nieuwe casing met een kleinere diameter worden aangebracht. Dit wordt 'vertoeren' of 'verjongen' genoemd. Het pulsen wordt vervolgens in de tweede buis voortgezet. Zo nodig kan nog worden vertoerd naar een derde of vierde casing. Op deze wijze kan een diepte van ongeveer 150 m worden bereikt. De algemeen beschikbare diameters voor de casing voor pulsboeren varieert van 170 – 1.000 mm. Bij het boren tot dieptes van meer dan 100 m zal er meermaals moeten worden vertoerd tot een kleinere diameter. Op deze boordieptes is de maximale boorgatdiameter dusdanig klein geworden dat het plaatsen van een filter voor een win- of infiltratieput niet meer mogelijk is. In de praktijk worden er voornamelijk peilbuizen geplaatst met pulsboeringen tot deze dieptes.

Na het bereiken van de gewenste einddiepte wordt het boorgat gereinigd en wordt er gewacht om al het bodemmateriaal in het werkwater te laten bezinken en deze met de puls omhoog te halen. Zo nodig wordt daarbij water van bovenaf aangevuld of met een pomp in het boorgat gepompt om de casing met schoon water te vullen. Na inbouw van de putconstructie (filter, stijgbuis) kan de casing worden opgetrokken. Tijdens het optrekken van de casing wordt de annulaire ruimte aangevuld, waarbij het boorgat wordt gestabiliseerd door de casing geleidelijk op te trekken naarmate het aanvulniveau omhoog komt.

Een voordeel van pulsboeren is dat bij het trekken van de casing door de drukontlasting het stukje vrijgekomen boorgat eronder deels instort. Daardoor is afpleistering van de boorgatwand een minder groot probleem dan bij boringen met een open boorgat (onverbuisd). Vooral bij waarnemingsputten met bijvoorbeeld zoutwachters, EC-glasvezelkabels en/of minifilters kan dit een voordeel zijn, omdat in die gevallen de filtercake op de boorgatwand niet kan worden verwijderd met schoonpompen. Dit speelt minder bij pompputten waar wel de mogelijkheid tot schoonpompen is en de filtercake goed kan worden verwijderd, mits de put adequaat wordt aangelegd en ontwikkeld.

Het grote voordeel van pulsboeren is dat monsters bodemmateriaal redelijk onverstoord naar boven komen. Hierdoor kan relatief nauwkeurig een inschatting van de bodemopbouw worden gemaakt, waarbij ook dunne (klei)lagen worden herkend. Wanneer ongeroerde bodemonsters moeten worden genomen, kan er aan de pulsboorstelling gemakkelijk een steekmonsterapparaat (bijvoorbeeld een Ackermann steekapparaat) worden aangesloten. In dit geval wordt er gepulst na het steken van een 0,3 – 0,4 m lang Ackermann steekmonster om het boorgat op te schonen. Zo kan het volgende bodemonster worden genomen of worden verder gegaan met de pulsbooring.

Omdat nauwkeurig kan worden geboord tijdens het pulsboeren is de vorm van het boorgat (diameter) ook goed bekend. Er ontstaan daarbij geen onbekende holle ruimtes, waardoor met deze methode de meest nauwkeurige boorgaten worden gerealiseerd. De beperkte diepte en diameter, en ook de lagere snelheid ten opzichte van andere technieken zijn nadelen die pulsboeren relatief duur maken.

OMSCHRIJVING BOORTECHNIKEN DIE WEINIG WORDEN TOEGEPAST OP WINVELDEN

Volle avegaar boring (verbuisd en onverbuisd)

Avegaarboringen kunnen zowel verbuisd als onverbuisd worden uitgevoerd. De boorkop van de volle avegaar bestaat uit een brede spiraal en wordt onder druk draaiend de bodem in geboord. Het bodemmateriaal wordt volgens het principe van de schroef van Archimedes naar boven getransporteerd.

Bij onverbuisde avegaarboringen vindt er veel versmering plaats op de boorgatwand. De avegaartechniek kan ook verbuisd worden toegepast. Door de avegaar over de volle lengte (van circa 1,5 m) voor de verbuizing uit als een kurkentrekker de bodem in te draaien, kan een boring worden geplaatst zonder veel versmering op de boorgatwand. Daarbij kan over de geboorde lengte van één avegaar een redelijk goede boorbeschrijving worden gemaakt. Om een goede boorbeschrijving te maken, dient er dus per geboorde lengte van één avegaar de met bodemmateriaal gevulde spiraal omhoog te worden getrokken en geleegd. Met de volle-

avegaarboorteknik kan tot relatief geringe dieptes worden geboord (circa 25 m). In de praktijk wordt deze techniek veel toegepast voor het nemen van bodemonsters voor milieutechnisch onderzoek.

Voor kleinere boringen tot enkele meters onder het maaiveld kan er met avegaar handboren worden gewerkt. In de praktijk worden handboringen meestal uitgevoerd met de edelmanboor. Dit gebeurt meestal in het kader van geotechnisch grondonderzoek of voor het plaatsen van ondiepe waarnemingsfilters.

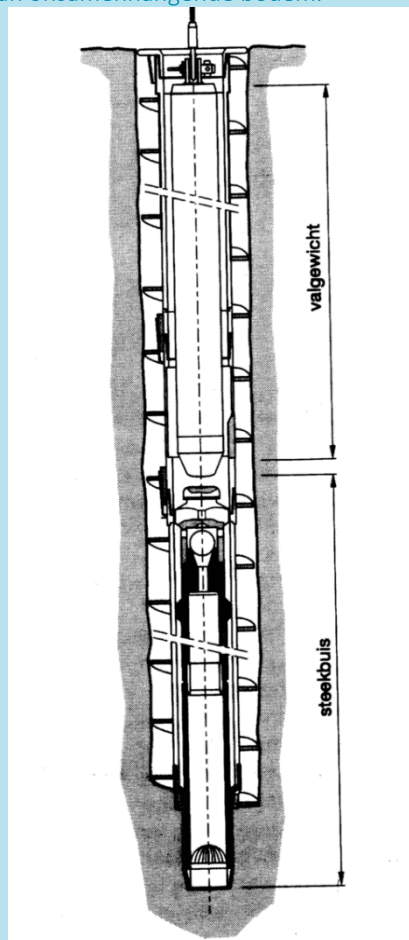
Holle-avegaarboring (verbuisd)

De holle avegaar is een spiraalboor waarmee roterend tot de gewenste diepte wordt geboord. De boorstang is hol en fungeert als steunbuis. De boorpunt (snijkop) die aan de onderkant is gemonteerd, is verwijderbaar door middel van een vergrendelinrichting, zodat na het bereiken van de gewenste diepte over de gehele lengte tot op de bodem een holle buis beschikbaar is (zie [Error! Reference source not found.1-2](#)). De open boorstang van de holle avegaar kan worden gebruikt voor het neerlaten van apparatuur voor monsterneming en boorgereedschap. Daarnaast kunnen via de holle boorstang peilfilters worden geplaatst. De holle avegaar wordt vooral toegepast bij bodemonderzoek, het stellen van waarnemingsfilters en het in de bodem vormen van gegroete funderingspalen en in de bronbemaling.

De boringen zijn vaak niet veel dieper dan 25 m. De boorinstallatie is gemonteerd op een truck of een rupsonderstel.

Groot nadeel is dat doorboorde kleilagen moeilijk zijn te herstellen. Bij het trekken van de onverbuisde holle avegaar stort het boorgat in en zonder aparte monsternemingen is praktisch niet vast te stellen waar eventuele kleilagen zitten.

Ten opzichte van de gewone avegaar kan met de holle avegaar snel worden gewerkt, ook bij boren beneden de grondwaterspiegel en in het geval van onsaamhangende bodem.



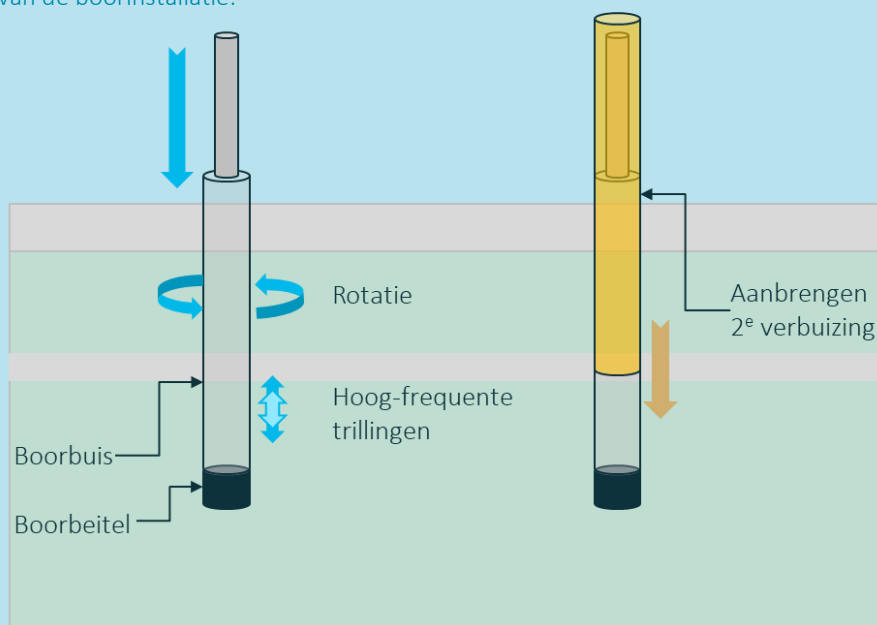
Figuur 21-3 Onverbuisde holle avegaar met slagsteekbus [10].

Sonisch boren

Bij sonisch boren worden boorbuizen hoogfrequent de bodem in getrild³, waardoor het bodemmateriaal rond de boorbuis en boorbeitel gaan vloeien. Om instorting van het boorgat te voorkomen wordt een casing rond de boorbuis worden aangebracht (zie Figuur 21-4 Sonisch boren). Als dat noodzakelijk zou zijn, kan met behulp van lucht of water een doorbraak van moeilijk doordringbare lagen worden geforceerd om op grote diepte te komen (zie ook, Protocol 2101).

Belangrijkste pluspunt van deze techniek is dat die veel sneller is dan pulsboeren en er ook snel monsters kunnen worden genomen. Net als bij pulsboeren wordt niet of nauwelijks gebruik gemaakt van werkwater, waardoor de techniek geschikt is voor het nemen van ongemengde bodemonsters. In de praktijk wordt deze boortechniek vaak toegepast voor het uitvoeren van milieukundig, geotechnisch en geohydrologisch bodemonderzoek. In het buitenland wordt deze boortechniek ook toegepast voor mijnbouw en minerale exploratie. Ook kunnen peilbuizen worden geplaatst en is het mogelijk om kleine bronnen te plaatsen. Een ander voordeel is dat voor een vergelijkbare einddiepte de benodigde installatie veel lichter is dan die voor de andere beschreven boortechnieken. Net als bij pulsboringen geldt ook hier dat afpleistering van de boorgatwand minder een probleem zal zijn dan bij onverbuide technieken.

De diameter is maximaal enkele decimeters en de einddiepte 20 – 100 m-mv, afhankelijk van de bodemopbouw en de grootte van de boorinstallatie.

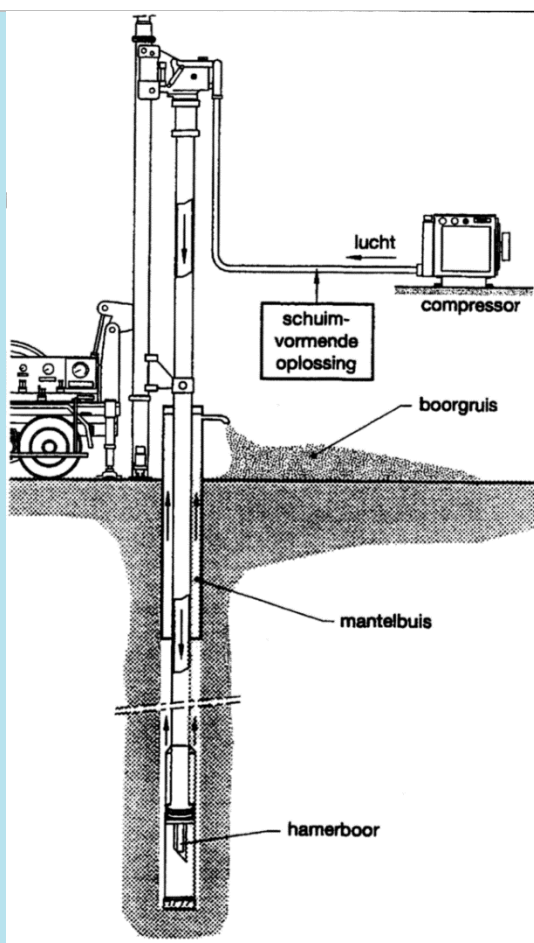


Figuur 21-4 Sonisch boren met rotatie (simpelere sonische boorinstallaties maken allemaal gebruik van hoog frequente trillingen).

DTH-hamerboor

DTH-hamerboren ('Down The Hole') is een boormethode voor boringen in vast gesteente. Het gesteente wordt vergruisd of verbrijzeld door met een hamer krachtig en in hoog tempo op de bodem van het boorgat te stoten. Het boorgruis wordt door perslucht of een schuimvormende oplossing uit het boorgat verwijderd. Het aandrijfmechanisme zit onderaan de boorstang (zie [Error! Reference source not found.](#)). De boorgatdiameter van de DTH-hamerboormethode is beperkt en wordt niet gebruikt voor het plaatsen van winputten in geconsolideerd gesteente (zoals het kalksteen in Zuid-Limburg). De methode wordt door Nederlandse drinkwaterbedrijven bijna niet toegepast.

³ Bij meer geavanceerde systemen wordt de trilling gecombineerd met rotatie (zie Figuur 21-4).



Figuur 21-5 Down-the-hole (DTH)-hamerboren [10].

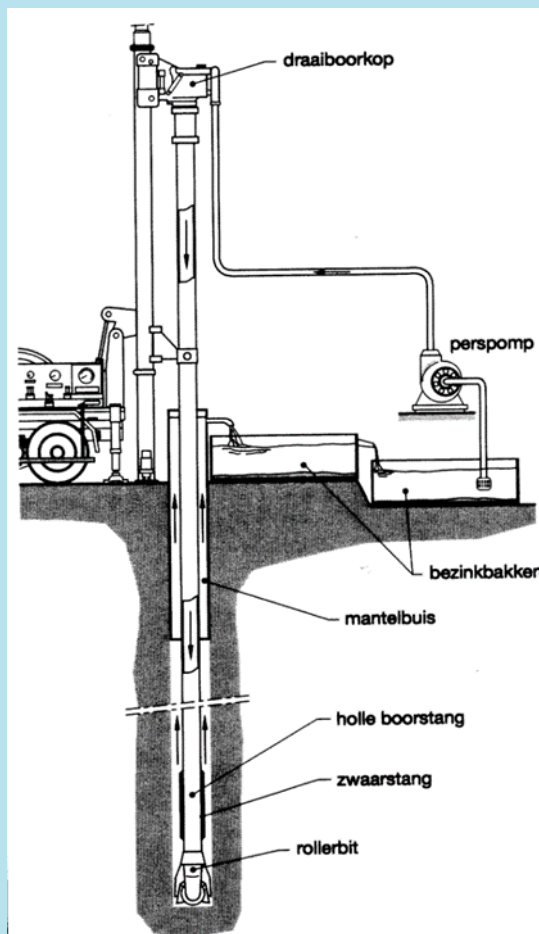
Roterend spoelboren

Bij een roterende spoelboring ('straight flush') wordt de boorspoeling door de holle boorstang naar beneden geperst en vervolgens (samen met het door de boorhamer losgewoelde boorgruis) door de annulaire ruimte van het boorgat omhoog gevoerd. Het uitstromende mengsel komt terecht in de bezinkbak van waaruit de boorspoeling weer het boorgat wordt ingepompt (zie Figuur 21-6).

Een belangrijk onderscheid met de zuigboring is dat het boorgruis door de annulaire ruimte naar maaiveld wordt afgevoerd. De opvoersnelheid in de annulaire ruimte is kleiner dan in de boorbuis (die een kleiner doorstroomd oppervlak heeft). Daarom is er in de praktijk een meer viskeuze boorspoeling nodig om het boorgruis omhoog te krijgen bij diepere boringen. Dit kan worden gedaan door boorspoelingsadditieven te gebruiken. Het gevolg is dat de boorgatwand sterk wordt afgepleisterd. Het is lastiger om deze afpleistering op de boorgatwand en de eventuele boorspoelingsresten in het formatiemateriaal zelf tijdens putontwikkeling te verwijderen. Daarnaast zijn spoelboringen bruikbaar voor gaten met een diameter tot ongeveer 400 mm. Verder is de lage opvoersnelheid een groot nadeel, omdat dit leidt tot ontmenging van het bodemmateriaal en dus tot zeer slechte bodemonsters. Hierdoor is laagdetectie tijdens spoelboren niet nauwkeurig. Om de bovenstaande redenen worden spoelboringen in de praktijk niet toegepast voor win- en infiltratieputten die langdurig operationeel moeten zijn.

Een belangrijk voordeel van spoelboren is de hoge snelheid waarmee kan worden gewerkt (tot enkele honderden meters per dag). Het is een relatief goedkope manier om voor bepaalde doeleinden snel een put met een niet al te groot gat te boren, zoals voor de aanleg van bronbemalingssystemen. Omdat de operationele levensduur van deze putten niet zo lang hoeft te zijn als die van de win- en infiltratieputten wordt er voor deze snelle en goedkope boortechniek gekozen. Ook boorbedrijven voor gesloten bodemenergiesystemen (GBES) gebruiken spoelboringen om snel en goedkoop boorgaten met een kleine diameter te realiseren tot een grote

einddiepte. De lagere kwaliteit van het boorgat door versmering op de boorgatwand tijdens spoelboren is voor GBES geen belemmering, omdat er in dit geval niet actief water wordt geïnfiltreerd of onttrokken. Daarnaast is spoelboren een gebruikelijke boortechniek voor het plaatsen van diepere olieboringen (1.000 m en dieper).



Figuur 21-6 Roterende spoelboring [10].

Spuits boring

Bij spuits boringen wordt met een slang of spuitlans het bodemmateriaal vóór de spuitkop los gespoten. Het los gespoten materiaal komt door de waterdruk via het boorgat naar maaiveld. Met deze methode kunnen relatief snel gaten worden geboord en is er in tegenstelling tot mechanische boringen geen grote booropstelling nodig. Spuits boring is een ongecontroleerde boortechniek, waarbij er weinig controle over de diameter van het boorgat is. Laagdetectie tijdens het boren op basis van monsterneming uit het werkwater is onvoldoende nauwkeurig ten behoeve van een nauwkeurige boorbeschrijving. Bij een spuits boring valt na het boren de waterdruk in het boorgat weg. In niet-cohesieve bodemlagen (zoals zand en grind) zal na het wegvallen van de waterdruk het boorgat vrij snel dichtvloeien of instorten, waardoor het boorgat niet meer goed kan worden aangevuld. Omdat het niet goed mogelijk is om scheidende lagen te detecteren en goed op te vullen, is het toepassen van deze boortechniek niet toegestaan bij de uitvoering van mechanische boringen die binnen de reikwijdte van BRL SIKB 2100 vallen. Voor ondiepe boringen die geen scheidende laag doorboren, mogen spuits boringen worden toegepast. Zo worden spuits boringen in Nederland jaarlijks veel toegepast bij bemalingen met een boordiepte van 10 m-mv of minder (zowel peilbuizen als putten) en ondiepe beregeningsputten waarbij geen scheidende laag wordt doorboord. De boortechniek is niet geschikt voor het plaatsen van peilbuizen of het realiseren van win- en infiltratieputten.

Counterflush boring

Een counterflush boring is een roterend verbuisd boorsysteem zonder waterdruk. Er wordt gewerkt met dubbelwandige boorbuizen, waarbij het boorgat wordt gesteund door de roterende buitenboorbuis. Net als bij een zuigboring wordt het werkwater onder druk in de annulaire ruimte tussen de binnen- en buitenboorbuis naar beneden gepompt. Het losgewoelde boorgruis wordt door het werkwater in de binnenbuis omhoog gevoerd, waar het in de boorkop de binnenbuis inspuit en los geboord materiaal mee naar boven transporteert. Het opgeboorde bodemmateriaal bezinkt in bezinkbakken en het werkwater wordt hiervandaan weer hergebruikt.

Met counterflush kunnen boringen van 150 mm diameter en maximaal 80 m diepte worden behaald. Doordat het een verbuisde boortechniek is, is er weinig werkwater nodig. De boorbeschrijving van counterflush boringen is zeer volledig en het maken van een boorbeschrijving op < 0,5 m nauwkeurig is mogelijk. Hierbij dient er niet continu te worden geboord en wordt er om de meter gestopt met boren, zodat het bodemmateriaal in de spoelbak kan worden opgevangen. Door de smalle boorgatdiameter wordt in de praktijk de counterflush boring amper toegepast om putten te plaatsen.

21.3 Selectie boortechniek

Richtlijn 1 Kies een boortechniek die past binnen het certificatieschema van de BRL 2100 (= invulling Protocol 2101, eis 5). Winputten worden in Nederland in principe geboord door middel van een roterende zuigboring, al dan niet met luchtliften.

De keuze voor een boortechniek hangt af van verschillende factoren. De bodemsoort, de opbouw van de bodem en de grondwaterstand bepalen in grote mate de keuze van het boorsysteem. Vanwege zachte, zandige afzettingen is het grootste deel van Nederland bij uitstek geschikt voor zuigboringen en pulsen. Ook in Zuid-Limburg wordt er doorgaans gebruik gemaakt van een zuigboring voor het plaatsen van winputten in kalksteen. In de praktijk worden dus de winputten en ook de meeste waarnemingsputten met deze boortechnieken geplaatst. Daarnaast kunnen peilbuizen ook worden geboord met alternatieve boortechnieken bij een kleinere boorgatdiameter (zoals bijvoorbeeld de sonische boortechniek of een handboring).

Daarnaast moet rekening worden gehouden met het Protocol 2101:

- Het boorgat moet stabiel en vormvast zijn, zodat het niet kan instorten tijdens of direct na het boren.
- Scheidende lagen kunnen voldoende nauwkeurig worden gedetecteerd (in het geval scheidende lagen laagsgewijs worden hersteld met afdichtingsmateriaal in plaats van het aanvullen van het gehele boorgat met afdichtingsmateriaal).

Dit is om te voorkomen dat goed doorlatend materiaal terechtkomt op de diepte van scheidende lagen, waardoor de scheidende werking ter plaatse van het boorgat teniet wordt gedaan. De laatste kolom en het bijschrift van **Error! Reference source not found.** geeft aan welke aanvullende eisen worden gesteld aan de verschillende boortechnieken.

Ook zijn er factoren die samenhangen met het doel van de boring:

- De gewenste diepte;
- De gewenste diameter;
- De gewenste nauwkeurigheid van de boorbeschrijving;
- Of het noodzakelijk is om steekmonsters te nemen, al dan niet ongeroerd;
- Of het noodzakelijk is dat de boorgatwand vrij is van verstoppend materiaal (dit hangt ook samen met de gekozen boorspoeling en uitvoeringswijze);
- Of er verontreinigd bodemmateriaal of grondwater wordt gepasseerd.

Bij onverbuisde boringen dient rekening te worden gehouden met de stabiliteit van het boorgat en het verlies van boorspoeling tijdens het boorproces (zie hoofdstuk **Error! Reference source not found.**).

Tot slot moet rekening worden gehouden met de kosten. Het plaatsen van winputten met de pulsboortechniek tot relatief grote dieptes en bij een grote boorgatdiameter is relatief duur en tijdrovend in vergelijking met de onverbuisde boormethodes. Voor het plaatsen van waarnemingsputten met een kleine boorgatdiameter is sonisch boren bijvoorbeeld een snelle en veel goedkopere boormethode. Deze boormethode is geschikt voor het nemen van kwalitatief goede bodem- en grondwatermonsters, zonder gebruik te maken van werkwater voor milieukundig, geotechnisch en geohydrologisch bodemonderzoek.

Win- en infiltratieputten

Voor winputten is het belangrijk dat zowel scheidende lagen als winpakketten goed worden beschreven. Dit geldt voor eventuele storende (fijnzandige/lemige) tussenlagen die al dan niet moeten worden afgeblind, alsmede voor een schatting van de korrelgrootte om het filtergrind af te stemmen (= criterium boorbeschrijving). Daarnaast mag er geen sprake zijn van initiële verstopping op de boorgatwand.

De keuze van de boormethode voor de aanleg van pompputten is niet gebaseerd op een gestructureerd keuzeprocess waarin op basis van criteria een afweging wordt gemaakt. Op grond van boorsnelheid, kosten, te bereiken diepte en diameter is roterend zuigboren/luchtliften in de praktijk zo gunstig dat die bijna altijd de voor de hand liggende boormethode is.

Pulsboringen worden toegepast bij bijzondere omstandigheden of als er specifieke eisen worden gesteld:

- Als de bodemlagen zo sterk onsamenvhangend zijn dat onverbuisd boren onmogelijk is.
- Bij grof grind of stenen (vaak wordt dan gepulst in combinatie met een grijper).
- Als de kwaliteit van het grondwater praktisch niet mag worden beïnvloed door werkwater (dit geldt met name voor waarnemingsputten en bij monitoring van het zoet/zout-grensvlak).
- Als een nauwkeurige boorbeschrijving is gewenst (de geroerde bodemonsters zijn redelijk goed).
- Als er gestoken (ongeroerde) bodemonsters noodzakelijk zijn voor bijvoorbeeld geochemisch onderzoek (daarom worden diepere boorgaten voor milieukundig onderzoek en verkenningsboringen vaak gepulst). Ook bij zuigboren is het wel mogelijk steekmonsters voor een aangepaste boorkop uit te nemen.
- Zo min mogelijk pleistering van de boorgatwand ter plaatse van meetapparatuur als het boorgat daar niet kan worden schoon gepompt.

Verder kan het voordeel van minder ruimtebeslag of onvoldoende aanvoer van werkwater voor onverbuisde boortechnieken doorslaggevend zijn bij het boren in gebieden met bijzondere natuurwaarden. Wanneer tijdens het pulsbooren verontreinigingen worden doorboord, kan vanuit een casing met een grotere diameter worden vertoerd naar een casing met een kleinere diameter om verder te boren in de schone bodem (dus zonder de verontreiniging). Er wordt een 'verloren verbuizing' (permanente verbuizing) tot minimaal 2 m onder de verontreinigingen geplaatst. Om na het aanbrengen van de verloren verbuizing het verspreiden van verontreinigingen tegen te gaan, wordt onderin de verloren verbuizing een laag afdichtingsmateriaal (met een dikte van minimaal 1 m) aangebracht. Zo kan verontreiniging van onderliggende bodemlagen worden voorkomen.

Waarnemingsputten en verkenningsboring

Voor waarnemingsputten wordt vaak gebruik gemaakt van pulsborings (diep) en sonisch boren (ondiep). Een belangrijk voordeel van deze technieken boven de zuigborings is de mogelijkheid tot het nemen van ongeroerde bodemonsters, een nauwkeuriger boorbeschrijving en minder afpleistering van de boorgatwand, omdat geen gebruik hoeft te worden gemaakt van werkwater of boorhulpmiddelen.

Tabel 21-2 Overzicht van verschillende boortechnieken.

Boortechniek	Diepte [m-mv]	Boorgatdiameter [mm]	Boorbeschrijving	Monsterneming	Opmerking BRL-2101	Vooral geschikt voor
Pulsboring		170-1.000	+	+		Winput en monsterneming
Holle avegaar	25	120-600	+/-	0	2, 3, 7	-
Onverbuisde avegaar	25		+/-	0	4	-
Verbuisde avegaar	25		+	0	8	-
Sonisch	40	90	+	++		Waarnemingsput en monsterneming
Sonisch (roterend)	150	150	+	++		Waarnemingsput en monsterneming
Counterflush	80	150	+	0	9	Monsterneming (niet toegepast in Nederland)
Sputboring (roterend)	>500	100-350	0	-	5	-
Spoelboring (roterend)	>500	100-350	-	0	9	-
Zuigboring	100	200-1.500	+	0	9	Winput en waarnemingsput
Luchtlift	500	200-1.500	+	0		Winput en waarnemingsput
DTH	>500	90-250	+	0		Waarnemingsput in vast gesteente (niet toegepast in Nederland)
Boorbeschrijving + Nauwkeurigheid (< 0,5 m) - Nauwkeurigheid (> 0,5 m) 0 Onnauwkeurig						Monsterneming ++ Ongeroid + Onverstoord 0 Geroerd - Zeer geroerd

Opmerkingen uit Protocol 2101 bij tabel 21-2:

- 1) De boortechnieken zijn toegelicht in § 22.1.
- 2) Alleen geschikt bij 'Milieukundig bodemonderzoek' en 'Plaatsen monitoringsfilter milieuonderzoek' tot maximaal 30 m-mv. 3) Bij mechanische boringen ten behoeve van plaatsing van bronnen voor een in-situ sanering, kan het bevoegd gezag Wet bodembescherming toestemming geven voor gebruik van een onverbuisde holle avegaarboring (zie eis 17, punt 4). Dit kan het geval zijn indien vermenging van de bodem tijdens het boren bijdraagt aan verbetering van het saneringsresultaat.
- 4) Alleen geschikt voor boringen tot maximaal 5,0 m-mv die boven de grondwaterspiegel worden uitgevoerd.
- 5) Bij een spuitboring valt na het boren de waterdruk in het boorgat weg, het boorgat is dan niet meer stabiel en kan instorten. Deze techniek kan derhalve niet worden toegepast onder de scope van deze BRL.
- 6) Indien het boorgat helemaal wordt afgevuld met afdichtingsmateriaal, zijn de opmerkingen in deze kolom niet van toepassing. Indien het boorgat niet helemaal wordt afgevuld met afdichtingsmateriaal,

dan detecteert de boorfirma de scheidende lagen, zoals beschreven in het toetsingskader van eis 14 en zijn de opmerkingen in deze kolom van toepassing.

7) Alleen geschikt indien een verbuisde continue bemonsteringstechniek wordt gebruikt of wanneer er vóór de holle avegaarbuis uit monsters worden gestoken.

8) Alleen geschikt bij gebruik van een verbuisde bemonsteringstechniek of als de exacte bodemopbouw voorafgaand aan de boring bekend is.

9) Bij deze boormethoden toont het bedrijf met een jaarlijks uit te voeren boorgatmeting aan dat het bedrijf in staat is de detectie van de scheidende lagen met de vereiste nauwkeurigheid uit te voeren (zie eis 14, aanvullend toetsingskader).

--	--	--	--	--	--	--	--

22 Stabiliteit boorgat

22.1 Werkwatervoorziening

Richtlijn 2 Zorg voor voldoende schoon werkwater inclusief een back-up voorziening.

Tijdens het zuigboren is 5 – 150 m³/h werkwater nodig. Het benodigde volume werkwater hangt af van de doorlatendheid van het grondwaterpakket, de diepte van de boring, de tijd dat het boorgat open staat, de samenstelling van de boorspoeling en de overdruk ten opzichte van het grondwaterpakket die tijdens de boring wordt gehanteerd. De hoeveelheid werkwater tijdens zuigboren is aanzienlijk meer dan tijdens pulsen, waarbij slechts een paar m³ werkwater per boring nodig is. Gedurende de boorwerkzaamheden moet volledig worden vertrouwd op de beschikbaarheid van werkwater, aangezien een kleine verstoring van het boorproces al kan leiden tot het instorten van het boorgat. Hiervoor is een continue toevoer van het werkwater nodig en moet dat gegarandeerd kunnen worden aangeleverd gedurende het gehele boorproces. Daarom is het raadzaam een dubbele werkwatervoorziening aan te brengen, zodat bij uitval van de reguliere watervoorziening een noodvoorziening kan worden ingezet. Zo kan bijvoorbeeld de werkwaterbron van twee pompen worden voorzien of kan er naast een werkwatervoorziening vanuit een ruw- of drinkwaterleiding een back-up voorziening uit een nabijgelegen winput of een nieuwe werkwaterbron worden ingepast.

Het werkwater dient hygiënisch betrouwbaar te zijn en bij voorkeur geen verstoppende componenten te bevatten. In de praktijk kan werkwater dat aan de gewenste kwaliteitseisen voldoet uit diverse bronnen worden betrokken:

- Een nabijgelegen winput;
- Een drinkwaterleiding;
- Een ruwwaterleiding (puttenveld);
- Een werkwaterbron;
- Aanvoer met tankwagen(s).

In geen geval mag oppervlaktewater of ondiep, microbiologisch onbetrouwbaar grondwater als werkwater worden gebruikt.

Bij het boren van putten ten behoeve van de bereiding van drinkwater heeft werkwater van drinkwaterkwaliteit of ruwwater dus de voorkeur. In de praktijk is de uiteindelijke keuze afhankelijk van zowel de gewenste of verplicht gestelde kwaliteit van het te gebruiken werkwater, als de beschikbaarheid van de genoemde bronnen voor werkwater op de locatie van de boring.

Het gebruik van werkwater mag niet leiden tot verontreiniging van de bodem (zie Protocol 2101 van de beoordelingsrichtlijn BRL SIKB 2100). Bij het boren van waarnemingsputten op grote afstand van bestaande bronnen voor drinkwater kan eventueel gebruik worden gemaakt van een werkwaterbron. In dit geval moet vooraf worden bepaald of het water aan de gestelde eisen van de beoordelingsrichtlijn BRL SIKB 2100 voldoet. Conform Protocol 2101 dient bij een boring in een waterwingebied of grondwaterbeschermingsgebied het gebruikte werkwater in alle gevallen te voldoen aan de gestelde eisen door het betreffende drinkwaterbedrijf of in de provinciale verordening.

In vergelijking met rein- en ruwwater uit het leidingnet is de kwaliteit van het water uit een werkwaterbron vaak slechter of niet bekend. Het is niet wenselijk om een waarnemingsput die wordt gebruikt voor waterkwaliteitsmetingen als werkwaterbron te gebruiken. Als er geen andere keuze is, moet ook dat water aan de gestelde eisen voldoen.

Binnen een wingebied wordt er gebruik gemaakt van drinkwater of wordt het werkwater onttrokken uit een nabijgelegen winput (zie PCD 1-2:2016 [4]). Als geen van bovengenoemde bronnen op of bij de gekozen boorlocatie aanwezig of mogelijk is, dan is aanvoer met behulp van een tankwagen de enige oplossing om de boring te kunnen uitvoeren. Voordeel is dat kan worden beschikt over de gewenste waterkwaliteit. Van de genoemde bronnen is deze optie de meest kostbare. *Richtlijn 3 Het gebruik van werkwater leidt niet tot verontreiniging van de bodem en het grondwater. (= invulling Protocol 2101, eis 13).*

Richtlijn 4 Het gebruik van werkwater leidt niet tot verontreiniging van de bodem en het grondwater. (= invulling Protocol 2101, eis 13).

22.1.1 Rein- of ruwwaterleiding

Het werkwater kan worden betrokken van een leidingnet voor drinkwater of ruwwater. In dat geval wordt er, na overleg en goedkeuring van het drinkwaterbedrijf, gebruik gemaakt van water uit de dichtstbij de boorlocatie gelegen brandkraan. Op deze brandkraan kan een standpijp worden gemonteerd (ook wel opzetstuk genoemd) van waaruit het water met brandslangen naar het boorgat wordt getransporteerd. Door sommige drinkwaterbedrijven wordt het gebruik van een tijdelijke standpijp niet meer toegestaan en dient er een tijdelijke bouwaansluiting te worden aangevraagd. Om werkwater te betrekken wordt er in die gevallen voor een andere optie gekozen.

Er moeten bepaalde voorzorgsmaatregelen worden genomen om de kwaliteit van het water in het betreffende leidingnet te beschermen. Het is essentieel om in de toevoerleiding van het werkwater naar het boorgat een keerklep te monteren en te zorgen voor een vrije uitstroom van het werkwater boven het vloeiستofniveau in de bezinkbak(ken). Dit om te voorkomen dat er werkwater terug het leidingnet stroomt, als de druk in het leidingnet wegvalt.

Om het werkwater op de juiste druk en het gewenste debiet te brengen, wordt in de toevoerleiding van het werkwater een reduceerventiel geplaatst. Dit ventiel voorkomt ook dat er ongewenste drukstoten in het leidingnet optreden.

De toevoer 'knijpen' zoals dat gebeurt bij het reduceerventiel, is bij een brandkraanafsluiter absoluut verboden. De brandkraanafsluiter moet bij gebruik volledig open worden gedraaid om te voorkomen dat de leegloopopening open blijft staan. Als de leegloop (half)open blijft, stroomt het leidingwater door de opening naar buiten, waardoor het water het zand rondom de brandkraan kan wegspoelen. Weggespoeld zand kan verzakking van de leiding tot gevolg hebben, wat vervolgens weer kan leiden tot leidingbreuk.

Als de standpijp is voorzien van een afsluiter kan die worden gebruikt voor het 'knijpen' van de toevoer. Er wordt voorgeschreven om een watermeter in de toevoerleiding van het werkwater op te nemen om de gebruikte hoeveelheid water te bepalen.

Bij voorkeur wordt er gebruik gemaakt van zogeheten insluitbeveiligde brandkranen. Het voordeel van deze insluitbeveiliging is dat er geen water vanuit de brandkraan terugstroomt het leidingnet in. De insluitbeveiliging zorgt ervoor dat bij een lage volumestroom door de brandkraan de terugslagklep van de brandkraan sluit. Zo wordt vervuiling van het leidingnet voorkomen. Bij toepassing van een standpijp op de brandkraan moet de volgende werkvolgorde in acht worden genomen:

1. standpijp monteren (en eventueel reeds de brandslang aansluiten);
2. de eventueel aanwezige afsluiter op de standpijp open draaien;
3. de afsluiter van de brandkraan (volledig) open draaien.

Het aanhouden van deze volgorde zorgt ervoor dat het vuil zoals zand en bladeren die meestal op de brandkraan aanwezig zijn, met de waterstroom via de standpijp naar buiten wordt afgevoerd.

Bij een andere volgorde kan er vuil in het leidingnet terechtkomen. Als bijvoorbeeld direct na montage van de standpijp (waarvan de afsluiter is gesloten) de afsluiter van de brandkraan wordt opengezet, zal het vuil met het water de standpijp instromen. Daar komt het water tot rust en zakt het vuil naar beneden tot in het leidingnet. Dit effect wordt aangeduid als ‘insluiseffect’.

22.1.2 Een nabijgelegen winput of werkwaterbron

Binnen een wingebied wordt het werkwater altijd onttrokken uit een nabijgelegen winput als er geen gebruik wordt gemaakt van drinkwater. In dat geval stelt het drinkwaterbedrijf een naastgelegen afgekoppelde winput beschikbaar. Het voordeel hiervan is dat de benodigde waterkwaliteitsbeoordelingen van het onttrokken grondwater uit een nabijgelegen winput op eigen terrein bij het drinkwaterbedrijf bekend zijn.

Bij plaatsing van waarnemingsputten buiten het waterwingebied kan eventueel gebruik worden gemaakt van bronneringswater uit een werkwaterbron (zie PCD 1-2:2016 [4]). In dergelijke gevallen is er in de buurt van de boorlocatie meestal geen nabijgelegen af te koppelen winput of drink- of ruwwaterleiding aanwezig. Om de gebruikte hoeveelheid werkwater bij te houden, dient een watermeter te worden gemonteerd.

Zoals hierboven is vermeld, moet het werkwater uit een werkwaterbron voldoen aan bepaalde eisen om bodemverontreiniging te voorkomen (zie Protocol 2101 van de beoordelingsrichtlijn BRL SIKB 2100). Hierin staat dat de boorfirma verplicht is aan te tonen dat in het grondwater, afkomstig van een tijdelijke of bestaande onttrekkingsbron ‘..... geen van de stoffen uit het pakket ‘grondwater’ van de NEN 5740, aangevuld met de stoffen waarvan bekend is dat deze door niet-natuurlijke oorzaken in verhoogde concentraties voorkomen in het grondwater van het gebied waarin de boring wordt uitgevoerd, is aangetroffen in concentraties hoger dan de streefwaarde voor grondwater uit de Circulaire bodemsanering, of, indien van toepassing, in concentraties hoger dan de in het betreffende gebied voor de betreffende stof vastgestelde achtergrondwaarde.’ Wanneer er in een periode van 5 jaar geen analyse is uitgevoerd op het grondwater van de desbetreffende locatie (watervoerende pakket waar de werkwaterbron is aangebracht), is de boorfirma verplicht om op de bestaande of tijdelijke onttrekkingsbron de benodigde waterkwaliteitsbeoordelingen te laten uitvoeren. Ook dient het werkwater een vergelijkbare of hogere kwaliteit (= lagere of vergelijkbare concentratie contaminanten en fecale micro-organismen) te hebben als het water in het pakket waar de win- of waarnemingsput wordt aangelegd (zie PCD 1-2:2016 [4]).

Wanneer de werkwaterbron voor werkwater buiten gebruik is, moet deze op de juiste wijze worden afgedicht om te voorkomen dat er kortsluitstroming kan optreden tussen watervoerende pakketten (beoordelingsrichtlijn BRL SIKB 2100. Dit zal worden beschreven in de in 2022 op te stellen praktijkcode PCD 13-4 ‘Putten en puttenvelden ten behoeve van drinkwater; Deel 4: Exploitatie’.

22.1.3 Aanvoer met tankwagens

Tankwagens worden incidenteel toegepast in het geval er geen alternatief is. Deze tankwagens moeten schoon zijn gemaakt voor gebruik, zodat er betrouwbaar werkwater kan worden geleverd. Om ook in dit geval de aanwezigheid van werkwater te waarborgen, is het raadzaam om minimaal twee tankwagens in te zetten. Op deze manier zal er steeds minimaal één tankwagen op de boorlocatie stand-by zijn. Daarnaast kan ook gebruik worden gemaakt van een bufferbak, die gedurende het gehele boorproces tijdig wordt aangevuld. In het geval er wordt geboord in grondwaterpakketten met een hoge doorlatendheid is het volume aan benodigd werkwater dermate hoog dat aanvoer met tankwagens doorgaans niet toereikend is.

22.2 Stabiliteit en benodigde overdruk in het boorgat

De stabiliteit van het boorgat is van groot belang tijdens het boren, het plaatsen van het filter en de afwerking van het boorgat. Meestal is de stabiliteit van boorgaten geen probleem. Er zijn echter situaties waarin er kans op

instabiliteit bestaat. Wordt het boorgat tijdens het boren of het inbouwen van de put instabiel, dan bestaat de kans dat het boorgat instort waardoor het project niet meer volgens plan kan worden uitgevoerd. Daarnaast kan er in sommige gevallen lokaal flinke afkalving van de boorgatwand plaatsvinden. In de praktijk wordt er door de boorfirma bij het boren voor een winput goed rekening gehouden met de stabiliteit van het boorgat en stort naar schatting circa 1% van de boorgaten in tijdens het boren, inbouwen en afwerken.

Het instorten van het boorgat kan leiden tot aanzienlijke vertraging en significant hogere kosten. Bij het instorten van een boorgat waarbij geen kleilaag is doorboord, hoeft dit geen ernstige gevolgen te hebben. Instorten gebeurt in de praktijk juist vaak op grotere diepten, waarbij kleilagen zijn doorboord. Vaak is het mogelijk de boorstangen en de boorbeitel omhoog te halen wanneer een boorgat (deels) is ingestort. Als dit niet lukt, moeten deze in de bodem worden achtergelaten of moet er omheen worden geboord om het boormateriaal omhoog te krijgen. Voor de waterhuishouding in de bodem zijn de gevolgen vaak veel ernstiger. Als er kleilagen moeten worden hersteld, zal voor deze laatste optie moeten worden gekozen. In het geval de scheidende kleilagen zijn doorboord en niet goed kunnen worden afgedicht door het instorten van het boorgat, zijn de watervoerende pakketten tussen de kleilagen met elkaar verbonden. Hierdoor kan er via dit boorgat kortsluitstroming ontstaan tussen de verschillende watervoerende pakketten. Eventuele verontreinigingen kunnen in lagen doordringen van waaruit ook water wordt opgepompt ten behoeve van de bereiding van drinkwater. Ook kan spanningswater uit lager gelegen lagen naar hoger gelegen lagen afvloeien, met alle gevolgen van dien. De doorboorde kleilagen kunnen uitsluitend worden hersteld door het ingestorte gat weer open te boren. Door van bovenaf met een grote boorgatdiameter door het ingestorte boorgat heen te boren, kunnen de doorboorde kleilagen weer worden hersteld. Ook kan ervoor worden gekozen om van binnenuit te boren wanneer er verloren materiaal in het ingestorte boorgat moet worden opgeboord.

Om het boorgat in stand te houden, is overdruk nodig. In theorie is het mogelijk om de benodigde overdruk te berekenen met bodem-mechanische berekeningen. In de praktijk zijn deze berekeningen complex, omdat ook rekening moet worden gehouden met de boogspanning en het ontstaan van glijvlakken door heterogeniteit van de bodem op centimeterschaal rondom het boorgat. In de praktijk wordt in Nederland daarom met de vuistregel gewerkt dat er een overdruk nodig is van 0,2 bar om het boorgat open te houden. Dit komt meestal neer op 2 m boven grondwaterstand. Voordat wordt geboord moet de boorfirma een inschatting maken of er factoren spelen die invloed hebben op de stabiliteit van het boorgat:

- Controleer of de stijghoogte in de te doorboren grondwaterpakketten hoger is dan de freatische grondwaterstand (bijvoorbeeld spanningswater; kwelsituatie). Het waterniveau in het boorgat dient tenminste 2 m hoger te zijn om voldoende overdruk in het boorgat te behouden.
- Het voornemen om de boorspoeling met de daarin zwevende deeltjes te vervangen door drinkwater of ruwwater om verstopping van de boorgatwand te voorkomen. Omdat hierdoor de dichtheid van de boorspoeling afneemt, neemt ook de overdruk van het water in het boorgat af.
- Doorboring van kleilagen (zoals droge klei met organisch materiaal), die water uit de boorspoeling absorberen en kunnen gaan zwellen. Ook kan een weinig geconsolideerde kleilaag bij een situatie met weinig overdruk of zeer compacte potklei een verhoogde kans op afbrokkelen en bijbehorende naval in het boorgat geven.
- Verhoogde dichtheid van brak/zout grondwater. Door het dichtheidsverschil tussen de boorspoeling en het formatiewater kunnen er drukverschillen ontstaan.
- Controle de of de boorspoeling basisch genoeg blijft (pH van 8,5 – 9,5).

Er zijn verschillende manieren om de stabiliteit van een boorgat te verhogen:

- Het verhogen van het waterniveau in het boorgat door de mantelbuis te verlengen én de boorinstallatie omhoog te brengen (zie ook § **Error! Reference source not found.**).
- Aanpassen van de boorspoeling (andere dichtheid (soortelijke massa) van de boorspoeling). Deze dichtheid kan worden verhoogd door verzwaringsmiddelen aan de boorspoeling toe te voegen, maar dat gebeurt uitsluitend als het niet anders kan (zie ook § **Error! Reference source not found.**).

22.3 Verhoogd opstellen

In de praktijk kan blijken dat er een grotere overdruk dan 2 m nodig is om het boorgat stabiel te houden. Dit vergt een verhoogde opstelling van de boorinstallatie en mantelbuis om zo het waterniveau te kunnen verhogen en deze overdruk te bewerkstelligen (*Figuur 22-1*). Wanneer er een hogere overdruk in het boorgat wordt gehanteerd, zal dit leiden tot een grotere waterbehoefte.

Een andere mogelijkheid is het verhogen van de dichtheid van de boorspoeling door toevoeging van additieven. In de praktijk wordt er voor het boren van putten vaak gekozen om te boren met schoon werkwater (drinkwater) of grondwater uit een werkwaterbron of nabijgelegen put) als boorspoeling om verstopping van de boorgatwand te voorkomen. Om de boorgatstabiliteit te waarborgen, wordt in de meeste gevallen geopteerd voor verhoogd opstellen.



Figuur 22-1 Voorbeeld van een verhoogd opgestelde opstelling van de boorinstallatie en de mantelbuis.

22.4 Boorspoeling

Bij roterend zuigboren moet de boorgatwand tijdens het boren en filterstellen in stand worden gehouden. Enerzijds wordt dit bereikt door het creëren van een overdruk van boorspoeling in het boorgat, anderzijds zal de boorgatwand enigszins worden afgepleisterd met natuurlijk materiaal (zand of klei uit doorboorde lagen) al dan niet in combinatie met kunstmatige additieven. De indringing van deeltjes in het bodempakket rondom de boorgatwand dient zo klein mogelijk te zijn, zodat de deeltjes kunnen worden verwijderd tijdens het ontwikkelen van de bron. De mate van afpleistering en indringing tijdens het boor- en afwerkingsproces van de put wordt onder meer bepaald door de doorlatendheid van de doorboorde laag, het type boorspoeling en de tijdspanne waarover het boorgat open staat. Als de deeltjes niet snel worden verwijderd, kan dit leiden tot een initiële filterkoek bij aanleg en daaropvolgende versnelling van het verstoppingsproces van de put.

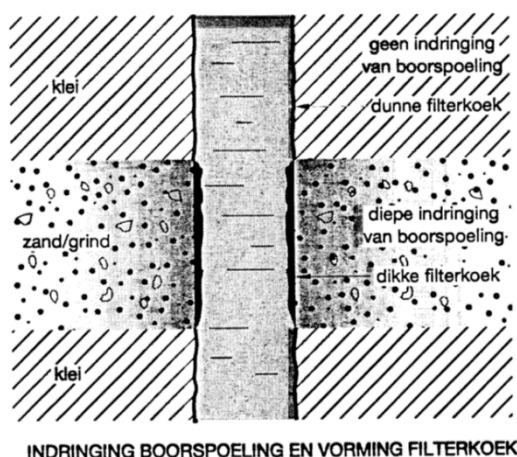
22.4.1 Functies en type boorspoeling

Onder een boorspoeling wordt zowel het werkwater als het natuurlijk spoelingsmateriaal (zand of kleideeltjes uit de doorboorde lagen) in het werkwater en de boorspoelingsadditieven verstaan. De functies van de boorspoeling zijn:

- Boorgruis uit boorgat verwijderen (zo nodig de viscositeit verhogen om dragend vermogen te verhogen);
- Uitoefenen van voldoende tegendruk op de boorgatwand om naval en het instorten van de boorgatwand te voorkomen.
- Boorgatwand afpleisteren om verlies van boorspoeling te beperken.
- Zwellen van doorboorde kleilagen verhinderen.
- Beitel schoonhouden.
- Beitel koelen en smeren (uitsluitend bij roller-bits; deze worden zo nodig gebruikt in de verharde formaties in Zuid-Limburg en het oosten van Nederland).

Als de samenstelling en doorlatendheid van de te doorboren formatie en de heersende stijghoogte in de watervoerende lagen dat toelaten, kan worden volstaan met een boorspoeling zonder toevoegingen (de zogenaamde natuurlijke boorspoeling). Natuurlijke boorspoeling bestaat uit werkwater met zwevende deeltjes en natuurlijke kleideeltjes uit het opgeboorde boorgruis, die geen gelegenheid hebben gekregen in de bezinkbakken te bezinken. In veel gevallen voldoet natuurlijke boorspoeling om de boring naar wens uit te voeren.

Bij het doorboren van grofkorrelige watervoerende lagen en/of een watervoerend pakket kan een natuurlijke boorspoeling onvoldoende zijn om het waterverlies te beperken en/of het boorgat in stand te houden. In die gevallen moeten boorspoelingsadditieven worden toegepast. Hiermee worden de gewenste eigenschappen van de boorspoeling verbeterd. Het gebruik van boorspoelingsadditieven werkt kostenverhogend. Het leidt er in de praktijk ook vaak toe dat de afpleistering van de boorgatwand slecht kan worden verwijderd tijdens putontwikkeling, waardoor in het ergste geval de putcapaciteit lager uit kan vallen dan gewenst. Door de initiële indringing van natuurlijke boorspoelingsresten (fijne zand- en kleideeltjes) in de formatie kan de doorlatendheid van de aanliggende formatie ook afnemen, voordat de boorgatwand is afgepleisterd (zie *Figuur 22-2*). Een hogere viscositeit van de boorspoeling kan deze indringingsdiepte verlagen. Bovendien wordt de kans op bacteriegroei vergroot bij toepassing van een biologisch afbreekbaar additief.



Figuur 22-2 Indringing van boorspoeling en vorming van filterkoek [10].

In Tabel 22-1 zijn de gangbare boorspoelingsadditieven bij het boren van putten en hun functies op een rij gezet. Deze worden in de navolgende subparagrafen toegelicht. boorspoelingsadditieven dienen over een erkende kwaliteitsverklaring te beschikken, zie praktijkcode PCD 13-1:2019 [2].

Tabel 22-1 Boorspoelingsadditieven en de bijbehorende functies.

Boorspoelingsadditief	Functie	Gebruik in de praktijk
PAC (organisch)	verdikking en beperking vloeistofverlies klei- en zandlagen	Wordt veelvuldig toegepast
CMC (organisch)		Mag niet worden toegepast
Bentoniet (anorganisch)	verdikking en beperking vloeistofverlies zandlagen; wordt niet meer gebruikt bij boringen van putten voor drinkwater	Incidenteel, als het niet anders kan (bijvoorbeeld hoog risico op kleilagen die zwellen)
Xanthaan	verdikking en beperking vloeistofverlies zandlagen	Wordt zelden toegepast
Soda ash, natronloog (anorganisch)	verdikking en beperking vloeistofverlies zandlagen, basisch houden boorspoeling	Wordt zelden toegepast
Mica, walnootschillen, houtsnippers, cellofaansnippers	Beperken waterverlies in lagen met grof bodemmateriaal (grind)	Niet meer toegepast

22.4.2 PAC (polyanionic cellulose)

Het product met de handelsnaam Antisol (een gemodificeerd zetmeelproduct) is de bekendste PAC. Dit product is gemodificeerd om het de gewenste eigenschappen te geven: wateroplosbaar en een verhoogde viscositeit van de boorspoeling.

Producten op basis van PAC zijn relatief eenvoudig in het gebruik, omdat relatief kleine hoeveelheden nodig zijn. De benodigde hoeveelheid is afhankelijk van factoren als grofheid van de formatie, diepte van het boorgat, boorgatdiameter, beschikbaarheid van hoeveelheid werkwater en kans op naval van klei in het boorgat. In de praktijk wordt doorgaans gewerkt met concentraties tot 0,3 kg/m³, met uitschieters tot 1,0 kg/m³. Om een idee te krijgen van de vereiste hoeveelheden moet eerder worden gedacht aan enkele tientallen kilogrammen dan aan enkele honderden kilogrammen per boring. Bij hogere concentraties neemt de kans toe dat de spoelingsadditieven niet meer volledig kunnen worden verwijderd.

Producten op basis van PAC zijn biologisch afbreekbaar onder aerobe omstandigheden. Dit betekent dat PAC niet wordt afgebroken bij putten in diepere, anaerobe grondwaterpakketten. PAC is een bron voor bacteriegroei. Volgens onderzoek is PAC niet toxisch [6]⁴.

22.4.3 CMC (natriumcarboxymethylcellulose)

CMC heeft ongeveer dezelfde structuur als zetmeel. Cellulose zelf is niet in water oplosbaar, maar door derivatisering met azijnzuur krijgt het die eigenschap. In de vorm van het natriumzout wordt de stof nog beter oplosbaar. Evenals PAC is CMC biologisch afbreekbaar, wat ook CMC bestempelt als mogelijke bron van bacteriegroei. Volgens het bij PAC aangehaalde onderzoek kan Na-CMC toxisch zijn. Daarom mag CMC niet meer worden gebruikt bij boringen van putten ten behoeve van drinkwater.

⁴ Dit rapport bevat de resultaten van onderzoek naar onder meer de milieu-hygiënische kenmerken van bentoniet en organische spoelingsadditieven en ook bij lozing en stort, en milieuwetgeving met betrekking tot boorspoelingen.

22.4.4 Bentoniet

Bentoniet is een kleisoort afkomstig van verweerde vulkanische assen. Het voornaamste mineraal daarin is montmorilloniet dat een specifieke plaatstructuur heeft. Door die structuur heeft het mineraal de neiging watermoleculen te absorberen. Deze absorptie veroorzaakt zwellen van het bentonietpoeder. De mate van zwelcapaciteit van het bentonietpoeder hangt af van de samenstelling van het bentoniet en het zoutgehalte van de vloeistof. De zwelcapaciteit neemt af met toenemend zoutgehalte. Over het algemeen kan er met bentoniet een goede afpleistering op de boorgatwand worden gerealiseerd om zo een stabiel boorgat te genereren en het verlies van boorspoeling te beperken tijdens de boring. Organisch materiaal in doorboorde kleilagen kan door absorptie van water opzwellen, waardoor klei naar buiten wordt gedrukt (naval van klei). Dit kan worden beperkt door dergelijke organische kleien goed met een bentoniet spoeling af te smeren (water kan hierdoor niet in deze klei trekken).

Bentoniet kan mechanisch worden verwijderd al dan niet in combinatie met een dispergeermiddel. Door het toepassen van een dispergeermiddel wordt de verbinding tussen de kleiplaatjes verbroken. Hierdoor wordt de bentoniet boorspoeling minder viskeus en verliest deze zijn gelvormende eigenschappen. Als dispergeermiddel kan gebruik worden gemaakt van producten op basis van polyacrylamide (bijvoorbeeld het handelsproduct Aquaclear). Dit is een flocculant (vlokhulpmiddel) dat frequent in waterzuiveringsprocessen wordt toegepast. Polyacrylamide is niet giftig, maar er kunnen resten van het monomeer acrylamide aanwezig zijn in het polymeer.

De benodigde hoeveelheden bentoniet hangen af van dezelfde factoren als bij PAC. Voor hetzelfde resultaat is ongeveer tien keer zoveel bentoniet als PAC nodig.

Volgens richtlijn 7 (zie § 22.4.8) moet het gebruik van bentoniet zoveel mogelijk worden voorkomen, omdat de afpleistering op de boorgatwand zorgt voor een initiële positieve skinlaag (filterkoek) na aanleg van een win- of infiltratieput. Het verwijderen van deze filterkoek tijdens putontwikkeling is lastig en tijdrovend. Als bentoniet beslist noodzakelijk is (bijvoorbeeld bij grote kans op instorten van het boorgat), wordt aangeraden het materiaal in combinatie met PAC te gebruiken. PAC zorgt ervoor dat het bentoniet zich beter en gelijkmatiger verspreidt. Op deze manier wordt de effectiviteit van bentoniet vergroot, waardoor er minder van nodig is.

Bentoniet heeft een lage microbiologische groeipotentie vergeleken met boorvloeistoffen op basis van polymeren.

22.4.5 Xanthaan

Xanthaan is een boorvloeistof op basis van organische polymeren. De stof bestaat uit lange suikerketens en heeft gelvormende eigenschappen. De organische polymeren van xanthaan hebben vergelijkbare eigenschappen als bentoniet. Beide boorspoelingen zijn 'Binghamse vloeistoffen'. Dergelijke vloeistoffen stromen uitsluitend als de schuifspanning boven een bepaalde grenswaarde (de zogeheten zwichtspanning) komt. Een zwichtspanning heeft voordelen bij de vorming van de filterkoek en het dragend vermogen van de spoeling in rust. Overige boorspoelingen geven geen zwichtspanning. De meest optimale samenstelling van xanthaan is 5 kg/m³.

Het nadeel van xanthaan is dat de microbiologische groeipotentie relatief groot is.

22.4.6 pH-verhogende boorspoelingsadditieven

Er kunnen hardheid verlagende en pH-verhogende boorspoelingsadditieven zoals natriumcarbonaat ('soda ash') of natronloog (natriumhydroxide opgelost in water) worden toegevoegd aan de boorspoeling. Een pH van 8,5 – 9,5 is in het algemeen het meest gunstig voor de stabiliteit van het boorgat. Bovendien kunnen bij dergelijke waarden voor de pH de eigenschappen van de boorspoeling beter onder controle worden gehouden dan bij lagere of hogere waarden. Het gebruik van soda ash of natronloog heeft als voordeel dat toegevoegde bentoniet en/of polymeren aan de boorspoeling beter hydrateren in een basische oplossing. Hierdoor hoeft er minder van deze producten te worden toegevoegd.

22.4.7 Mica, walnootschillen, houtsnippers, cellofaansnippers

Deze producten worden toegepast om het waterverlies bij lagen van grof materiaal te beperken. In Nederland worden ze in de praktijk niet of nauwelijks gebruikt. Als dergelijke pakketten moeten worden doorboord, wordt eerder overgestapt op de verbuisde pulsboormethode.

22.4.8 Keuze boorspoeling

Voor het gebruik van een boorspoelingsadditief is het belangrijk om het doel ervan te bepalen: verhogen dichtheid boorspoeling, afsluiten zwellende kleilagen en afsluiten grove zandlagen om waterverlies te beperken. Aan de hand hiervan en in overleg met de boorfirma en de leverancier van de additieven kunnen dan de juiste additieven worden bepaald, alsmede de optimale concentratie.

Ten aanzien van het gebruik en de hoeveelheden van kunstmatige boorspoelingsadditieven zijn verschillende visies. De eerste visie is dat er zo weinig mogelijk of liefst geen boorspoelingsadditieven moeten worden gebruikt. Het boorspoelingsadditief zou zich op de boorgatwand hechten en een initiële verstopping veroorzaken die moeilijk is te verwijderen. Een andere visie is dat juist door het aanbrengen van een dunne laag boorspoelingsadditief wordt voorkomen dat tijdens het boren fijne natuurlijke zand- en kleideeltjes in de boorspoeling dieper in het pakket infiltreren, waaruit die lastig zijn te verwijderen. Voorwaarde is dat de dunne laag boorspoelingsadditief bij het ontwikkelen wordt verwijderd. Ervaring bij drinkwaterbedrijven leert dat met de navolgende richtlijnen over het algemeen goede resultaten worden verkregen.

Richtlijn 5 Indien kunstmatige boorspoelingsadditieven nodig zijn ten behoeve van de stabiliteit van het boorgat, gebruik dan bij voorkeur uitsluitend biologisch en/of chemisch afbreekbare middelen.

Als deze boorspoelingsadditieven niet op een mechanische manier kunnen worden verwijderd, kan altijd worden overgegaan op een biologische of chemische verwijderingsmethode (zie ook § **Error! Reference source not found.**).

Richtlijn 6 De boorspoelingsadditieven dienen in beperkte concentraties te worden toegepast. Volgens ervaringscijfers wordt meestal gewerkt met een concentratie van 0,3 kg/m³ van het middel Antisol.

Er moet rekening worden gehouden met het feit dat sommige componenten van boorspoelingsadditieven die op de boorgatwand achterblijven, kunnen leiden tot microbiologische verontreiniging van de winput ten behoeve van drinkwater. Om de kans op die verontreiniging zo laag mogelijk te houden, dienen de concentraties van boorspoelingsadditieven beperkt te blijven.

Richtlijn 7 Gebruik bij voorkeur PAC als boorspoelingsadditief.

22.4.9 Verversen boorspoeling

In het geval het niet lukt om in één dag het gat te boren en weer aan te vullen, moeten maatregelen worden getroffen om de overdruk op peil te houden als het werk stil ligt. Vaak wordt in de bezinkbak een vlottermechaniek geplaatst dat de waterstand automatisch op peil houdt. In de meeste gevallen zijn de vlotters uitgerust met beveiligings- en signaleringsopties die met een gegeven tijdsinterval het waterpeil loggen. De boorfirma wordt automatisch gewaarschuwd via een SMS-melding, wanneer zich problemen voordoen met het waterpeil. In enkele gevallen zijn de genomen voorzorgsmaatregelen niet voldoende en wordt de aanbeveling gedaan enkele keren poolshoogte te nemen. Als er geen automatische beveiliging is toegepast, moet het boorgat continu worden bewaakt. Soms zijn de omstandigheden zodanig dat er geen risico's kunnen worden genomen. Er wordt dan doorgewerkt, totdat het gat is geboord, de pompfilters zijn afgesteld en het boorgat is aangevuld.

Richtlijn 8 Ververs de inhoud van het boorgat met schoon werkwater altijd voor (en na) het bereiken van het filtertraject.

Richtlijn 9 Voorkom onderbrekingen in het boor- en aanvulproces na het bereiken van de einddiepte. Werk zo nodig in dag- en nachtploegen om te voorkomen dat het boorgat onnodig lang open staat met overdruk.

22.5 Ontzanden boorspoeling

Richtlijn 10 Gebruik minimaal 2 bezinkbakken ($2 \times 10 \text{ m}^3$) om restanten van doorboorde lagen zo goed mogelijk te verwijderen.

Het boorgruis dat door de beitel is los geboord, wordt met behulp van de circulerende boorspoeling uit het boorgat verwijderd. Ook de fijnere zanddeeltjes en andere meegevoerde kleine deeltjes moeten zo snel en zo veel mogelijk uit de vloeistofstroom worden afgescheiden. Om deze ontzanding uit te voeren, kan gebruik worden gemaakt van ontzanders (cyclonen en schudzeven), kunnen meer suppletiebakken worden ingezet, kunnen de suppletiebakken worden schoongemaakt voordat in het watervoerende pakket wordt geboord, kan de boorspoeling worden aangepast, enzovoort.

In het geval de fijne materiaaldeeltjes in de vloeistofstroom blijven circuleren, zal een deel ervan in de formaties dringen waardoor de doorlatendheid kleiner wordt. Ontzanding voorkomt dat de doorlatendheid van de delen van de formatie die van belang zijn voor de waterwinning kleiner wordt dan wenselijk is.

Bij het boren van winputten voor drinkwater dienen het boorgruis en de fijne materiaaldeeltjes te worden verwijderd met:

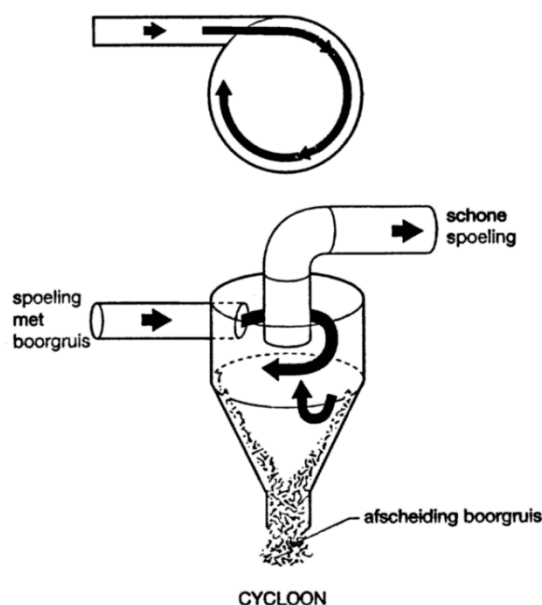
- bezinkbakken;
- cyclonen;
- schudzeven.

22.5.1 Bezinkbakken (spoelbakken)

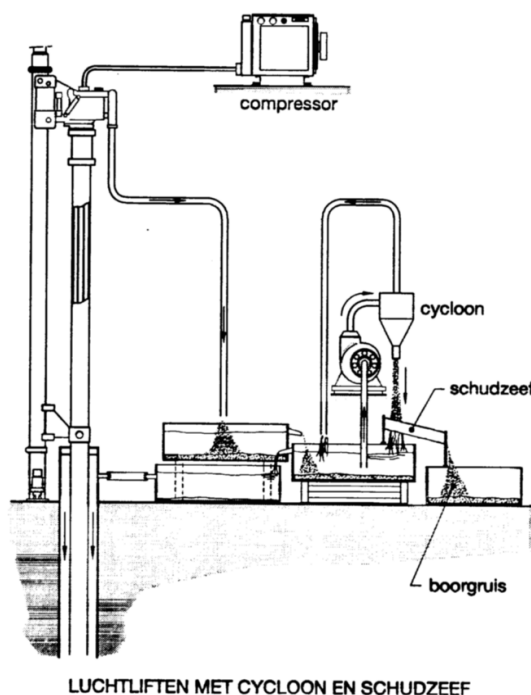
Bij roterend zuigboren worden altijd bezinkbakken geplaatst. Richtlijn is minimaal twee bezinkbakken. Soms worden drie of vier bezinkbakken in serie geplaatst. De eerste bak is de bak waarin de boorvloeistof met boorgruis vanuit de boorstang terechtkomt en waar zich de straalbreker bevindt. Hier bezinkt het grofste materiaal. Bij deze bak worden ook de grondmonsters genomen voor de boorbeschrijving. Vervolgens stort de boorspoeling over in de volgende bak(ken) waarin het fijnere materiaal verder bezinkt. De laatste bezinkbak is rechtstreeks op de mantelbuis (geen boorbuis!) van het boorgat aangesloten.

Hoe meer fijn zand er zich in de boorspoeling bevindt, des te langer het bezinktraject moet zijn. Dat kan worden gerealiseerd door meer bezinkbakken te gebruiken. De afscheiding kan ook worden verbeterd door de stroomsnelheid in het bezinktraject te beperken via de toepassing van brede overstortranden of de bezinkbakken parallel te plaatsen.

Bij het doorboren van veenlagen of sterk slibhoudende lagen is het aan te bevelen de boorspoeling te verversen, voordat het geplande filtertraject wordt bereikt. De bezinkbakken moeten dan in elk geval worden schoongemaakt.



Figuur 22-3 Cycloon [10].



Figuur 22-4 Luchtliften met cycloon en schudzeef [10].

22.5.2 Cyclonen en schudzeven

Cyclonen en schudzeven worden ingezet om de ontzanding van de boorspoeling te bevorderen. De cycloon is een apparaat dat door middel van centrifugaal krachten het boorgruis en de spoeling scheidt op basis van verschil in soortelijk gewicht (Figuur 22-3). Schudzeven worden gebruikt in combinatie met bezinkbakken en cyclonen (zie Figuur 22-5). De boorspoeling wordt uit de tweede (of derde) bezinkbak opgepompt en toegevoerd naar een aantal cyclonen (100 – 125 mm) die zich boven de trillende schudzeef bevinden. De laatste bezinkbak kan als communicerend vat aan de tweede bezinkbak worden verbonden. Dankzij de schudbeweging van de zeef wordt het opgevangen materiaal naar één kant geleid, waardoor het in een bak met uitsluitend boorgruis terechtkomt. De maaswijdte van de schudzeef en het type cycloon bepalen de maat van de fractie die uit de boorspoeling wordt

verwijderd. In de praktijk wordt er vaak gebruik gemaakt van bezinkbakken en cyclonen, en worden schudzeven zelden gebruikt.

23 Uitvoering van de boring

23.1 Introductie

Voordat er kan worden gestart met de mechanische boring voor het plaatsen van de winput dient er een plan van aanpak te worden opgesteld conform de gestelde eisen in Protocol 2101. Daarnaast moet ervoor worden gezorgd dat de boorlocatie goed bereikbaar is voor de boorstelling en voor de aanvoer van het benodigde materiaal. Indien er geen aanvoerweg aanwezig is, dienen er rijplaten te worden neergelegd.

Bij de gangbare boormethode roterend zuigboren/luchtliften moet worden gezorgd voor een zeker gestelde toelevering van werkwater van gecontroleerde kwaliteit en voldoende hoeveelheid. Om bij exploitatie van de winput de kans op verstopping en/of bacteriegroei zo klein mogelijk te houden, wordt bij voorkeur geboord zonder of (als dat niet anders kan) met zo weinig mogelijk boorspoelingsadditieven. Daarnaast is ontzanding van de boorspoeling noodzakelijk om indringing van zand- en slibdeeltjes uit de boorspoeling in de doorboorde formatie te voorkomen.

Tijdens het boren moet de boorfirma op basis van het uitgekomen bodemmateriaal een zo nauwkeurig mogelijke boorbeschrijving maken. Deze moet voldoen aan de gestelde boorbeschrijvingseisen in NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020 (zie ook Protocol 2101, eis 14). Als aanvulling op deze boorbeschrijving wordt vaak een geofysische boorgatmeting in het open boorgat uitgevoerd om nauwkeurigere gegevens te verschaffen over de bodemopbouw. Hierbij dienen vooral de grensvlakken tussen formatieovergangen en de aanwezigheid van (dunne) kleilagen goed in kaart te worden gebracht. Op basis van de boorbeschrijving in combinatie met de gegevens van een eventueel uitgevoerde geofysische boorgatmeting wordt de definitieve filterstelling vastgesteld. door de opdrachtgever in overleg met de boorfirma. De filterstelling wordt bepaald op basis van de grofheid van de doorboorde zandlagen, de juiste minimale afstand (van ten minste 1 m) ten opzichte van kleilagen en veenlagen, en de aanwezigheid van redoxgrenzen in het grondwaterpakket (zie subparagraaf 12.3.1 van PCD 13-2:2019) [3]). Ook worden de scheidende lagen bepaald die conform de gestelde eisen in Protocol 2101 dienen te worden afgedicht. Hierbij zijn de scheidende lagen tenminste met de volgende nauwkeurigheid vastgesteld door de boorfirma:

- scheidende lagen met een dikte vanaf 0,5 m worden vastgesteld;
- de diepteligging van de bodemlagen wordt met 1,0 m nauwkeurigheid vastgesteld.

Nadat de vereiste diepte van de boring is behaald, de boorgatmeting is uitgevoerd en de filterstelling bekend is, dienen zo snel mogelijk de putelementen te worden ingebouwd en de annulaire ruimte in het boorgat te worden aangevuld. De putelementen dienen waterdicht met elkaar te worden verbonden en gecentreerd te worden ingebouwd (zie § 12.8 van PCD 13-2:2019) [3]). Het aanvulgrind, filtergrind en afdichtingsmateriaal dienen op de juiste dieptes in het boorgat op een gecontroleerde wijze te worden aangebracht met behulp van een storkoker. Direct na het inbouwen van de putelement wordt de storkoker ingebouwd tot de einddiepte van de boring en wordt er begonnen met het aanvullen, waarbij de storkoker maximaal 5 m boven de aanvuldiepte wordt gehouden.

De annulaire ruimte dient zo snel mogelijk tot boven de filterbuis te worden aangevuld met het filtergrind om het boorgat op filterhoogte zo kort mogelijk open te laten staan. Het werkproces voor het aanbrengen van het omstortingsmateriaal mag pas worden onderbroken totdat de afscheidende kleilaag boven het filter(deel) is geplaatst. De exacte werkwijze voor het laagsgewijs afdichten van scheidende lagen is beschreven in § 12.9 van PCD 13-2:2019) [3].

Het lijmen van de putelementen, de plaatsing van de filterstelling op gewenste diepte en het aanvullen met aan vulgrind, filtergrind en afdichtingsmateriaal op de juiste dieptes in het boorgat, zijn de meest kritische handelingen bij de inbouw van een put. Deze handelingen vereisen naast geconcentreerd werken de nodige voorzorgsmaatregelen.

Direct na inbouw van een winput kan met de meting van gammastraling of met een magnetometer (indien er gebruik is gemaakt van magnetiethoudend bentoniet) worden vastgesteld of de gestorte kleilagen zich op de juiste plaats bevinden.

Na inbouw van de winput wordt deze ontwikkeld om uit het filtergrind, de boorgatwand en de aanliggende formatie fijn materiaal en restanten van de eventueel gebruikte boorspoelingsadditieven te onttrekken. Putkopconstructie en putkelder moeten conform tekening worden afgewerkt en terreinleiding, ruwwaterleiding, voedingskabel en signaalkabels moeten conform voorschrift worden gelegd. Na afwerking wordt de winput aan de hand van een checklist in bedrijf gesteld.

In de paragrafen hieronder wordt de exacte werkwijze tijdens de uitvoering van de boring verder toegelicht.

23.2 Laatste voorbereidingen

23.2.1 Planning en afwijkingen

Richtlijn 11 De boorfirma dient voorafgaand aan de werkzaamheden het plan van aanpak zoals dat is beschreven in Richtlijn 28 van het "Ontwerp" te bestuderen en te controleren of de boring en aanleg van de put uitvoerbaar zijn conform dit plan (= invulling Protocol 2101, eis 9).

De boorfirma start de werkzaamheden niet voordat de voorbereidende werkzaamheden en activiteiten volgens het plan van aanpak zijn afgerond. Daarbij dient de boorfirma een toereikend werkplan op te stellen dat moet voldoen aan de gestelde eisen in Protocol 2101 (eis 1 – 8) en moet worden goedgekeurd door de opdrachtgever. Dit werkplan dient aanwezig te zijn op de boorlocatie en moet bekend zijn bij de boorfirma ter plaatse (eis 9). Indien de boring direct naast een gebouw of constructie wordt uitgevoerd, dient de boorfirma rekening te houden met de mogelijke negatieve effecten op deze bouwwerken of constructies als gevolg van de grondontspanning die de boring veroorzaakt (Protocol 2101, eis 10). Conform deze eis 10 dient de boring op een afstand van minimaal 10 maal de boorgatdiameter van een bestaand gebouw of constructie en minimaal 15 maal de boorgatdiameter van een bekend gebouw of constructie plaats te vinden. Als dit niet mogelijk is, dient de eigenaar van het bouwwerk of de constructie vooraf toestemming aan de boorfirma te geven om op een kleinere afstand tot het gebouw of de constructie te boren.

In het geval de boorfirma een situatie aantreft die afwijkt van het plan van aanpak dient dit aan de opdrachtgever (het drinkwaterbedrijf) te worden gemeld. Er mag worden afgeweken van het plan van aanpak, mits daarvoor toestemming is van de opdrachtgever en zo nodig van het betreffende bevoegd gezag. Afwijkingen worden vastgelegd (Protocol 2101, eis 9).

Richtlijn 12 Voorkom schade aan gebouwen en constructies door de boring op veilige afstand hiervan uit te voeren (= invulling Protocol 2101, eis 10).

23.2.2 Veiligheids- en gezondheidsplan

Richtlijn 13 Voldoe aan de wettelijke eisen op het gebied van Arbeidsomstandigheden. (= invulling Protocol 2101, eis 3).

De boorfirma dient conform BRL SIKB 2100 te beschikken over een VGM-beheersysteem (beheersysteem Veiligheid, Gezondheid en Milieu), dat voldoet aan de eisen die daaraan worden gesteld in de Veiligheidschecklist

Aannemers (VCA 2017/6.0). De verplichtingen omtrent veiligheid en gezondheid hangen af van de aard (en grootte) van de werkzaamheden.

De boorfirma dient in het plan van aanpak duidelijk vast te leggen welke persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) aanwezig moeten zijn op de boorlocatie en op welke wijze die moeten worden gebruikt. Daarbij dient de boorfirma een toereikend veiligheids- en gezondheidsplan op te stellen dat moet worden goedgekeurd door de opdrachtgever.

Als uit het vooronderzoek blijkt dat er gevaarlijke gassen aanwezig kunnen zijn op de boorlocatie (bijvoorbeeld verhoogde concentraties methaan in de te doorboren pakketten), dan dient het plan van aanpak ook aan te geven welke meetapparatuur voor bodemgassen daar aanwezig moet zijn en op welke wijze en wanneer die zal worden gebruikt.

23.2.3 Check vergunningen

Richtlijn 14 Controleer voor aanvang van de werkzaamheden of is voldaan aan alle wettelijke eisen voor wat betreft zorg-, meldings- en vergunningsplichten. Met name ten aanzien van het gebruik van de bodem en de/het vrijkomende bodemmateriaal en grondwater (= invulling Protocol 2101, eis 11).

Het Protocol 2101 verplicht boorfirma's om voorafgaand aan werkzaamheden aantoonbaar te controleren of is nagegaan welke wettelijke eisen gelden voor de boorlocatie en de uit te voeren werkzaamheden. Er mag pas worden gestart met de boorwerkzaamheden als de benodigde vergunningen zijn verleend en/of de verplichte meldingen zijn ingediend. Bovendien moeten de inhoud en voorwaarden van de verleende vergunning(en) en/of algemeen wettelijke voorschriften zijn verwerkt in het plan van aanpak. Dit plan van aanpak moet bekend zijn bij de boorfirma op locatie. De verantwoordelijke persoon van de opdrachtgever dient toe te zien of dat er wordt voldaan aan alle vergunningen die nodig zijn, voordat wordt gestart met de werkzaamheden.

De benodigde vergunningen zijn vermeld in PCD 13-1:2019 [2].

23.2.4 Hygiënische maatregelen tijdens boring

Richtlijn 15 Voldoe aan de hygiënische maatregelen volgens de praktijkcode PCD 1-2 'Hygiëncode Drinkwater; Winning (grondwater, oevergrondwater en water na kunstmatige infiltratie)', hoofdstuk 3 'Aanleg winmiddelen'.

In de PCD 1-1:2015 'Hygiëncode Drinkwater; Algemeen' [7] en PCD 1-2:2016 'Hygiëncode Drinkwater; Winning (grondwater, oevergrondwater en water na kunstmatige infiltratie)' [4] staan maatregelen die in acht moeten worden genomen om chemisch en microbiologisch veilig, voor menselijke consumptie bestemd water te winnen. Daarnaast stelt het Protocol 2101 ook aanvullende eisen om het milieu en de grondwaterkwaliteit.

Richtlijn 16 Voorkom dat er bij de uitvoering van de mechanische boringen verontreinigende stoffen in de bodem terecht komen (= invulling Protocol 2101, eis 11).

De boorfirma moet ervoor zorgen dat bij de aanleg van een put geen verontreinigende stoffen in de bodem (of oppervlaktewater) terecht komen. Dit houdt in dat de boorfirma verontreinigende materialen zodanig opslaat dat verontreiniging van de bodem niet mogelijk is. Voor de benodigde vereisten om te voorkomen dat bij de aanleg van een put geen verontreinigende stoffen in de bodem (of oppervlaktewater) terecht komen, wordt verwezen naar PCD 1-2:2016 [4].

Bij lekkage van verontreinigende stoffen vanuit de gebruikte materialen en materieel, neemt de boorfirma maatregelen om te voorkomen dat deze stoffen in de bodem of het grondwater terecht komen, bijvoorbeeld door deze direct te reinigen. Als het voorgaande niet mogelijk is, neemt de boorfirma direct maatregelen om te

voorkomen dat de verontreinigende stoffen in de bodem of het grondwater achterblijven. Daarnaast mag de gebruikte boorspoeling geen verontreinigende stoffen bevatten. Er moet worden voldaan aan de in PCD 13-1:2019 [2] gestelde eisen.

Alle vrijkomende bodemmateriaal, grondwater, werkwater, waswater en afvalmaterialen die de boorlocatie kunnen verontreinigen, worden opgeslagen, behandeld en afgevoerd volgens de daarvoor geldende regelgeving.

Richtlijn 17 Voorkom verspreiding van aanwezige bodemverontreiniging tijdens het boren (= invulling Protocol 2101, eis 12).

Soms moet worden geboord door bestaande bodemverontreinigingen. In dat geval moet worden voorkomen dat deze verontreiniging zich verder verspreidt naar diepere of ondiepere lagen. Het Protocol 2101 biedt hiertoe enkele opties:

- Een boortechniek zonder waterdruk toepassen.
- De boring vanaf de grondwaterspiegel tot in de scheidende laag onder de verontreiniging uitvoeren als verbuisde boring, waarbij geen of zeer weinig werkwater wordt gebruikt.
- Bij het ontbreken van een scheidende laag: de boring vanaf de grondwaterspiegel tot ten minste 2 m onder de verontreiniging uitvoeren als verbuisde boring, waarbij geen of zeer weinig werkwater wordt gebruikt.

Opmerking

Bij de tweede en derde optie geldt als aanvullende eis: voordat zonder verbuizing verder wordt geboord, wordt het werkwater in de verbuizing verversen en op een daar toe geëigende wijze afgevoerd en verwerkt, zodat het werkwater in het boorgat schoon is.

Het Protocol 2101 staat in uitzonderlijke gevallen (bijvoorbeeld bepaalde bodemsaneringen) toe om af te wijken van bovenstaand voorschrift, mits er schriftelijke toestemming is van het bevoegd gezag.

23.3 Controle, toetsing en bijsturing

Richtlijn 18 Zorg tijdens het werk voor controle en toetsing, en zorg voor bijsturing in geval van afwijkingen.

In het plan van aanpak is beschreven hoe controle en toetsing plaatsvinden tijdens de uitvoering en welke procedure wordt doorlopen als een medewerker een afwijking constateert. De projectleider van de aannemer kan aantonen dat deze controles en toetsingen worden uitgevoerd tijdens het werk.

Ook kan de projectleider aantonen dat tijdens het werk afwijkingen van het ontwerp worden bijgehouden in een logboek. De projectleider beoordeelt de consequenties van afwijkingen, bepaalt welke bijsturing nodig is (bijvoorbeeld compenserende maatregelen, aanpassingen) en zorgt voor afstemming met de andere betrokken partijen. Bij ernstige afwijkingen wordt dit schriftelijk en binnen twee werkdagen gedaan.

De volgende afwijkingen worden in ieder geval schriftelijk en binnen twee werkdagen afgestemd met de andere betrokken partijen:

- Afwijkingen waardoor de onttrekkingsbron niet volgens de uitgangspunten van het ontwerp kan functioneren.
- Afwijkingen waardoor niet meer wordt voldaan aan wet- en regelgeving.

23.4 Boorbeschrijving en monsterneming van bodemmateriaal

Richtlijn 19 Stel een boorbeschrijving op voor win- en waarnemingsputten (= invulling Protocol 2101, eis 14).

Het doel van de monsterneming van bodemmateriaal is om een duidelijk beeld te krijgen van de geologische bodemopbouw over de volledige diepte van het boorgat. Deze moet voldoen aan de gestelde boorbeschrijvingseisen in de NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020.

De bodemonsters worden in het veld gebruikt voor het opstellen van de boorbeschrijving (boorstaat). Deze vormt de basis voor de definitieve filterstelling en afdichtingen van de winput. In de praktijk wordt er bij diepere boringen meestal ook een geofysische boorgatmeting uitgevoerd en wordt op basis daarvan de filterstelling en de diepte van de scheidende lagen bepaald. De diameter van het filtergrind en de spleten van de filterbuizen worden afgestemd op de bodemopbouw. Vaak zijn deze al voorafgaand aan de boring besteld, maar op basis van de boorprofielen dient nog een controle plaats te vinden op de juiste maatvoering. Het voordeel van deze aanpak is dat snel kan worden gestart met inbouwen. Op locaties waar de korrelgrootte van het winpakket vooraf niet goed kan worden ingeschat (bijvoorbeeld omdat het watervoerende pakketten vrij heterogeen is), is de kans groot dat het aanwezige materiaal niet juist is. Op dergelijke locaties wordt vaak gekozen om de korrelgrootte van het filtergrind en dikte van de filtersleuven aan te laten voeren op basis van de boorbeschrijving en zeefkrommes van de boring. In § 10.3 van PCD 13-2:2019 [3] staat welke eisen worden gesteld aan de boorbeschrijving. Het verdient de aanbeveling om ook foto's te maken van de uitkomende grond in de boorbakken en deze aan de boorstaat toe te voegen.

Aanvullend op de boorbeschrijving kunnen er zeefkrommes worden gemaakt om de korreldiameter en de korrelverdeling nauwkeuriger vast te stellen. Zo kunnen zeefkrommes een beter beeld geven van de hoeveelheid aan fijne fractie in het zand en de uniformiteit van het zand (zie PCD 13-2:2019 [3], subparagraaf 10.5.1). Voorafgaand aan de plaatsing van een winput op basis van zeefkrommes uit een proefboring kan op die wijze aanvullende informatie worden verkregen, die kan worden gebruikt voor de filterstelling, de diameter van het filtergrind en de breedte van de spleten van de filterbuizen. Eventueel kan voor zandtypes met een bredere korrelverdeling op basis van de fijnere fractie (d_{10}) of de uniformiteit van het zand ($C_u = d_{60}/d_{10}$) de diameter van het filtergrind worden aangepast. De aanbeveling wordt gedaan om uitsluitend zeefkrommes te bepalen bij verkennende proefboringen op relatief ongeroerde monsters die zijn genomen met pulsboeren.

Op basis van steekmonsters die onder anoxische condities worden genomen en geconserveerd, kan inzicht worden verkregen in de reactiviteit van de bodem en daarmee in de bescherming van de winning; zie subparagraaf 10.5.4 van PCD 13-2:2019 [3].

Richtlijn 20 Voor overige boringen geldt: detecteer dikte en diepteligging van scheidende lagen voorafgaand aan de afdichting en afwerking van het boorgat, tenzij het boorgat volledig wordt afgevuuld met afdichtingsmateriaal. (= invulling Protocol 2101, eis 14).

Overigens is het niet verplicht om bij alle boringen een boorbeschrijving op te stellen. Voor boorgaten die laagsgewijs worden aangevuld, bestaat de verplichting (Protocol 2101) om scheidende lagen (klei, veen) vanaf een dikte van 0,5 m te detecteren. Scheidende lagen vanaf 0,5 m dikte dienen te worden afgedicht. De diepteligging van de bodemlagen wordt met 1,0 m nauwkeurigheid vastgesteld. Dit mag worden gedaan aan de hand van een boorbeschrijving, laagdetectie (= eenvoudige boorbeschrijving van scheidende lagen) of een boorgatmeting. Voor de aanleg van winputten is een zo nauwkeurig mogelijke bodembeschrijving vereist om alle doorboorde lagen zo goed mogelijk in kaart te brengen.

Ook moet de boorfirma voorafgaand aan de boring vastleggen met welke nauwkeurigheid scheidende lagen zullen worden gedetecteerd en welke boorsnelheid (in relatie tot de diameter en boormethode) maximaal toelaatbaar is om deze nauwkeurigheid te bepalen. Deze snelheid moet vervolgens worden aangehouden tijdens het werk. De ervaring van Nederlandse drinkwaterbedrijven is dat bij zuigboringen een boorsnelheid van maximaal 10 m/h over de gehele boordiepte toelaatbaar is om een voldoende nauwkeurige boorstaat te garanderen.

Richtlijn 21 In geval van het nemen van monsters moet er voor worden gezorgd dat belanghebbende partijen alle gegevens eenduidig kunnen herleiden (= invulling Protocol 2101, eis 15).

De boorfirma voldoet aan deze eis als elk monster wordt voorzien van een unieke identificatiecode die ook wordt gebruikt op de boorstaat. Via die code kunnen belanghebbende partijen alle gegevens eenduidig herleiden.

23.5 Metingen in boorgat en winpunt

23.5.1 Metingen in open boorgat

Richtlijn 22 In het geval van win- en monitoringsputten worden boorgatmetingen uitgevoerd ter verificatie van de boorbeschrijving.

Tijdens de bouw van putten worden op verschillende momenten metingen uitgevoerd. Na een zuigboring kunnen metingen in het open boorgat kunnen worden uitgevoerd na het bereiken van de einddiepte. Het betreft geofysische metingen met als doel om zoveel mogelijk objectieve informatie te verzamelen over de aard, de samenstelling en de ligging van laagovergangen van de doorboorde formaties. Samen met de boorbeschrijving levert de boorgatmeting nauwkeurige informatie op over onder meer de overgangen tussen de formaties, de doorlatendheden van de formaties en de diameter van het boorgat. Dit levert meer zekerheid op over de vraag op welke diepte de pomp- en waarnemingsfilters moeten worden geplaatst en waar kleiafdichtingen nodig zijn. Het definitieve putontwerp wordt gemaakt op basis van de gecombineerde gegevens.

Het nemen van een boorgatmeting naast de boorbeschrijving om zo een goed mogelijk beeld van de bodemopbouw te krijgen, heeft over het algemeen de voorkeur voor win- en monitoringsputten. Indien er boringen worden uitgevoerd waarbij geen scheidende lagen worden doorboord (relatief ondiepe boringen) of boringen worden gedaan in een bestaand winveld, kan ervoor worden gekozen om geen boorgatmeting uit te voeren. Dit geldt bijvoorbeeld voor de gevallen waar al een duidelijk beeld van de ondergrond is (bijvoorbeeld homogene grondwaterpakketten) of waar zich in het verleden geen problemen hebben afgespeeld bij de oplevering van winputten op het desbetreffende winveld. In nieuwe puttenvelden of op een projectlocatie waar de bodemopbouw niet volledig bekend is, wordt over het algemeen naast de bodembeschrijving ook een boorgatmeting uitgevoerd. Ook op locaties waar sprake is van heterogene laagpakketten kan een boorgatmeting inzicht verschaffen in de bodemopbouw.

Gebruikelijke metingen in het een open boorgat van win- en waarnemingsputten:

- spontane potentiaal (SP);
- soortelijke elektrische formatieweerstand (SN en LN);
- natuurlijke gammastraling;
- diameter boorgat (caliper-meting; de eisen en details van deze meting staan in PCD 13-2:2019 [3], § 10.6).

23.5.2 Metingen na aanvullen boorgat

Na aanvullen van het boorgat wordt soms nog een tweede boorgatmeting uitgevoerd met als doel om te controleren of de kleiafdichtingen op de juiste hoogte zijn aangebracht.

Gebruikelijke metingen na aanvullen van het boorgat waarbij in ieder geval één scheidende laag tussen het freatische pakket en het eerste watervoerende pakket is afgedicht, zijn:

- **De magnetometer** (bij gebruik van magnetische kleiafdichtingen)
De magnetometer is in staat om het magnetische veld van magnetisch afdichtingsmateriaal (aanvulklei) te detecteren.
- **Een gammameting**
Een alternatief is om een gammameting uit te voeren en het signaal te vergelijken met een eerdere gammameting in het open boorgat. Voorwaarde is dat er een referentiemeting wordt uitgevoerd in het open

boorgat. Het meetapparaat kan namelijk geen onderscheid maken tussen natuurlijke klei en aanvulklei. Als het goed is, treedt er een toename op van de straling ter hoogte van het afdichtingsmateriaal. Het kan zijn dat er geen boorgatmeting is uitgevoerd in het open boorgat. In dat geval wordt gecontroleerd of de kleiprop tot 1 m boven en onder de afdichtende laag is aangebracht in vergelijking tot het boorprofiel. Er wordt benadrukt dat deze methode niet waterdicht is, omdat het boorprofiel fouten kan bevatten.

23.5.3 Metingen na ontwikkelen

Tot slot worden voor oplevering van de winput nog diverse metingen uitgevoerd met als doel te controleren of de winput goed is ontwikkeld. Dit omvat naast specifieke volumestroommetingen onder andere een filterflowmeting. Onder stationaire stromingscondities is in een goed ontwikkelde winput de toestrooming vanuit een bodemlaag proportioneel met de kD-waarde. Om stationaire stromingscondities te verkrijgen, dient voor enige tijd met een constante volumestroom water te worden onttrokken uit de winput. Als over een bepaald dieptetraject minder water toestroomt ten opzichte van eerdere metingen of ten opzichte van metingen in omliggende putten in het puttenveld, kan dit een indicatie zijn dat de winput op die diepte is verstopt. Het kan ook zo zijn dat er op die diepte een iets minder doorlatende laag aanwezig is en de bodem ter hoogte van het filtertraject heterogener is dan vooraf was ingeschat. Deze meting legt ook de initiële situatie vast en kan worden gebruikt als referentie bij toekomstige regeneraties om te bepalen welke delen van de winput zijn verstopt. Hierbij dient echter rekening te worden gehouden met eventuele herverdeling van het stromingsveld rond de winput na putverstopping en de invloed van de heterogeniteit van de bodem op dit stromingsveld.

23.6 Inbouwen buisconstructie (winput)

In deze paragraaf wordt aandacht geschonken aan zaken die belangrijk zijn bij de inbouw van een winput:

- PVC buizen opslaan;
- lijmen;
- maten bijhouden en centreren.

Het inbouwen van de buisconstructie van de winput dient hygiënisch te worden uitgevoerd. Voor verschillende van de onderstaande subparagrafen wordt daarbij verwezen naar de 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie', praktijkcode PCD 1-4:2019 [9].

23.6.1 PVC buizen opslaan

De in te bouwen buizen dienen zodanig te worden opgeslagen dat ze zo schoon mogelijk blijven en dat de kans op microbiologische verontreiniging bij het inbouwen zo klein mogelijk is. Dat wil zeggen: op een vlonder, afgedopt en afgedekt met folie of zeil (zie de praktijkcodes PCD 1-1:2015 'Hygiëncode Drinkwater; Algemeen' [7] en PCD 1-2:2016 'Hygiëncode Drinkwater; Winning (grondwater, oevergrondwater en water na kunstmatige infiltratie)' [4]).

PVC is gevoelig voor UV-licht. Wanneer het voor langere tijd onbeschermd in de buitenlucht wordt opgeslagen kan dit leiden tot verbrossing van het materiaal. Het is mede daarom raadzaam het materiaal zo kort mogelijk voor de daadwerkelijke inbouw aan te voeren.

Om doorzakking van de PVC buizen te voorkomen, dient het materiaal conform de voorschriften van de leverancier te worden opgeslagen. Doorgaans houdt dit in dat de buizen worden opgeslagen op een vlakke ondergrond met voldoende ondersteuning.

Het wordt afgeraden om PVC buizen bij temperaturen onder de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ te vervoeren. In koude perioden kunnen de PVC onderdelen te koud zijn om het te bewerken en het is dan extra gevoelig voor breuk. PVC onderdelen worden bij voorkeur niet verwerkt als het kouder is dan $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. In het geval van lagere temperaturen moeten de buizen vooraf

worden verwarmd, bijvoorbeeld met een heteluchtkanon dat warme lucht onder het afdekzeil of in een werktent blaast.

In de praktijk worden de pakketten PVC buizen afgedopt en geseald op de dag van inbouw aangeleverd op de boorlocatie. Het spreekt voor zich dat er voorzichtig met het materiaal moet worden omgegaan.

23.6.2 Lijmen

Het inbouwen van putelementen is een secuur werk. De putelementen worden een voor een ingebouwd, te beginnen met bodem, eventuele zandvang, filter en tot slot de stijgbuizen.

Eerst worden de buizen verticaal boven de winput gehangen, waarbij de tromp van de buizen naar boven is gericht. Hiertoe wordt een lijmklem (inbouwklem) aangebracht vlak onder de tromp en vervolgens gehesen (meestal met de lier van de boorinstallatie). Bij het neerlaten komt deze klem op de mantelbuis te rusten en daarmee hangt de buis in de winput. Vervolgens wordt een volgende buis boven de winput gehesen en neergelaten tot vlak boven de tromp van de buis die is ingeklemd. De te lijmen oppervlakken van beide buizen worden vetvrij gemaakt met aceton en zo nodig opgeruwd met schuurlinnen of fijn schuurpapier (volgens specificatie van de leverancier van de lijm). Daarna wordt een minimum laagje lijm gelijkmatig verdeeld over zowel het spie-eind als de tromp. Het spie-eind wordt vervolgens in de mof gedrukt. De verbinding moet relatief snel worden gemaakt om te voorkomen dat de lijm indroogt.



Foto 23-1 Lijmen spie-eind en mof (foto Vitens).

De lijm dient te beschikken over een erkende kwaliteitsverklaring (zie PCD 13-1:2019 [2]). Tijdens het lijmen op koude dagen (vanaf buitentemperaturen rond het vriespunt) moet er rekening worden gehouden dat de lijm

langzamer droogt en er het risico bestaat dat buiscomponenten los kunnen laten tijdens het inbouwen. Bij het aanbrengen van lijm moet goed worden opgelet dat er voldoende, maar geen overmatig gebruik wordt gemaakt van de lijm om lijmrillen aan de binnenkant te voorkomen. Dit is om ervoor te zorgen dat het contactoppervlak tussen de lijm en het water zo klein mogelijk blijft:

- Vanuit de lijm kunnen langdurig ongewenste stoffen worden afgegeven (vluchtige organische stoffen) die de waterkwaliteit negatief beïnvloeden.
- Lijm is een voedingsbodem voor bacteriën.
- Grote lijmrillen kunnen de diameter van waarnemingsfilters verkleinen, waardoor apparatuur er niet meer in kan.
- Lijmresten lossen het PVC op waardoor er een zwakke plek ontstaat.

Een alternatief voor de lijmverbindingen van waarnemingsfilters (zeker die nodig zijn voor kwaliteitsbepaling) is het toepassen van O-ring schroefverbindingen. Hierbij zorgt de O-ring voor een lekvrije afdichting. Voor de putbuizen is de lijmverbinding (in verband met de grootte) nog de veiligste.

Het is belangrijk dat lijmverbindingen van PVC buizen een perspassing hebben. Dit zorgt voor een zeer sterke verbinding, waarbij een minimale hoeveelheid lijm nodig is.

Voor perspassingen zijn er speciale lijmsoorten die over een erkende kwaliteitsverklaring beschikken (zie PCD 13-1:2019 [2], subparagraaf 2.3.2). De verwerkingsvoorschriften, het productblad en het veiligheidsblad van de lijm (op te vragen bij de leverancier) bepalen de toepassing.

De lijmverbinding mag pas worden belast na inachtneming van de door de leverancier opgegeven wachttijd. Afhankelijk van de buitentemperatuur is dit doorgaans één tot enkele minuten. De wachttijd neemt toe naarmate de inbouw vordert en het gewicht van de putconstructie toeneemt.

Na de wachttijd wordt de putconstructie aan de bovenste lijmklem iets omhoog gehesen, zodat de lijmklem van de vorige buis kan worden verwijderd. De verwijderde lijmklem kan worden gebruikt voor de volgende buis. Op deze manier worden de gehele filterbuis en stijgbuis ingebouwd.

Tegenwoordig wordt voor de verwijde stijgbuis het spie-eind van de te verlijmen buizen altijd afgeschuind. Na afschuinen van de buitenzijde van het spie-eind kan de spie verder in de tromp van de andere buis worden geschoven. Hierdoor ontstaat een nauwer sluitende verbinding en wordt de ruimte achter de rand praktisch geheel weggewerkt, waardoor er geen flens meer achter de rand kan blijven haken. Bij een spie-eind dat aan de binnenzijde is afgeschuind, kan er evenmin een flens blijven haken, omdat in dit geval de rand is weggehaald.

23.6.3 Maten bijhouden en centreren

Op basis van het definitieve ontwerp van de winput wordt berekend hoeveel hele buizen voor de filterbuis en stijgbuis nodig zijn en hoeveel buizen op lengte moeten worden afgezaagd om aan de vereiste totale lengte te komen. Daarbij moet rekening worden gehouden met de werkende lengte van de buizen. Dit is de effectieve lengte van een buis, nadat de buizen door middel van een (lijm-)verbinding aan elkaar zijn verbonden, dat wil zeggen buislengte min tromplengte voor zover de spie van de andere buis in de tromp zit. Bij een buislengte van 5,00 m is de werkende lengte ongeveer 4,80 m.

Om tijdens de inbouw de maten vast te leggen en de voortgang van de inbouw bij te houden, worden buizen genummerd en voorzien van een streepaanduiding voor het vastleggen van een vaste maat, bijvoorbeeld 4,70 m gemeten vanaf de tromp naar het spie-eind. Nadat twee buizen aan elkaar zijn gelijmd, kan de werkende lengte worden bepaald door de afstand te meten tussen de streepaanduiding op het spie-eind van de bovenste buis en de tromprand van de onderste buis. Deze afstand (die dus kan variëren) wordt opgeteld bij de vaste maat tot de werkende lengte van een gelijmd buis.

Vaak wordt de lengte van de ingebouwde putconstructie nog nagemeten na het verlijmen van de gehele filterbuis of het aanbrengen van een verloop. Hiertoe wordt binnendoor de diepte gemeten tot de bodemplaat ('doorklokken') en vergeleken met het definitieve ontwerp.

Het is belangrijk om de winput over de volledige lengte zo goed mogelijk in het boorgat te centreren, want als de filterbuis overal goed is gecentreerd, zal ook het later aan te brengen filtergrind rond het filter een gelijkmatige dikte hebben. Ook de stijgbuis moet goed worden gecentreerd in het boorgat. Als die buis bijvoorbeeld de boorgatwand zou raken, lukt het soms niet de gehele ruimte met aanvulmateriaal op te vullen. Als het om aanvulmateriaal gaat dan bestaat de kans dat de doorboorde kleilagen niet goed worden gedicht. Om later de onderwaterpomp zonder problemen in en uit te kunnen bouwen, is het belangrijk dat de verwijde stijgbuis loodrecht in het boorgat wordt geplaatst.

De filterbuizen en stijgbuizen van de winput worden meestal geplaatst met PVC centreerringen of RVS centreerbeugels om deze gecentreerd in het boorgat te plaatsen en om deze op afstand van de boorgatwand te houden. Hierbij wordt opgemerkt dat RVS beugels invloed hebben op de geofysische metingen na aanleg en daarom niet de voorkeur hebben. De ringen of beugels worden (zeker in het filtertraject) op elke buis aangebracht.

23.6.4 Afsluiten boorgat

Gedurende de uitvoeringsperiode is het van belang om na iedere werkdag het boorgat en later ook de putinbouw af te sluiten om te voorkomen dat de winput wordt verontreinigd. Die afsluiting is ook noodzakelijk in verband met veiligheid.

23.7 Waarnemingsfilters (in winput)

Meestal worden in winputten ook twee of meer waarnemingsfilters ingezet (zie hoofdstuk 15 van PCD 13-2:2019 [3]) voor doel, posities en aantal).

De waarnemingsfilters worden gefixeerd op een vaste afstand van het pompfilter, zodanig dat het waarnemingsfilter precies halverwege tussen boorgatwand en winput komt. Dit kan worden gedaan door middel van afstandsbeugels (-houders) of door die met tie-rips aan de centreerbeugels van de winput te bevestigen.

Omdat de waarnemingsfilters op bepaalde plaatsen via doorvoeren naast de putkopconstructie in de putkelder uitmonden, is de positionering van de stijgbuizen van de waarnemingsfilters ter hoogte van de verwijde stijgbuis wel van belang. Daarom moeten de waarnemingsfilters ten opzichte van de verwijde stijgbuis worden gefixeerd. Ook dit gebeurt met afstandsbeugels over gepaste intervallen over de gehele stijgbuis, waarbij moet worden voorkomen dat de peilbuis niet doorbuigt of knikt. Wanneer dat het geval is, kan het zijn dat meetapparatuur niet kan worden aangebracht in de peilbuis, omdat deze ter hoogte van de knik blijft hangen.

23.8 Aanvullen boorgat

Richtlijn 23 Zorg dat het afdichtingsmateriaal de scheidende lagen volledig afdicht en geen verontreinigingen bevat (= invulling Protocol 2101, eis 16).

Richtlijn 24 Voorkom dat verontreiniging of grondwater van een andere kwaliteit via het boorgat naar een andere goed doorlatende laag kan stromen. (= invulling Protocol 2101, eis 17).

Zodra de stijg- en filterbuizen zijn ingebouwd en centrisch in het boorgat zijn opgesteld, wordt de annulaire ruimte aangevuld met de materialen zoals is beschreven in § 12.9 van PCD 13-2:2019 [3]. Daarin is beschreven op welke wijze het aanvullen wordt uitgevoerd.

23.8.1 Voorbereiding

Voorafgaand aan het aanvullen moet:

- De diepte van het boorgat worden gemeten;
- Worden gecontroleerd of juiste aanvulmaterialen aanwezig zijn.

Het aanvulmateriaal (zowel het filter- en aanvulgrind als het afdichtingsmateriaal) wordt in plastic zakken of in zogeheten big-bags aangevoerd. De geleverde zakken en bags moeten zorgvuldig op de boorplaats op pallets worden geplaatst en worden afgedekt (zie § 3.4 van PCD 1-2:2016 [4]). Aan de hand van de boorbeschrijving wordt vastgesteld of het filtergrind de juiste korrel diameter heeft. Daarnaast moet worden bepaald of het kleitype voldoende zwellend vermogen heeft om tot een afdichtende werking te komen bij de aangetroffen chlorideconcentraties op de betreffende locatie.

23.8.2 Hoeveelheid aanvulmateriaal

Om een schatting te maken van de vereiste hoeveelheid aanvulmateriaal wordt het volume van de annulaire ruimte bepaald (dat wil zeggen het volume van het boorgat minus het volume van de stijgbuis). De boorgatdiameter kan worden geschat op basis van de boordiameter of op basis van geofysisch boorgatonderzoek (caliper meting, zie § 10.6 van PCD 13-2:2019 [3]). In sommige gevallen zijn er tijdens het boren holtes gevormd die extra aanvulmateriaal vereisen. Dit kan worden vastgesteld met een caliper meting.

Het boorgat moet gecontroleerd worden afgedicht (= eis 16 van Protocol 2101) volgens de beschreven werkwijze voor het laagsgewijs afdichten in § 12.9 van PCD 13-2:2019 [3]). De scheidende lagen worden gedetecteerd met een geofysische boorgatmeting of een boorbeschrijving. Het betrouwbaar aanvullen van het gehele boorgat met aanvulgrind en afdichtingsmateriaal ter hoogte van scheidende lagen, wordt gedaan met een stortkoker. Tijdens het aanvullen stelt de boorfirma met een meetinstrument (peilijzer) de exacte aanvuldiepte vast om te controleren of de aanvulling volgens het aanvulschema verloopt. Hierbij dient ten minste aan de boven- en onderkant van een kleiprop of bij een andere overgang in aanvulmateriaal nauwkeurig te worden gepeild om te voldoen aan Protocol 2101. Voor winputten is het raadzaam om continue te monitoren wat de aanvuldiepte is tijdens het aanvullen om er zeker van te zijn dat er geen overgangen worden gemist. Er mag nooit uitsluitend worden afgegaan op de berekende hoeveelheid materiaal, aangezien de berekening met name is bedoeld om een schatting te maken van de hoeveelheid materiaal die nodig is. Ook moet er rekening worden gehouden met het feit dat het afgestelde filter enkele centimeters kan nazakken.

Verder wordt door de boorfirma regelmatig met een peillint het waterpeil in de winput gecontroleerd. Wanneer het waterniveau in de winput zakt, wordt deze aangevuld tot het gewenste niveau.

23.8.3 Stortsnelheid

Er moet met een gecontroleerde snelheid worden gestort. De stortsnelheid is afhankelijk van de samenstelling van de boorspoeling in het boorgat en moet zodanig zijn dat:

- het aanvulmateriaal de tijd krijgt om op de juiste plaats terecht te komen en de betreffende ruimte volledig op te vullen, zonder dat er bijvoorbeeld brugvorming optreedt;
- de krachten die op de winput worden uitgeoefend niet zo groot worden dat de filterbuis, stijgbuis en/of verwijde stijgbuis zou kunnen bezwijken.

Het aanvulmateriaal wordt met behulp van een stortkoker (met een maximale diameter van 10 cm) aangebracht in het boorgat. Voor het toepassen van een stortkoker is een minimale annulaire ruimte van 10 cm tussen de boorgatwand en de stijgbuis vereist. De valhoogte vanaf de onderkant van de stortkoker tot de aanvuldiepte bedraagt maximaal 5 m. Om problemen tijdens de bedrijfsvoering te voorkomen, moet het filtergrind ononderbroken worden gestort. Als er tussentijds (te lang) zou worden gepauzeerd, bestaat de kans dat er zich een

laagje uitgezakt zand en/of slib op het al aangebrachte grind afzet. Dit kan bij de exploitatie van de winput leiden tot nalevering van fijn materiaal in het ruwwater.

Tegenwoordig wordt een stortkoker gebruikt die zowel de drukverlaging binnen als de drukverhoging buiten de winput sterk kan beperken. De onderzijde van deze koker hangt maximaal 5 m boven het aanvulniveau.

In een enkel geval wordt een zogenaamde ontlastbuis gebruikt. Daarmee zou de drukverhoging kunnen worden geëlimineerd. Een dergelijke buis kan slechts in beperkte mate de drukverhoging verminderen. De diameter van deze buis is ten opzichte van de diameter van het boorgat te klein. Wel kan deze buis worden gebruikt om de optredende drukken te meten en overbelasting te voorkomen, door het verlagen van de aanvuulsnelheid.

23.8.4 Mantelbuis

De mantelbuis kan worden verwijderd door deze stapsgewijs omhoog te trekken en het aanvulgrind toe te voegen (in het geval van langere mantelbuizen) of door de mantelbuis in een keer naar boven te trekken. Tijdens het trekken moet worden voorkomen dat de rechtstand van de verwijde stijgbuis wordt verstoord.

23.9 Schoonpompen en ontwikkelen

Het schoonpompen (binnen een dagdeel na de inbouw) en ontwikkelen van een winput omvat het verwijderen van natuurlijke boorspoelingsresten en additieven (boorspoelingscomponenten) uit de winput, uit het filtergrind en van de boorgatwand, en het verwijderen van de fijnere fracties uit de formatie rond het pompfilter. Het doel is de winput in optimale conditie te brengen zodanig dat bij oplevering een zo groot mogelijke specifieke volumestroom wordt verkregen. Hiermee wordt voorkomen dat de winput door restanten van boorspoelingscomponenten en/of fijn materiaal verstopt raakt. Om initiële putverstopping te voorkomen, moet de winput maximaal worden ontwikkeld.

Richtlijn 25 Ontwikkel de put maximaal om putverstopping te voorkomen en test de winputten zodanig dat deze bij het ontwerpdebiet zand en slibvrij water kunnen leveren met een specifieke volumestroom die ten minste 80% bedraagt van wat op theoretische gronden haalbaar is.

Vaak wordt onderscheid gemaakt tussen mechanische en chemische ontwikkelmethoden. Omdat de ontwikkelmethoden vergelijkbaar zijn met regeneraties, worden deze beschreven in de in 2021 op te stellen praktijkcode PCD 13-4 'Putten en puttenvelden ten behoeve van drinkwater; Deel 4: Exploitatie'.

Met de volgende ontwikkelstappen zijn goede ervaringen opgedaan:

- **Schoonpompen**
Zodra de afdichtende kleilaag boven het putfilter is aangebracht, is het raadzaam de winput zo gauw mogelijk (liefst binnen 24 uur) schoon te pompen om restanten van de boorspoelingscomponenten (met name op de boorgatwand) te verwijderen. Als het boorgat dan nog niet volledig is aangevuld, moet de pompcapaciteit (afhankelijk van de toelaatbare afpompings) op een niet al te hoge waarde worden gesteld (om instorten te voorkomen). Indien de drukverschillen tussen de binnen- en buitenzijde van de stijgbuis te groot zijn, bestaat de kans dat deze kan bezwijken.
- **Sectiegewijs schoonpompen**
Bij sectiegewijs schoonpompen wordt water onttrokken aan een sectie van het putfilter door middel van een sectieapparaat. Hierdoor ontstaat lokaal een hogere stroomsnelheid in het filtergrind en op de boorgatwand. Zo worden het fijne materiaal en de restanten van boorspoelingscomponenten rond de winput beter verwijderd.
- **Jutten**
Hierbij wordt de waterkolom in de stijgbuis onder druk weggeduwd en vervolgens losgelaten, waardoor een versnelling ontstaat van het water. Het is belangrijk om te stoppen met jutten als de jutterdruk niet meer sneller opbouwt.

- Intermitterend schoonpompen
Volgens een vast interval schema wordt de onderwaterpomp afwisselend in- en uitgeschakeld gedurende 12 uur (1 nacht).
- Chemisch behandelen
- Behandeling van de winput met een oplossing van natriumhypochloriet of aangezuurde waterstofperoxide (de gebruikte producten dienen over een erkende kwaliteitsverklaring te beschikken). Chemische behandeling wordt toegepast om eventuele boorspoelingsadditieven te verwijderen. Op basis van het gebruikte additief kan een methode worden geselecteerd.

Als na het jutteren of intermitterend pompen de winput nog verder verbeterd (meten van terugkomtijden), kan de actie worden doorgezet. In de praktijk worden de volgende streefcriteria gehanteerd:

- Er is geen verbetering meer zichtbaar in de specifieke volumestroom. In het geval de winput verslechtert, moet direct worden gestopt.
- De specifieke volumestroom is ten minste 80% van wat op theoretische gronden haalbaar is op basis van een pomp- en stopproef (zie PCD 13-2:2019 [3], de subparagrafen 10.8.2 en 10.8.3).
- De zandhoudendheid van het water niet meer afneemt in de tijd en op basis van een visuele bepaling, waarbij niet meer dan 0,1 gram zand per 10 m³ water wordt opgepompt (zie subparagraaf 23.10.2 voor nadere toelichting werkwijze). Eventueel kan de minimumwaarde voor de slibhoudendheid van het water worden gehanteerd als opleveringseis voor een winput (zie subparagraaf 23.10.2). Voor winputten wordt dit in de praktijk niet altijd gedaan. Ter referentie: voor open bodemenergiesystemen wordt hiervoor standaard de eis gehanteerd van MFI < 2 s/l² gehanteerd.

23.9.1 Schoonpompen putbodem ('bodestofzuigen')

Als gevolg van het ontwikkelen van de winput kunnen fijn zand, grindkorreltjes en organisch materiaal op de putbodem bezinken. Daarom moet na het ontwikkelen van de winput de putbodem worden schoon gepompt. Soms moet dit ook gebeuren vóór het ontwikkelen, namelijk als dat op grond van de dieptemeting noodzakelijk zou zijn.

De putbodem wordt schoon gepompt met een 'air lift'. Dit is een haalbuis die tot de putbodem wordt gebracht en waaruit water wordt onttrokken door het inbrengen van voldoende perslucht. Door het aanbrengen van lucht wordt een zeer sterke opwaartse stroom in de stijgbuis gecreëerd, waarbij de vervuiling wordt meegenomen.

23.9.2 Schoonpompen waarnemingsfilters

Tegelijk met of na het ontwikkelen moeten de waarnemingsfilters worden schoon gepompt. Dit kan worden gedaan met behulp van een zuigpomp, een onderwaterpompje (minimale filterdiameter 50 mm inwendig) of een air lift (zie onderdeel 23.9.2).

23.10 Beoordelen putten

Of de putten voldoende zijn ontwikkeld, kan worden beoordeeld aan de hand van de procedure en eisen die worden behandeld in de onderstaande subparagrafen.

Richtlijn 26 Beoordeel winputten op de volgende parameters:

- De specifieke volumestroom is ten minste 80% van wat theoretisch haalbaar is (in ruimtelijk homogene pakketten);
- Zandhoudendheid op basis visuele bepaling hoeveelheid zand in planktonet (circa 0,1 g per 10 m³ water, zie subparagraaf 23.10.2 voor de exacte werkwijze);
- De put voldoet aan microbiologische criteria (conform praktijkcode PCD 1-2:2016).

23.10.1 Specifieke volumestroom

Een belangrijk beoordelingscriterium bij de aanleg van putten is het vergelijken van de specifieke volumestroom met de theoretisch maximaal haalbaar waarde. Hiertoe is het raadzaam om voor de oplevering een capaciteitsproef uit te voeren op ontwerpcapaciteit gedurende minimaal 2 uur. Tijdens deze proef moet de stijghoogteverandering worden gemeten in de winput en bij voorkeur ook in omliggende winputten en peilbuizen. De werkwijze is omschreven in subparagraaf 10.8.3 van PCD 13-2:2019 [3]. In ruimtelijk homogene watervoerende pakketten kan aan de hand van de pompproef en reeds beproefde, omliggende winputten een schatting worden gemaakt van de doorlatendheid van het grondwaterpakket en de weerstand van de kleilagen (kD- en c-waarden). De specifieke volumestroom van een winput wordt doorgaans als voldoende beoordeeld als deze ten minste 80% bedraagt van wat op theoretische gronden haalbaar is, gegeven de bodemconstanten (kD- en c-waarden). In sterk heterogene grondwaterpakketten kunnen deze bodemconstanten lokaal sterk variëren. Het hanteren van een 80% criterium is in dergelijke situaties niet raadzaam.

23.10.2 Zand- en slibhoudendheid

Voor het meten van zand- en slibhoudendheid is een protocol opgesteld voor open bodemenergiesystemen [1]. Deze werkwijze is ook toepasbaar voor winputten.

De zandhoudendheid geeft aan hoeveel vaste stof (massa aan zand) per volumestroom aan water uit de winput wordt onttrokken. In de praktijk dient het gehalte aan vaste stof (zand) per volume water maximaal 0,01 mg/l te zijn. Zandhoudendheid wordt bepaald met behulp van een planktonnet en een opvangcilinder die een maaswijdte van circa 70 µm hebben. Met het planktonnet worden de zandkorrels gescheiden van het onttrokken water door een hoeveelheid water van 10 m³ door het planktonnet te laten stromen. Met de norm van 0,1 mg/l vaste stof per volume water betekent dit dat er maximaal 0,1 gram vaste stof mag zijn achtergebleven in het planktonnet met opvangcilinder. Doorgaans wordt de zandhoudendheid visueel bepaald. Hierbij wordt er gewerkt met een referentiemonster (een doorzichtig potje, waarin een hoeveelheid matig grof zand is afgewogen). De hoeveelheid zand in het planktonnet wordt vergeleken met het zand in het referentiemonster.

Voordat er wordt gestart met de meting van de zandhoudendheid dient de totale inhoud (volume) van zowel de winput als de omstorting en het leidingwerk minimaal eenmaal te worden verversd. Bij het bemonsteren met het planktonnet kunnen er deeltjes van neergeslagen ijzer, resten PVC en lijm en/of veen/kleibrokken meekomen. Deze zijn geen onderdeel van de zandhoudendheid van het water en kunnen de vergelijking met het referentiemonster aanzienlijk bemoeilijken. Door de totale inhoud minimaal eenmaal te verversen door te pompen bij een constant debiet, wordt voorkomen dat eventuele vuilresten meekomen en dat er verhoogde mobilisatie van zand tijdens het aanschakelen van de onderwaterpomp plaatsvindt.

Metingen van de slibhoudendheid geven een goede indicatie of een winput goed is ontwikkeld. Wanneer de slibhoudendheid hoog is, kan dit een aantal oorzaken hebben:

- De versmering op de boorgatwand en eventuele fracties van boorspoelresten in het filtergrind zijn nog niet voldoende verwijderd tijdens de ontwikkeling. Door de put nogmaals te ontwikkelen, kunnen deze resten worden verwijderd.
- Een zekere hoeveelheid slib van een bepaalde fractie afkomstig uit het formatiemateriaal wordt onttrokken. De fractie slib in het formatiemateriaal kan worden bepaald door middel van een zeefanalyse.
- Het putontwerp is niet goed en het bronfilter is ter hoogte van een ongeschikte laag geplaatst. Ook kan het aanvulmateriaal verkeerd zijn aangebracht of is de verkeerde keuze gemaakt ten aanzien van de korrelgrootte daarvan.

Als er sprake is van een te hoge slibfractie in het opgepompte water door een hoge slibfractie in het formatiemateriaal of door een verkeerd bronontwerp, kan ervoor worden gekozen om over te gaan op een lager

onttrekkingsdebiet dan initieel is berekend aan de hand van de maximale snelheid op de boorgatwand (zie PCD 13-2:2019 [3], subparagraaf 12.3.2).

Doorgaans wordt de verstoppingspotentie van slibdeeltjes in het onttrokken water uitgedrukt met de Membraan Filter Index (MFI). Voor open bodemenergiesystemen wordt in de praktijk een maximaal toegestane MFI-waarde van het onttrokken water van 2 s/l² gehanteerd (zie Protocol 11001). Net zoals bij de meting van zandhoudendheid wordt deze meting gedaan nadat de totale inhoud (volume) van de put, de omstorting en het leidingwerk minimaal eenmaal is ververs. In sommige situaties geeft de MFI-waarde een indicatie of een put goed is ontwikkeld, maar meestal wordt bij winputten voor drinkwater vooraf geen harde eis gesteld aan de slibhoudendheid.

23.10.3 Flowmeting

Een flowmeting wordt in feite niet uitgevoerd om de winput te beoordelen, maar om de beginsituatie van de winput vast te leggen (zie PCD 13-2:2019 [3], subparagraaf 10.8.4). Later kunnen verschillen tussen flowmetingen juist na het boren en na het verstoppert van de winput inzicht geven in welke bodemlagen verstoppert. Verder kan worden nagegaan of de theoretische snelheid op de boorgatwand voor bepaalde filterdelen afwijkt van de werkelijke snelheid op de boorgatwand.

23.11 Afwerken putkop en aanbrengen putkelder

In deze paragraaf wordt gewezen op punten die van belang zijn bij het afwerken van de winput. Dit dient op een veilige en hygiënische manier te gebeuren (zie ook PCD 1-2:2016 'Hygiëncode Drinkwater; *Winning (grondwater, oevergrondwater en water na kunstmatige infiltratie)*' [4]):

- putkopconstructie afwerken;
- putkelder aanbrengen;
- putkop installeren;
- terrein afwerken.

23.11.1 Putkopconstructie afwerken

Bij het uitvoeren en afwerken van de putkopconstructie moet:

- de putkop wordt uitgevoerd volgens tekening;
- de constructieonderdelen passiveren en beitsen in het geval van een putkop van RVS 316L;
- de constructieonderdelen thermisch verzinken en ruwstralen in het geval van een putkop van staal 37-2/C22-8, om de verfcoating te kunnen aanbrengen;
- Bij het toepassen van verschillende metalen in de winput kan een spanningsreeks (contactpotentiaal) ontstaan, die tot metaalcorrosie kan leiden. Dit kan worden voorkomen door het aanbrengen van kathodische bescherming.
- de putkop zo nodig voorzien van kunststof bekleding (bijvoorbeeld de handelsproducten 'Epimid' of 'Rilsan', die over een erkende kwaliteitsverklaring dienen te beschikken);
- de genoemde putkopbehandelingen worden uitgevoerd.

23.11.2 Putkelder aanbrengen

De punten die bij het aanbrengen van de putkelder om aandacht vragen, hebben vooral betrekking op voorbereiding, fundering, plaatsing en waterdichtheid.

Voorbereiding

- Afhankelijk van de materiaal soort (bijvoorbeeld beton) moet bij het bestellen van de putkelder rekening worden gehouden met uitsparingen in de bodem en de wand voor het doorvoeren van kabels en leidingen.
- Er moet voor worden gezorgd dat de winputten goed bereikbaar zijn. Meestal worden nieuwe winputten aangelegd op locaties waar nog geen aanvoerweg is aangelegd. In dit geval worden rijplaten neergelegd, zodat

de beoogde locatie bereikbaar is voor de booropstelling en voor de aanvoer van het benodigde materiaal voor de putkelder.

- Zo nodig wordt voor het aanbrengen van de putkelder een bronbemaling aangelegd en een leiding naar het lozingspunt. Hierbij moet rekening worden gehouden met de gestelde eisen in de BRL SIKB 12000 en de bijbehorende protocollen (zie <https://www.sikb.nl/bodembeheer/richtlijnen/brl-12000>).
- Om de juiste maten van de putinbouw te kunnen vaststellen, moet de winput worden ingemeten (waterpassen) voor inbouw van de putkelder. Hierbij moet rekening worden gehouden met het grondwaterpeil ter plaatse van de winput. Zo nodig moeten bij een hoge grondwaterstand maatregelen worden getroffen tegen het opdrijven van de putkelder. Wanneer de putkelder wordt geplaatst in natte gebieden met een hoog grondwaterpeil kan het bovengronds afwerken van de putkelder een oplossing zijn om eventuele lekkage te voorkomen.

Fundering

- Bij de ontgraving van de bouwput voor de putkelder moeten de hoogtematen die op tekening staan in acht worden genomen. Bij het funderen op staal moet de bodem worden geëgaliseerd en zo nodig moet ondergrondverbetering worden toegepast.
- Bij fundering op heipalen en fundatieplaat vragen de voorbereiding en het storten van de betonspecie speciale aandacht.
- Om tijdens het werk zo min mogelijk te worden gehinderd, kan in dit stadium de verwijde stijgbuis en de stijgbuizen van de waarnemingsfilters op werkhoopte (= definitieve hoogte) worden gebracht.
- Na voltooiing van de werkzaamheden in de putkelder wordt in beide gevallen de ruimte rond de putkelder aangevuld; de ruimte wordt nog niet volledig aangevuld. Bij de onderheide putkelder worden profielen gemonteerd om horizontale verschuiving van de fundatieplaat op te vangen.

Plaatsing

Bij het plaatsen van de putkelder moet rekening worden gehouden met de positie van de verwijde stijgbuis en de waarnemingsfilters, en de richting waarin de muurdoorvoer voor de terreinleiding moet worden aangebracht. Verder vragen de doorvoeren voor de voedingskabels, signaalkabels en beveiligingskabels, en eventueel de aarddraad aandacht.

Waterdichtheid

Een putkelder moet waterdicht en droog zijn. Bij een putkelder die beneden het grondwaterniveau is aangelegd, kunnen lekkages ontstaan door de wand, de vloer of doorvoeropeningen voor bijvoorbeeld de winput, een waarnemingsfilter of de flensverbinding van de ruwwaterleiding. Er moet voor worden gezorgd dat de afdichtingen lek dicht zijn. Doorvoeren voor de voedingskabels, signaalkabels en beveiligingskabels, en eventueel de aarddraad dienen lekvrij te worden opgeleverd. Eventueel lekwater in de putkelder moet worden verwijderd via een pomp of afvoer. Eventueel wordt een lekdetectie geïnstalleerd. Het is belangrijk dat de kleiprop waarmee een put is afgewerkt niet wordt vergraven bij de aanleg van de putkelder. Als dat wel zou gebeuren, kan er kortsluitstroming ontstaan langs de winput met het waterwinpakket.

Doorgaans wordt er een brandkraan en spui-aansluiting met een afsluiter tussen de ruwwaterleiding en de spuileiding aangebracht. Het kan voorkomen dat een afsluiter in de winput of een keerklep in de ruwwaterleiding of spuileiding niet goed afsluit, waardoor de overige delen van het ruwwatersysteem met vervuild water worden verontreinigd. Dat kan vooral gebeuren tijdens werkzaamheden. Bij gebruik van spuileidingen moet worden voorkomen dat terugstroming plaatsvindt, aangezien dit ertoe zou kunnen leiden dat het ruwwater wordt vervuild. Spuileidingen moeten daarom altijd zo worden ontworpen dat die niet aan het ruwwatersysteem zijn gekoppeld als die buiten gebruik zijn.

23.11.3 Putkop installeren

Bij het installeren van de putkop moeten de volgende zaken worden uitgevoerd:

- putkopconstructie stellen en monteren, en waarnemingsfilters afwerken;
- bodem- en muurstukken storten;
- onderwaterpomp inhangen;
- putkopconstructie en meet- en monsternemingspunten monteren;
- elektrische installatie, vereffeningskabels en kabels voor toegangs- en persoonsbewaking installeren volgens de geldende regelgeving.



Foto 23-1 Het installeren van een pomp, haalbuizen en watermeter (foto Brabant Water).

23.11.4 Terrein afwerken

Na aansluiting van de winput op het leidingnet voor ruwwater wordt de ruimte rond de geplaatste putkelder verder aangevuld en wordt de eventueel aangelegde bronbemaling met het bijbehorende leidingwerk gedemonteerd.

Om te voorkomen dat op het maaiveld regenwater rond ondiepe winputten blijft staan, kan het terrein rond de winput zo worden afgewerkt dat regenwater van de put afstroomt. Om na oplevering de winputten bereikbaar te houden, moet er een aan- en afvoerweg langs de winputten zijn met en insteekhavens van bijvoorbeeld graskeien.

24 Aanleg van terreinleidingen

Na het afwerken van de winputten worden de terreinleidingen die nodig zijn om het opgepompte water naar de zuivering te transporteren, aangelegd. Dat geldt ook voor voedingskabels, datakabels en spuileidingen. Het ontwerp van deze leidingen is besproken in hoofdstuk 13 van PCD 13-2:2019 [3].

24.1 Stappen

De realisatie van deze kabels en leidingen omvat een aantal stappen:

- voorbereiding leggen;
- leggen en aansluiten;
- afwerken;
- beproeven van integriteit;
- spuien en waterkwaliteitsbeoordeling.

Ondanks het feit dat die zijn bedoeld voor drinkwaterleidingen wordt voor de aanleg van terreinleidingen vooral gewezen op de volgende praktijkcodes en hoofdstukken, aangezien die daarbij nuttig zouden kunnen zijn:

- PCD 3:2017 'Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; *Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)*' [8]:
 - Hoofdstuk 8 'Ontwerp';
 - Hoofdstuk 10 'aanleg';
- PCD 1-4:2019 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' [9]:
 - Hoofdstuk 2 'Algemene technische richtlijnen';
 - Hoofdstuk 4 'Inkoop en logistiek';
 - Hoofdstuk 6 'Hygiënemaatregelen bij aanleg, vervanging en/of inbouw en reparatie van drinkwaterleidingen';
 - Hoofdstuk 7 'Specifieke maatregelen drinkwaterleidingen'.

Hygiënische aspecten van terreinleidingen worden besproken in de PCD 1-2:2016 'Hygiëncode Drinkwater; *Winning (grondwater, oevergrondwater en water na kunstmatige infiltratie)*' [4].

In dit hoofdstuk komen uitsluitend enkele aspecten aan bod die specifiek zijn voor de realisatie van terreinleidingen op winvelden.

24.2 Beproeven integriteit van vacuümleidingen

Op winvelden met een collectief vacuümpompsysteem komen leidingen voor waar onderdruk heerst ten opzichte van de atmosferische druk. Dergelijke leidingen zijn extra kwetsbaar voor verontreiniging met pathogene micro-organismen, omdat er water vanuit de bodem kan binnendringen in het geval de leiding lek is. Bovendien kan er ook lucht binnendringen wanneer de leiding lek is of er sprake is van ontgassing, waardoor zich neerslagen van ijzerdeeltjes vormen in het geval er anoxisch (ijzerrijk) water wordt gewonnen. Het is dus belangrijk om de integriteit van vacuümleidingen te beproeven voor de ingebruikneming (en ook periodiek na realisatie).

De mogelijkheid om een zuigleiding op waterdichtheid te beproeven, hangt samen met de uitvoering van die leiding. Als de vacuümpomp is uitgevoerd met een afsluiter en als er bij de winning ook een afsluiter (of voetklep) aanwezig is, dan kan de leiding in situ worden beproefd met een overdruk. Hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk 11 van de praktijkcode PCD 3:2017 'Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; *Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)*' [8].

Hierbij wordt het volgende opgemerkt. Zo nodig kan de voetklep worden vervangen door een blindplaat als de afdichting van de voetklep niet volledig onder de aan te brengen persdruk is. Het is aan te bevelen om gebruik te maken van blindplaten, omdat algemeen bekend is dat afsluiters vaak niet volledig afsluiten, zeker wanneer er sprake is van ijzerneerslag. Dit voorkomt discussie achteraf of het teruglopen van de druk nu komt door een lek in de leiding of door een niet helemaal afdichtende afsluiter. Gezien de beperkte werkdrukken van een zuigleiding (onderdruk) kan het afpersen ook met een beperkte persdruk plaatsvinden.

Als er geen mogelijkheid is om de leiding af te sluiten bij de winputten, dan zijn de mogelijkheden om te beproeven op waterdichtheid beperkt. Hier kan een blaasbalg in de leiding bij elke winput uitkomst bieden. Door de zuigleiding aan de pompzijde af te sluiten en de onderdruk (bij een lager zuigpeil dan de pompopstelling) in de leiding te meten en te registreren, wordt het drukverloop in de tijd zichtbaar. Een lekkage in de zuigleiding volgt uit het afnemen van de onderdruk (dit betekent het oplopen van de absolute druk tot een waarde van ongeveer 100 kPa of een atmosferische druk van 0 kPa). De snelheid waarmee dit gebeurt, is een indicatie van de grootte van het aanwezige lek zolang het lek lucht door kan laten.

Hierbij wordt op het volgende gewezen. Als het lek onder water aanwezig is, wordt het lek niet zichtbaar in de registratie van de druk en is een lek op een dergelijke wijze niet detecteerbaar. Als de verdenking op een lekkage in een vacuümleiding groot is en er is geen afsluiter aanwezig, dan kan nog worden gepoogd om de leiding visueel te inspecteren.

Ook kan de leiding worden afgeperst met een traceergas (95% stikstof en 5% waterstof), waarna met een detectietoestel aan maaiveld het tracé wordt afgelopen en naar het gas wordt gezocht.

Bij een zuigleiding is er sprake van een onderdruk in de leiding. In het onttrokken water opgeloste stoffen kunnen door de lage druk uit oplossing gaan, waardoor het water ontgast en er luchtbelletjes in het leidingwerk ontstaan. De hoeveelheid lucht in de zuigleiding kan dusdanig hoog oplopen, dat dit een negatieve invloed heeft op de prestaties van de pomp of de pomp zelfs beschadigd kan raken (drooglopen). Met een aparte pomp voor luchtafvoer op de leiding kan dit worden voorkomen.

24.3 Spuien en waterkwaliteitsbeoordeling

Na het beproeven op waterdichtheid wordt het leidingnet volgens een spuiplan via de aanwezige brandkranen gespuid. In het geval van een nieuwe leiding wordt die gespuid met reinwater of microbiologisch goedgekeurd ruwwater. Zie hiervoor ook praktijkcode PCD 2:2015 'Sediment in drinkwaterleidingen; *Beoordelen en beheersen*' [12].

Als bij de eerste waterkwaliteitsbeoordeling bacteriën van de coli-groep worden gevonden, wordt de leiding met een oplossing van natriumhypochloriet gedesinfecteerd, zie PCD 1-2:2016 'Hygiëncode Drinkwater; *Winning (grondwater, oevergrondwater en water na kunstmatige infiltratie)*' [4].

25 Aanleg van meet- en regelinfrastructuur

Richtlijn 27 Zorg dat de regelinstallatie op een herleidbare wijze wordt geprogrammeerd.

In de ontwerpfase is een Regeltechnisch Ontwerp (RTO) opgesteld waarin de uitgangspunten van de regeling en automatisering staan. Deze worden vervolgens geprogrammeerd. De uitgangspunten van het regelings- en automatiseringssysteem verschillen per drinkwaterbedrijf, waarbij elk systeem bedrijfsspecifieke eisen kent waaraan het moet voldoen. Hierdoor is de programmering van het regelings- en automatiseringssysteem per drinkwaterbedrijf anders geregeld.

Het programmeren van de software voor regeling, beveiliging en registraties dient intern te worden gedocumenteerd door het drinkwaterbedrijf. In dit document is een begrijpelijk, transparant en overdraagbaar stappenplan voor de programmering opgenomen.

26 In bedrijf nemen en testen

Richtlijn 28 Zorg voor een zorgvuldige inbedrijfstelling en test volgens een vooraf opgesteld protocol.

26.1 Checklist

Voordat een put(tenveld) in bedrijf wordt genomen, is het verstandig aan de hand van een checklist na te gaan of aan de ontwerp- en opleveringseisen is voldaan en welke controles nog moeten worden uitgevoerd. Het te controleren traject begint in de putkelder en eindigt bij het filtergebouw:

- Afwerking waarnemingsfilters: controleren op aanwezigheid van onder andere doppen en labels (waarnemingsfilters dienen correct en duidelijk leesbaar te zijn gelabeld).
- Waarnemingsfilter in winput: werking controleren.
- Waarnemingsfilters in het filter-, of aanvulgrind: werking controleren.
- Afwerking putconstructie: kijken of uitvoering in overeenstemming is met tekening.
- Putkelder en putkopconstructie: kijken of die schoon zijn opgeleverd.
- Putkelder: de werking van het inbraakbeveiligde deksel testen.
- Putkelder: kijken of is voldaan aan Arbo-eisen, zoals werking mangatafsluitingen, bereikbaarheid vloer van putkelder via ladder en aanwezigheid persoonsbeveiliging.
- Onderwaterpomp: bij het aansluiten de draairichting controleren en werking ampèremeter en debietmeter testen.
- Onderwaterpomp: testen van droogvalbeveiliging.
- Schakelkast: veiligheid elektrisch gedeelte controleren.
- Keerklap en afsluiter (indien aanwezig): werking controleren.
- Manometer, watermeter, monsterpunt enzovoorts: op aanwezigheid controleren.
- Putkopconstructie: waterdichtheid testen.
- Putkelder: waterdichtheid controleren.
- Controleren of alle vereiste opleveringsmetingen zijn verricht en vastgelegd, zoals coördinaten en de nulmeting van de winputten afzonderlijk.
- Vaststellen of een winput op basis van microbiologische waterkwaliteitsbeoordeling is goedgekeurd (bericht laboratorium).
- Terreinleiding: vaststellen of deze is gespuid en op basis van microbiologische waterkwaliteitsbeoordeling is goedgekeurd (bericht laboratorium).
- Afsluiters: werking testen.
- Check of documentatie compleet is (zie hoofdstuk 29).
- Winput opleveren aan de gebruiker, afdeling Exploitatie.

26.2 In bedrijf nemen

Voorafgaand aan de inbedrijfneming is een test- en beproevingsprotocol opgesteld. Dit protocol omvat de hieronder beschreven acties en waarborgt een gestructureerde rapportage.

Bij inbedrijfneming worden onderstaande activiteiten uitgevoerd:

- reinigen installatieonderdelen;
- visuele inspectie;
- testen van alle componenten op juiste montage, aansluiting en op functioneren;
- doormeten van de bekabeling;
- ontluchten en spoelen van alle leidingen met ten minste viermaal de natte inhoud van het systeem (met gebruikmaking van de spuileiding);

- spoelen van alle leidingen aan gebouwszijde (door/met derden) voor zover deze direct het bodemenergiesysteem kunnen beïnvloeden (koppeling met TSA);
- het beproeven van de sterkte en gas- en waterdichtheid van de installatieonderdelen;
- inregelen en testen.

27 Hygiënisch werken

Alle aspecten van en de voorwaarden voor het hygiënisch werken op winvelden zijn beschreven in de praktijkcode PCD 1-2:2016 'Hygiënecode Drinkwater; *Winning (grondwater, oevergrondwater en water na kunstmatige infiltratie)*' [2]. Dat document wordt gehanteerd in samenhang met de praktijkcode PCD 1-1:2015 'Hygiënecode Drinkwater; *Algemeen*' [7]. Beide praktijkcodes zijn bedoeld als naslagwerk. Praktische aspecten daaruit ten behoeve van procesoperators en/of monteurs zijn vastgelegd in het bijbehorende werkboekje [5].

27.1 Verontreiniging van bestaande winputten tijdens het boren

Richtlijn 29. Zorg voor voldoende afstand tussen de nieuw te boren winput en bestaande winputten (ten minste een verblijftijd van 60 dagen). Geadviseerd wordt om tijdens aanleg en tijdens onderhouds- en ontwikkelingswerkzaamheden omliggende winputten uit te schakelen.

1. Winputten binnen een verblijftijd van 60 dagen van de nieuw te boren of onderhouden winput;
2. Winputten waardoor de stroomsnelheid ter plaatse van de put meer dan 0,1 m/dag toeneemt;
3. Binnen een radius van 100 m (als punt 1 en 2 niet zijn te bepalen).

De nieuw te boren winputten dienen zodanig te zijn gesitueerd dat er sprake is van een verblijftijd van ten minste 60 dagen van bestaande in bedrijf zijnde winputten. Tijdens het boren van een nieuwe winput wordt het grondwaterpakket verontreinigd tijdens het boorproces en kunnen omliggende putten verontreinigd raken met pathogene micro-organismen. Er wordt aangeraden om winputten binnen een verblijftijd van 60 dagen van de nieuw te boren winput uit te schakelen om te voorkomen dat omliggende putten verontreinigd raken met pathogene micro-organismen. Ook bij winputten waardoor de stroomsnelheid ter plaatse van deze put meer dan 0,1 m/dag toeneemt door ontwikkelingswerkzaamheden wordt aangeraden deze uit te schakelen. Zo wordt voorkomen dat een boorspoeling ver in de formatie binnendringt (zie § 3.10 van PCD 1-2:2016 [4]).

27.2 Winlocaties die niet eigendom zijn van een drinkwaterbedrijf en open voor publiek

Een bijzondere situatie is de bescherming van winlocaties die niet in eigendom zijn van het drinkwaterbedrijf. Deze terreinen zijn vaak openbaar toegankelijk ten behoeve van recreatie, zodat er beperkte mogelijkheden zijn om het terrein in het geval van werkzaamheden af te sluiten voor het publiek. Ook kan het terrein dat eigendom is van drinkwaterbedrijven opengesteld zijn voor publiek. Voor diverse drinkwaterproductielocaties is het terrein in eigendom van natuurorganisaties of overheden en is zakelijk recht gevestigd of wordt door het drinkwaterbedrijf huur betaald. Nadeel van dergelijke locaties is dat het drinkwaterbedrijf geen volledige controle heeft over de regels qua beheer en bescherming van het gebied. Zo is het vaak niet mogelijk om terreinen af te sluiten voor het publiek. Uitgangspunt voor deze gebieden is dat er uitsluitend activiteiten mogen plaatsvinden die zijn toegestaan volgens de POV (Provinciale Omgevings Verordening).

In principe volstaan de bestaande praktijkrichtlijnen om (technisch gezien) ook op locaties die niet in eigendom zijn van het drinkwaterbedrijf veilig water te winnen zonder risico's voor de microbiologische en chemische kwaliteit. De uitdagingen zitten vooral in organisatorische aspecten. In aanvulling op de praktijkcode PCD 1-2:2016 'Hygiënecode Drinkwater; *Winning (grondwater, oevergrondwater en water na kunstmatige infiltratie)*' [4] worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Probeer in het contract met de eigenaar van het terrein een en ander vast te leggen ten aanzien van de eisen in verband met de winning van water ten behoeve van de bereiding van drinkwater.
- Flexibiliteit in verband met het benodigde onderhoud en eventueel de vervanging (of verplaatsingen) van winputten.

- Het periodiek controleren van (een relevant deel van) het terrein door het drinkwaterbedrijf met betrekking tot microbiologische en chemische verontreinigingen door illegale lozingen en/of het melden daarvan aan het drinkwaterbedrijf.
- Afspraken over afrasteringen bij de aanwezigheid van vee.
- Het monitoren van vergravingen in de omgeving van alle leidingen in verband met de winning van water.

28 Toezicht en oplevering

Dit hoofdstuk gaat in op de werkwijze die drinkwaterbedrijven hanteren bij de aanleg en oplevering van puttenvelden. Hierbij is ook aangegeven welke aspecten drinkwaterbedrijven belangrijk vinden om toezicht op te houden en welke eisen worden gesteld bij oplevering. Daarnaast wordt ingegaan op welke rol normen spelen bij toezicht en oplevering.

28.1 Toezicht

Een goede aanleg van winputten en de terreinleidingen kan helpen voorkomen dat er bij de exploitatie problemen optreden. Toezicht kan daarbij heel belangrijk zijn. Bij het uitoefenen van toezicht zijn niet alle onderdelen van de aanleg even belangrijk. Tabel 28-1 geeft een overzicht van de onderdelen van toezicht waaraan de drinkwaterbedrijven belang hechten.

Tabel 28-1 Verschillende onderdelen van toezicht waaraan de drinkwaterbedrijven belang hechten.

Onderdeel
<i>Toezicht boring</i>
Voor aanvang van de boring
Tijdens het boren
Vaststellen filterstelling
Inrichten winput en aanvullen boorgat
Schoonpompen
Capaciteitsproef, flowmeting en zandvoerendheid
Afwerken winput
Arbo-omstandigheden
Naleving milieu-hygiënische bepalingen
<i>Toezicht aanleg kabels en leidingen</i>
Voor aanvang van het werk
Bij start van het werk
Tijdens het werk

28.1.1 Toezicht tijdens boren en afwerken winput

De mate waarin toezicht wordt gehouden bij het boren van een winput varieert per drinkwaterbedrijf. Vrijwel geen enkel bedrijf houdt continu toezicht bij de boring. In de navolgende onderdelen is beschreven op welke momenten tijdens het boren en de aanleg van de winput het toezicht meer aandacht vraagt.

Aanvang van de boring

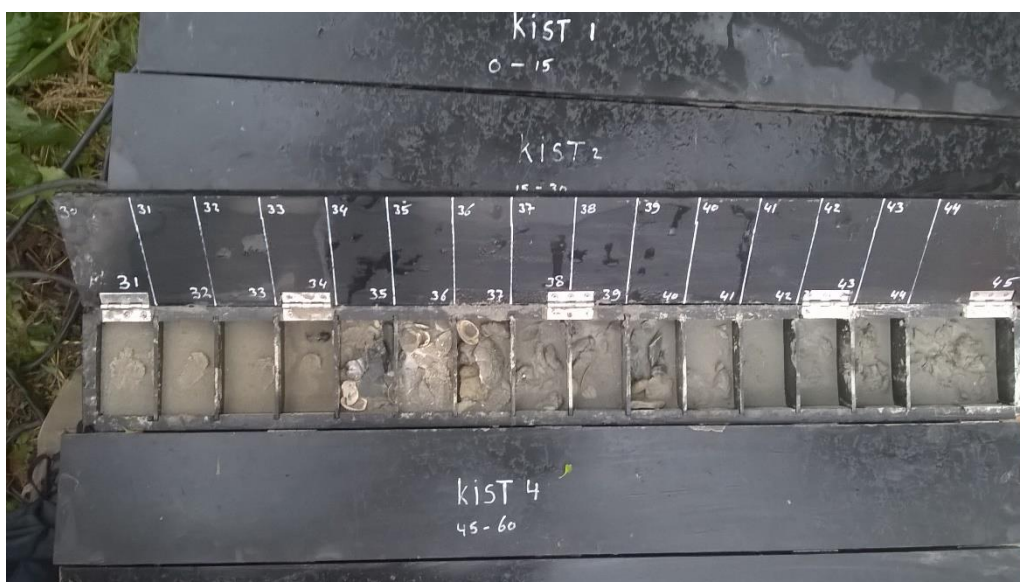
Bij aanvang van de werkzaamheden vindt altijd toezicht plaats. Daarbij wordt erop gelet dat de boring daadwerkelijk op de vooraf vastgestelde locatie wordt uitgevoerd. Ook wordt er aandacht besteed aan de milieu-hygiënische bepalingen en de manier waarop het werkwater wordt geloosd. Ook dient er toezicht plaats te vinden op de andere belangrijke aspecten, zoals de arbeidsomstandigheden, de inrichting van het boorterrein en de staat waarin de boorwagen verkeert (of deze voldoet aan de gestelde eisen).

Tijdens het boren

Bij de meeste drinkwaterbedrijven wordt toezicht gehouden tijdens de boorwerkzaamheden. Zo kan er tijdens het

boren worden gecontroleerd of de gewenste boorsnelheid wordt gehandhaafd. Daarnaast wordt er vaak gekeken of de monsterneming correct en op de juiste dieptes wordt gedaan (met name ter hoogte van scheidende lagen en op de gewenste filterdiepte). De keuze op welke momenten toezicht plaatsvindt, is dus vaak afhankelijk van de voortgang van een boring. De betrouwbaarheid en de frequentie van de boormonsters kunnen worden nagegaan in de boorbak (zie *Figuur 28-1*) en aan de hand van de data van de geofysische boorgatmeting. Het drinkwaterbedrijf bepaalt op welke diepte wordt gestopt met boren. Dit gebeurt vaak in overleg met de boorfirma. De filterstelling en gekozen einddiepte dient bij voorkeur in de grovere zandlagen van het watervoerende pakket te worden geplaatst. Een nauwkeurige boorstaat en daarop zorgvuldig gekozen einddiepte en filterstelling kan van grote invloed zijn op de capaciteit van de winput. Daarom is het van groot belang om goed inzicht te hebben in de opbouw van de ondergrond.

De drinkwaterbedrijven vinden het van groot belang dat wordt voldaan aan de eisen die in het bestek zijn gesteld. Nadruk ligt op arbeidsomstandigheden en de opslag van het materiaal (grind, klei, putfilters en buizen). Alle drinkwaterbedrijven letten op het gebruik van boorspoelingsadditieven en zien erop toe dat er niet meer van wordt gebruikt dan strikt noodzakelijk is. Daarbij wordt afgegaan op het woord van de boorfirma: als die aangeeft dat gebruik van boorspoeling nodig is, wordt hieraan voldaan. De boorfirma bepaalt op basis van kennis en ervaring de hoeveelheid die hiervoor nodig is.



Figuur 28-1 Voorbeeld van een boorbak met bodemonsters.

Vaststellen filterstelling

Zoals hierboven is genoemd, wordt de definitieve filterstelling gebaseerd op de boorstaat na het bereiken van de einddiepte. Zowel de definitieve filterstelling als de aanvulling van het boorgat wordt in overleg met de boorfirma ingevuld. Wanneer er een geofysische boorgatmeting wordt uitgevoerd, worden de definitieve filterstelling en de exacte diepte van de scheidende lagen in overleg met Deltares bepaald.

Inrichten winput en aanvullen boorgat

Voordat de filters worden gesteld, ziet de toezichthouder erop toe dat het juiste materiaal wordt gebruikt. De korreldiameter van het filtergrind en de perforatie van de filterbuis worden bepaald aan de hand van de korrelgrootte en korrelverdeling van het formatiemateriaal waarin het filter wordt afgesteld (zie PCD 13-2:2019 [3], de paragrafen 12.4 en 12.5). Deze informatie kan voor locaties met relatief homogene bodemopbouw op voorhand worden geschat op basis van een proefboring of eerdere boorstaten van winputten op dezelfde locatie, maar dient altijd te worden gecontroleerd door middel van een boorstaat, eventueel aangevuld met zeefkrommes.

Bij het aanvullen van het boorgat wordt vooral gelet op het gebruik van het juiste materiaal (diameter van het filtergrind, aanvulgrind, kleikorrels) en dat op de juiste dieptes de scheidende lagen worden afgedicht met kleikorrels en het filter, en aanvulgrind wordt aangebracht door gedurende het aanvullen het de aanvuldiepte te monitoren met een peillood. Een enkel drinkwaterbedrijf laat de toezichthouder continu toezicht houden bij het stellen van de filters en het aanvullen van het boorgat.

Schoonpompen

De manier waarop de winput wordt schoongepompt, verdient extra aandacht. Bij de meeste drinkwaterbedrijven is de toezichthouder dan ook bij het initiële schoonpompen aanwezig. Tijdens het schoonpompen kan de toezichthouder controleren of de lozing van het water volgens afspraak gebeurt.

28.1.2 Testen winput

De toezichthouders van drinkwaterbedrijven zijn altijd aanwezig bij de belangrijkste proeven die worden uitgevoerd na het ontwikkelen. Vrijwel geen enkel bedrijf houdt continu toezicht tijdens het uitvoeren van de proeven.

De aard en het aantal proeven variëren per winput. Er wordt in ieder geval op gelet dat de winput vrijwel zandvrij is. Bij capaciteitsproeven (zowel duurttest bij ontwerpdebiet als step-test) en flowmetingen wordt vooral gelet op de toegepaste werkwijze. Aanvullend kan gebruik worden gemaakt van een video-inspectie in de winput om daarmee de filterstelling, de aansluitingen en lijmverbindingen van de stijgbuis, de putbodem en het filter en eventuele beschadiging te controleren.

Overleg met de boorfirma

Gedurende de boring en de inrichting tot winput is er overleg tussen de boorfirma en de toezichthouder van het drinkwaterbedrijf. De moeilijkheidsgraad en de omvang van het werk bepalen de aard van het overleg, de omvang van het overleg en wie er allemaal bij worden betrokken. Bij het boren van een enkele winput is het overleg minder uitgebreid. Gaat het om de aanleg van een compleet puttenveld dan vindt regelmatig overleg plaats tussen de toezichthouder en de boorfirma of zijn projectleider. Zowel bij de start van de boring als bij de oplevering van de winput is er overleg met de projectleider van de boorfirma en de projectleider van het drinkwaterbedrijf.

Naleving milieu-hygiënische bepalingen

Zowel tijdens het boren als tijdens de aanleg van de terreinleidingen en kabels wordt toegezien op naleving van de Arbo- en milieuregels. Daar waar werkzaamheden worden verricht in een grondwaterbeschermings- of waterwingebied is de geldende Provinciale OmgevingsVerordening van toepassing. Deze regels richten zich met name op het voorkomen van bodem- en grondwaterverontreiniging. Bovendien worden algemene milieuregels voorgeschreven die ook buiten het grondwaterbeschermings- of waterwingebied van toepassing zijn. Het gaat dan om regels ten aanzien van de opslag van olie en chemicaliën. Deze producten moeten zodanig worden opgeslagen dat bij lekkage de bodem niet kan worden verontreinigd.

Daarnaast moet worden gewerkt volgens de hygiëneregels van het drinkwaterbedrijf. Het materieel dat is voorzien van verbrandingsmotoren (ook aggregaten en pompen) moet in een vloeistofdichte bak staan waarin geen regenwater mag komen. Dit materieel moet op een verharde ondergrond staan, waarbij het materiaal gemakkelijk bereikbaar is om te worden afgetankt. Daarnaast is over het algemeen de beschikbaarheid van een chemisch toilet verplicht gesteld. Afvalstoffen moeten gescheiden worden ingezameld.

28.1.3 Arbo-omstandigheden

Voor de veiligheid van de medewerkers worden Arbo-regels gesteld. Hierbij moet niet alleen worden gedacht aan technische en persoonlijke beschermingsmiddelen, maar ook aan een veiligheids- en gezondheidsplan bij ongevallen (zie § **Error! Reference source not found.**). Hierbij dient de boorfirma conform de beoordelingsrichtlijn BRL SIKB 2100 te beschikken over een VGM-beheersysteem (beheersysteem Veiligheid, Gezondheid en Milieu), dat voldoet aan de eisen die daaraan worden gesteld in de Veiligheidschecklist Aannemers (VCA 2017/6.0).

De toezichthouder van het drinkwaterbedrijf ziet erop toe dat de regels bekend zijn bij de aannemer en dat het personeel de gestelde regels naleeft.

28.1.4 Toezicht bij de aanleg van kabels en terreinleidingen

Het toezicht bij de aanleg van de kabels en terreinleidingen op de winplaats vindt gedurende het hele werk plaats. Ook hier zijn de momenten waarop toezicht wordt uitgeoefend afhankelijk van de fase waarin het werk verkeert. Bij de start wordt in het bijzonder gelet op het materieel en het materiaal. Ten aanzien van het materieel richt het toezicht zich op het voorkomen van bodemverontreiniging. Maar ook de opslag van het materiaal vormt een belangrijk punt van aandacht. Het is van groot belang om het toe te passen materiaal vooraf te controleren, om te voorkomen dat foute materialen later uit de bodem moeten worden gehaald.

Tijdens het werk houden de toezichthouders van de drinkwaterbedrijven de voortgang van het werk in de gaten. Er wordt op gelet dat het gebruikte materiaal niet is beschadigd (leidingen, kabels, afsluiters, flenzen enzovoort), dat afsluiters en flenzen op de juiste plaats worden gemonteerd en dat de kabels en leidingen voldoende diep beneden het maaiveld worden gelegd.

Punt van aandacht is ook om schade aan het terrein zoveel mogelijk te beperken, door bijvoorbeeld zo min mogelijk te vergraven. Verder wordt gelet op de hygiëne. Als er netjes en hygiënisch wordt gewerkt, is er later minder inspanning nodig om de leidingen microbiologisch betrouwbaar te maken.

28.2 Oplevering

Bij de oplevering controleren de drinkwaterbedrijven of het werk conform de afspraken is uitgevoerd (zie hoofdstuk **Error! Reference source not found.**). Over het algemeen houdt dit in dat de eisen die in het bestek zijn vastgelegd op een of andere wijze worden gecontroleerd. Hierin zijn de bedrijfseigen eisen opgenomen en wordt verwezen naar algemene normen die worden gesteld. Tabel 28-2 geeft een overzicht van het belang dat de drinkwaterbedrijven aan de opleveringseisen stellen. Duidelijk is dat de drinkwaterbedrijven de fase van de oplevering belangrijk vinden. Van groot belang zijn de filterstelling en de aanvulling van het boorgat, evenals een winput die zandvrij en microbiologisch betrouwbaar water levert. Ten aanzien van de oplevering van de kabels en de terreinleidingen is het belangrijk dat het juiste materiaal is gebruikt en dat de flenzen op de juiste plaats zijn gemonteerd.

Tabel 28-2 Aspecten waaraan de drinkwaterbedrijven belang hechten bij oplevering.

Onderdeel
<i>Oplevering winput</i>
Diameter en diepte boorgat
Boorbeschrijving
Aanvulling boorgat
Filterstelling
Afwerking winput (putkelder, putconstructie)
Zandvrije waterlevering
Bacteriologisch schone waterlevering (betrouwbaar water)
Kwaliteit van het onttrokken water (ten aanzien van andere parameters)
Putcapaciteit
Controle putcapaciteit
<i>Oplevering terreinleidingen en kabels</i>
Ligging (in het terrein, diepte, afschot)
Materiaal terreinleiding

Afsluiters
Flenzen
Waterdichtheid
Schakelaars

28.2.1 Opleveringseisen winput

De basis voor de juiste filterstelling en aanvulling ligt in de juiste boorbeschrijving en diameter/diepte van de winput. Daarom wordt ter controle vaak een geofysische boorgatmeting uitgevoerd. Als de toezichthouder van het drinkwaterbedrijf twijfelt of de aanvulling van het boorgat juist is uitgevoerd, kan een verbuisde boorgatmeting uitsluitend bieden. Wanneer is aangevuld met magnetische klei kan er met een magnetometer worden nagegaan of het boorgat correct is aangevuld. Controle van de plaatsing van de pompfilters gebeurt op basis van de inbouwstaat van de boorfirma.

De afwerking van de winput moet voldoen aan de eisen die in het bestek zijn gesteld. Dit wordt gecontroleerd door middel van een visuele controle bij de oplevering (zie ook § 28.1.2).

Daarnaast wordt er streng op toegezien dat de microbiologische parameters van de put voldoen. De daarvoor benodigde monsterneming vindt altijd plaats door drinkwaterlaboratoria. Sommige drinkwaterbedrijven kiezen ervoor om de verantwoordelijkheid voor het opleveren van een put met microbiologisch betrouwbaar water volledig bij de boorfirma neer te leggen, zodat de volgende partij die de bovengrondse installatie realiseert met een schone put begint. De ervaring is dat boorfirma's hierdoor bewuster (lees zorgvuldiger) omgaan met betrekking tot hygiënisch werken. Andere bedrijven leggen de levering van microbiologisch betrouwbaar water niet als harde eis op aan de boorfirma, maar nemen de kosten van schoonpompen voor eigen risico. De microbiologische kwaliteit kan namelijk ook worden beïnvloed door aspecten die buiten de invloedssfeer van de boorfirma vallen, zoals verontreiniging vanaf maaiveld bij winningen met een korte reistijd (bijvoorbeeld freatische kunstmatige infiltratiewinningen). Bovendien kan het schoonpompen van de put voor vertraging van andere werkzaamheden zorgen. Het hangt dus per situatie af wat de juiste oplossing is.

De putcapaciteit wordt bepaald door verschillende proeven, zoals de flowmeting, de capaciteitsproef (vaak met verschillende pompcapaciteiten die de productiecapaciteit overschrijden) en de bepaling van het specifieke debiet (ook hier bij verschillende pompcapaciteiten). Vaak wordt ook de maximaal leverbare putcapaciteit bepaald. Dat gebeurt bij een capaciteit van 2 à 3 keer de ontwerpputcapaciteit.

De drinkwaterbedrijven vinden het belangrijk dat een winput (vrijwel) slib- en zandvrij wordt opgeleverd, zie subparagraaf 23.10.2 voor eisen. Daarbij hanteren de bedrijven verschillende pompcapaciteiten, maar ook verschillende tijdsduren (variërend van 15 min tot 8 uur), waarbij de winput bij normaal bedrijf geen tot zeer weinig zand mag leveren.

Aan de waterkwaliteit van het onttrokken grondwater worden nauwelijks eisen opgelegd. Wel wordt de waterkwaliteit (zowel microbiologisch als chemisch) bepaald, maar dit heeft een ander doel (onder andere met het oog op de zuivering).

28.2.2 Opleveringseisen kabels en leidingen

De opleveringseisen die aan leidingen worden gesteld, zijn in het bestek opgenomen. De ligging van de leidingen op de juiste diepte en de montage van de juiste afsluiters op de juiste plaats zijn daarbij van belang. Dit wordt in het veld steekproefsgewijs gecontroleerd. Veel eisen worden tijdens het werk al gecontroleerd. In de meeste gevallen worden de leidingen onder druk afgeperst, zodat direct duidelijk is of de verbindingen correct zijn aangebracht.

Bij de oplevering van terreinleidingen wordt de eis gesteld dat het water microbiologisch betrouwbaar is. Dit wordt door middel van een waterkwaliteitsbeoordeling vastgesteld.

Kabels worden bij oplevering gecontroleerd op de juiste ligging en voldoende gronddek. De verbindingen worden niet apart gecontroleerd. Wel wordt de algehele werking van de kabel gecontroleerd. Tijdens het werk wordt gelet op het leggen van de juiste kabels. In een enkel geval levert het drinkwaterbedrijf zelf de kabel, zodat controle hierop door de uitvoerende partij niet nodig is.

28.3 Normen bij toezicht en oplevering

Ten behoeve van de aanleg van kabels en leidingen worden de normen NEN 1010:2015 (veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties) en NEN 3140:2011+A3:2019 (elektrische installaties) als opleveringseis gehanteerd.

Voor aanleg van putten (en andere mechanische boringen) geldt het Protocol 2101.

28.4 Afspraken over oplevering

In de praktijk is er bij de drinkwaterbedrijven een variatie in opleveringseisen en in uiteenlopende momenten waarop toezicht wordt uitgeoefend. De toezichthouder van het drinkwaterbedrijf bepaalt op basis van kennis, ervaring en in overleg met onder meer de boorfirma of aannemer wat belangrijk is en hoe daarop controle kan worden uitgeoefend. Dit kan een gevoel geven dat van willekeur sprake is, waarbij de overtuiging van de boorfirma of aannemer een rol speelt. Om dit te ondervangen, is het belangrijk dat vooraf duidelijke afspraken worden gemaakt over de opleveringseisen.

De volgende vragen kunnen leven:

- Wat moeten we bijvoorbeeld doen als het zandvrij opleveren van een winput meer tijd vergt dan vooraf voorzien?
- Wat moet worden gedaan als de winput niet meteen voldoet aan de microbiologische eisen en in welke mate kan een boorfirma worden verplicht om de winput aan de gestelde eisen te laten voldoen?
- Als het maken van een winput meer tijd vergt dan vooraf is ingeschat of als de putcapaciteit bij lange na niet aan de ontwerpcapaciteit voldoet, wie is dan verantwoordelijk voor de extra kosten die moeten worden gemaakt?

Meestal wordt in dit soort situaties in onderling overleg gezocht naar een oplossing die voor beide partijen bevredigend is. Hierbij is het nuttig om onderscheid te maken tussen 'bouwfouten', 'ontwerpfouten' en 'natuurlijke variatie'. Bouwfouten zijn te wijten aan de boorfirma of haar leveranciers, bijvoorbeeld scheuren in het constructiemateriaal. Bij natuurlijke variatie voldoet een winput niet aan de gestelde eisen, omdat de bodemopbouw anders is dan vooraf werd verwacht. De boorfirma kan dan niets worden verweten. Er kan nog wel sprake zijn van 'ontwerpfouten' wanneer bijvoorbeeld het vooronderzoek ondeugdelijk is uitgevoerd.

Soms willen boorfirma's vooraf bepaalde risico's uitsluiten, bijvoorbeeld het instorten van het boorgat wanneer er op verzoek van de opdrachtgever zonder boorspoelingsadditieven wordt gewerkt.

29 Documentatie

Richtlijn 30 Registreer veldwerkgegevens en maak duidelijk welke keuzes zijn gemaakt in de boorfase en bij aanleg van de winput. (= invulling Protocol 2101, eis 18).

Richtlijn 31 Zorg voor overdracht en archivering van het revisiepakket.

Tijdens de uitvoering en de oplevering van de winput of het puttenveld komen veel meetgegevens beschikbaar. Het is belangrijk dat deze gegevens toegankelijk worden opgeslagen. Een deel van de gegevens moet ook worden opgeslagen als databestand (Excel), een bedrijfsbrede database (LIMS, DAWACO) en/ of gedeeld met landelijke databases. Dit is aangegeven in Tabel 29-1.

Tabel 29-1 Overzicht van documentatie van winput.

Onderdeel	Hoe opslaan
<i>Uitvoeren boring</i>	
Locatietekening	Revisiepakket
XY-coördinaten en afwerkhoogte	assetinformatiesysteem**, Dino-loket/ BRO
Boormethode (vaak onderdeel van boorbeschrijving)	Revisiepakket, assetinformatiesysteem **, Dino-loket/ BRO
Boorbeschrijving	Revisiepakket, assetinformatiesysteem **, Dino-loket/ BRO
Geofysische boorgatmeting	Revisiepakket, Dino-loket
Foto's van bakken met boormonsters	Revisiepakket, assetinformatiesysteem **, Dino-loket/ BRO
Korrelgrote verdeling op basis van zeefanalyses	
<i>Inrichting winput</i>	
Inbouw en aanvulstaten, inclusief filterstelling	Revisiepakket, assetinformatiesysteem **
Ontwikkelmethode (zie PCD 13-4 wat te registreren)	Revisiepakket
Certificaten van aanvulmaterialen	Revisiepakket
<i>Beoordelen winput</i>	
Capaciteitsmetingen voor- en na ontwikkelen	Revisiepakket
Bepaling kD-waarde	Intern bij drinkwaterbedrijf
Bepaling theoretische capaciteit & vergelijking met gemeten capaciteit	Revisiepakket
Filterflowmeting	Revisiepakket + spreadsheet
Zandhoudendheid	Revisiepakket
Microbiologische waterkwaliteitsmonsters	LIMS*
Chemische waterkwaliteitsmonsters	LIMS*
Samenvatting: kosten en duur aanleg	Revisiepakket
<i>Pompsysteem, kabels en leidingen</i>	
Gegevens onderwaterpomp	Intern bij drinkwaterbedrijf

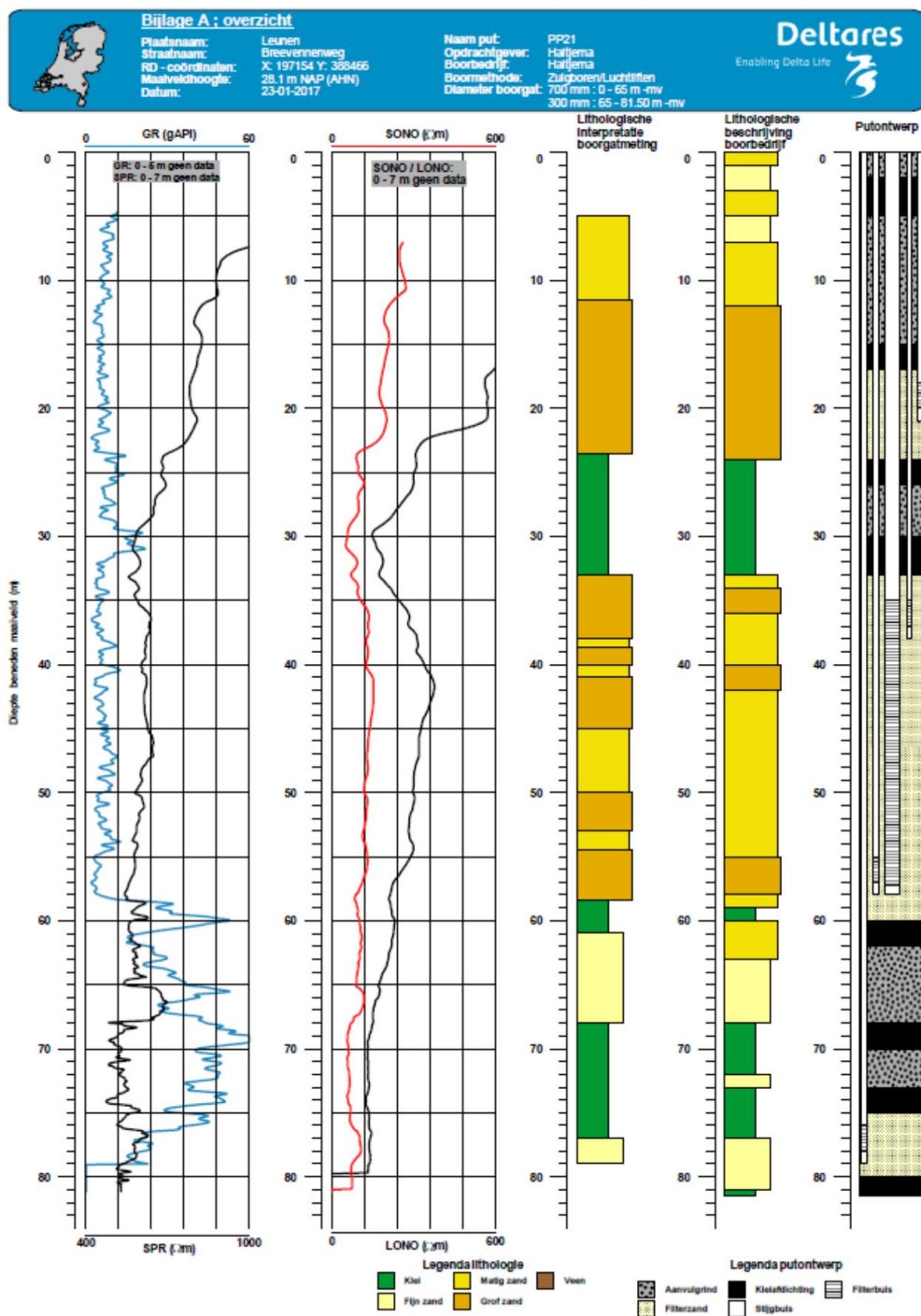
Toepassing Frequentie omvormer	Revisiepakket
Principeschema	Revisiepakket
Locatietekeningen van kabels, leidingen, afsluiters, ontlueters, kabelmoffen	Revisiepakket, WION
Werktekeningen	Revisiepakket
Keurings- en ijkgegevens	Revisiepakket
Testgegevens (leidingen beproeven op waterdichtheid)	Revisiepakket
Technische documentatie en inbouwvoorschriften	Revisiepakket
<i>Regelinstallatie</i>	
Softwareomschrijvingen (RTO), inclusief aanpassingen;	Revisiepakket
Een defaultlijst van instelwaarden, inclusief wijzigingen lijst (fiat van booraannemer);	Revisiepakket
Versiebeheer van software;	Revisiepakket
Kasttekeningen;	Revisiepakket
Kabellijsten;	Revisiepakket
Status van calibreren/ijken van meetmiddelen;	Revisiepakket
Meterstanden registratie (per dag).	Revisiepakket
<i>Inbedrijfsstelling</i>	
Keuringsrapport en testresultaten inbedrijfsstelling	Revisiepakket

(*) LIMS = Laboratory Information Management System

(**) assetinformatiesysteem (bijvoorbeeld Dawaco, een merknaam voor informatiesysteem over win- en waarnemingsputten; SAP)

Rapportages over de voortgang van het werk zijn belangrijk gedurende de uitvoering om de voortgang en kosten van het project te bewaken. Voor de projectleider van het drinkwaterbedrijf is het belangrijk dat de kosten en de duur van de aanleg aan het eind worden samengevat, zodat deze als basis kunnen dienen voor toekomstige calculaties.

Voor flowmetingen en boorgatmetingen is het raadzaam om niet alleen een (gescand) rapport of grafiek te bewaren, maar ook de onderliggende data. In dat geval kunnen in de toekomst analyses worden uitgevoerd op de data, zoals het over elkaar heen plotten en vergelijken van verschillende metingen.



Figuur 29-1 Voorbeeld van een boor, aanvul- en inbouwstaat van een winput van WML.

30 Literatuur

- [1] Aalten, T., en Witteveen, H. (2015): 'Protocol Zand- en slibhoudendheidsmetingen', versie 1.0 definitief concept van 3 december 2015, IFTechnology en VHGM in opdracht van BodemenergieNL
https://www.kennisplatformbodemenergie.nl/wp-content/uploads/2016/03/Aanleg-VHGM-et-al.-2015-protocol_Zand_en_slibhoudendheid.pdf
- [2] Schans, M.L. van der, en Meerkerk, M.A. (2019): 'Putten en puttenvelden ten behoeve van drinkwater; *Deel 1: Algemeen*', praktijkcode PCD 13-1:2019, KWR Water Research Institute, Nieuwegein
- [3] Schans, M.L. van der, en Meerkerk, M.A. (2019): 'Putten en puttenvelden ten behoeve van drinkwater; *Deel 2: Ontwerp*', praktijkcode PCD 13-2:2019, KWR Water Research Institute, Nieuwegein
- [4] Schans, M.L. van der, Smeets, P.W.M.H., Leunk, I., en Meerkerk, M.A. (2016): 'Hygiëncode Drinkwater; *Winning (grondwater, oevergrondwater en water na kunstmatige infiltratie)*', praktijkcode PCD 1-2:2016, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [5] Leunk, I. (2016): 'Hygiëne bij werkzaamheden aan winmiddelen; *Werkboekje bij de 'Hygiëncode Drinkwater; Winning'*', praktijkcode PCD 1-5:2016, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [6] Bloemendaal, S. en Griffioen, J. (1991): 'Milieukundige aspecten van boorspoelingen', TNO-rapport, TNO, Delft
- [7] Meerkerk, M.A. (2015): 'Hygiëncode Drinkwater; *Algemeen*', praktijkcode PCD 1-1:2015, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [8] Meerkerk, M.A., en Beuken, R.H.S. (2017): 'Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; *Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)*', praktijkcode PCD 3:2017, KWR Water Research Institute, Nieuwegein
- [9] Meerkerk, M.A. (2020): 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*', praktijkcode PCD 1-4:2019, KWR Water Research Institute, Nieuwegein
- [10] SBW (1995): 'Boormeester II, theorie', SBW rapport 656, Stichting Beroepsopleidingen Weg- en waterbouw, Gouda
- [11] CROW (2020): webpagina 'Standaard RAW Bepalingen 2020'
- [12] Mesman, G.A.M., en Meerkerk, M.A. (2015): 'Sediment in drinkwaterleidingen; *Beoordelen en beheersen*', praktijkcode PCD 2:2015, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein

I Richtlijnen

Richtlijn 1 Kies een boortechniek die past binnen het certificatieschema van de BRL 2100 (= invulling Protocol 2101, eis 5). Winputten worden in Nederland in principe geboord door middel van een roterende zuigboring, al dan niet met luchtliften.

Richtlijn 3 Zorg voor voldoende schoon werkwater inclusief een back-up voorziening.

Binnen een wingebied wordt er gebruik gemaakt van drinkwater of wordt het werkwater onttrokken uit een nabijgelegen winput (zie PCD 1-2:2016 [4]). Als geen van bovengenoemde bronnen op of bij de gekozen boorlocatie aanwezig of mogelijk is, dan is aanvoer met behulp van een tankwagen de enige oplossing om de boring te kunnen uitvoeren. Voordeel is dat kan worden beschikt over de gewenste waterkwaliteit. Van de genoemde bronnen is deze optie de meest kostbare. Richtlijn 4 *Het gebruik van werkwater leidt niet tot verontreiniging van de bodem en het grondwater. (= invulling Protocol 2101, eis 13).*

Richtlijn 4 Het gebruik van werkwater leidt niet tot verontreiniging van de bodem en het grondwater. (= invulling Protocol 2101, eis 13).

Richtlijn 5 Indien kunstmatige boorspoelingsadditieven nodig zijn ten behoeve van de stabiliteit van het boorgat, gebruik dan bij voorkeur uitsluitend biologisch en/of chemisch afbreekbare middelen.

Richtlijn 6 De boorspoelingsadditieven dienen in beperkte concentraties te worden toegepast. Volgens ervaringscijfers wordt meestal gewerkt met een concentratie van 0,3 kg/m³ van het middel Antisol.

Richtlijn 7 Gebruik bij voorkeur PAC als boorspoelingsadditief.

Richtlijn 8 Ververs de inhoud van het boorgat met schoon werkwater altijd voor (en na) het bereiken van het filtertraject.

Richtlijn 9 Voorkom onderbrekingen in het boor- en aanvulproces na het bereiken van de einddiepte. Werk zo nodig in dag- en nachtploegen om te voorkomen dat het boorgat onnodig lang open staat met overdruk.

Richtlijn 10 Gebruik minimaal 2 bezinkbakken (2 x 10 m³) om restanten van doorboorde lagen zo goed mogelijk te verwijderen.

Richtlijn 11 De boorfirma dient voorafgaand aan de werkzaamheden het plan van aanpak zoals dat is beschreven in Richtlijn 28 van het "Ontwerp" te bestuderen en te controleren of de boring en aanleg van de put uitvoerbaar zijn conform dit plan (= invulling Protocol 2101, eis 9).

Richtlijn 12 Voorkom schade aan gebouwen en constructies door de boring op veilige afstand hiervan uit te voeren (= invulling Protocol 2101, eis 10).

Richtlijn 13 Voldoe aan de wettelijke eisen op het gebied van Arbeidsomstandigheden. (= invulling Protocol 2101, eis 3).

Richtlijn 14 Controleer voor aanvang van de werkzaamheden of is voldaan aan alle wettelijke eisen voor wat betreft zorg-, meldings- en vergunningsplichten. Met name ten aanzien van het gebruik van de bodem en de/het vrijkomende bodemmateriaal en grondwater (= invulling Protocol 2101, eis 11).

Richtlijn 15 Voldoe aan de hygiënische maatregelen volgens de praktijkcode PCD 1-2 'Hygiëncode Drinkwater; Winning (grondwater, oevergrondwater en water na kunstmatige infiltratie)', hoofdstuk 3 'Aanleg winmiddelen'.

Richtlijn 16 Voorkom dat er bij de uitvoering van de mechanische boringen verontreinigende stoffen in de bodem terecht komen (= invulling Protocol 2101, eis 11).

Richtlijn 17 Voorkom verspreiding van aanwezige bodemverontreiniging tijdens het boren (= invulling Protocol 2101, eis 12).

Richtlijn 18 Zorg tijdens het werk voor controle en toetsing, en zorg voor bijsturing in geval van afwijkingen.

Richtlijn 19 Stel een boorbeschrijving op voor win- en waarnemingsputten (= invulling Protocol 2101, eis 14).

Richtlijn 20 Voor overige boringen geldt: detecteer dikte en diepteligging van scheidende lagen voorafgaand aan de afdichting en afwerking van het boorgat, tenzij het boorgat volledig wordt afgevuld met afdichtingsmateriaal. (= invulling Protocol 2101, eis 14).

Richtlijn 21 In geval van het nemen van monsters moet er voor worden gezorgd dat belanghebbende partijen alle gegevens eenduidig kunnen herleiden (= invulling Protocol 2101, eis 15).

Richtlijn 22 In het geval van win- en monitoringsputten worden boorgatmetingen uitgevoerd ter verificatie van de boorbeschrijving.

Richtlijn 23 Zorg dat het afdichtingsmateriaal de scheidende lagen volledig afdicht en geen verontreinigingen bevat (= invulling Protocol 2101, eis 16).

Richtlijn 24 Voorkom dat verontreiniging of grondwater van een andere kwaliteit via het boorgat naar een andere goed doorlatende laag kan stromen. (= invulling Protocol 2101, eis 17).

Richtlijn 25 Ontwikkel de put maximaal om putverstopping te voorkomen en test de winputten zodanig dat deze bij het ontwerpdebiet zand en slibvrij water kunnen leveren met een specifieke volumestroom die ten minste 80% bedraagt van wat op theoretische gronden haalbaar is.

Richtlijn 26 Beoordeel winputten op de volgende parameters:

Richtlijn 27 Zorg dat de regelinstallatie op een herleidbare wijze wordt geprogrammeerd.

Richtlijn 28 Zorg voor een zorgvuldige inbedrijfstelling en test volgens een vooraf opgesteld protocol.

II Voor deze praktijkcode relevante normen

NEN-EN 805:2000: 'Watervoorziening; Eisen aan distributiesystemen buitenshuis', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 februari 2000, Delft

NEN 1010:2015: 'Elektrische installaties voor laagspanning – Nederlandse implementatie van de HD-IEC 60364-reeks', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 oktober 2015, Delft

NEN 3140:2011+A3:2019: 'Bedrijfsvoering van elektrische installaties – Laagspanning', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 juli 2019, Delft

NEN 5740:2009+A1:2016: 'Bodem – Landbodem – Strategie voor het uitvoeren van verkennend bodemonderzoek – Onderzoek naar de milieuhygiënische kwaliteit van bodem en grond', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 april 2016, Delft

NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020: 'Geotechnisch onderzoek en beproeving – Identificatie en classificatie van grond – Deel 1: Identificatie en beschrijving', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 juli 2020, Delft

III Voor deze praktijkcode relevante beoordelingsrichtlijnen en protocollen

Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (2018): 'Veldwerk bij milieuhygiënisch bodem- en waterbodemonderzoek', BRL SIKB 2000, versie 6.0, 1 februari 2018, Gouda

Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (2018): 'Mechanisch boren', Protocol 2101, versie 4.0, 1 februari 2018 (zie ook hier), Gouda (www.sikb.nl)

Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (2014): 'Ontwerp, realisatie en beheer van het ondergrondse deel van installaties voor bodemenergie', Protocol 11001, versie 2.0, 2 oktober 2014 (zie ook hier), Gouda

Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (2017): 'Tijdelijke grondwaterbemaling', BRL SIKB 12000, versie 2, 30 maart 2017, Gouda