KWR 03.073
Augustus 2003

Ontwerp tips voor ontharden in korrelreactoren

KWR 03.073
Augustus 2003

Ontwerp tips voor ontharden in korrelreactoren

© 2002 Kiwa N.V.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij electronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Opdrachtgever
Contactgroep Ontharding

Projectnummer
30.5385.020

ISBN

Kiwa N.V.
Water Research
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Telefoon 030 60 69 511
Fax 030 60 61 165
Internet www.kiwa.nl

Colofon

Titel
Ontwerp tips voor ontharden in korrelreactoren

Projectnummer
30.5385.020

Projectmanager
Henk Brink

Kwaliteitsborger
Gert Reijnen

Auteurs
Contactgroep Ontharding

Eindredacteurs
Henk Brink en Gert Reijnen

Dit rapport is openbaar en wordt op verzoek toegezonden. Het is een zogenaamd 'groei-document', en wordt tenminste één maal per jaar vernieuwd.

Inhoud

	Inhoud	**1**
1	**Ontwerp tips voor korrelreactoren**	**2**
2	**Chemicaliekeuze**	**4**
3	**Kalkmelk**	**5**
4	**Natronloog**	**6**
5	**Reactorontwerp**	**7**
6	**Entzandtoevoer en aftap, opslag en afvoer van korrels**	**9**
7	**Nafiltratie**	**11**
8	**Procesregeling**	**13**
9	**Hygiëne**	**14**

© Kiwa N.V.

1 Ontwerp tips voor korrelreactoren

Voorliggende check list geeft tips voor het ontwerp van onthardings installaties, gebaseerd op praktijk kennis, ervaring en inzichten. Deze tips zijn bedoeld als praktische aanvulling op Kiwa rapport KWR 02.087 "Overzicht van korrelreactoren in Nederland". Dat rapport bevat feitelijke praktijk gegevens, ook van installaties en aspecten die momenteel door deskundigen als niet optimaal worden beschouwd.

Ontharding
Waterbedrijven in Nederland passen op grote schaal ontharden in korrelreactoren toe bij de bereiding van drinkwater. Deze techniek is voor het eerst in de jaren 70 van de twintigste eeuw in de praktijk ingezet, en heeft sindsdien een grote vlucht genomen. Er zijn in de loop van de tijd een groot aantal aanpassingen doorgevoerd in het ontwerp van korrelreactoren. Inmiddels is met de verschillende installaties ruimschoots ervaring opgedaan.

Procestechnologen van alle waterbedrijven in Nederland wisselen hun ervaringen met korrelreactoren uit in de Contactgroep Ontharding. Op basis van deze kennisuitwisseling is deze check-list gemaakt. Doel van de check list is om bij ontwerp van nieuwe installaties en bij optimalisatie van bestaande installaties gebruik te kunnen maken van de praktijkervaringen. In deze check list zijn een groot aantal "do's" en "don'ts" verzameld.
Nog steeds worden nieuwe installaties voor ontharding met korrelreactoren gebouwd. Op dit moment, medio 2003, wordt aan drie installaties gebouwd en verwacht wordt dat nog tenminste tien nieuwe installaties zullen volgen.

Doel van het rapport
Deze check list vormt een opname in de tijd. Inzichten zullen voortschrijden. Het is de bedoeling dat deze check list daar regelmatig op wordt aangepast. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat er jaarlijks een nieuwe versie zal verschijnen.

Iedereen wordt aangemoedigd om deze check list te gebruiken bij ontwerp van nieuwe installaties. Ook vastleggen van zaken in een programma van eisen is met de check list mogelijk, om het ontwerpen verantwoord te kunnen uitbesteden. Blindelings toepassen is niet gewenst (zeker niet door niet-deskundigen!). Locale omstandigheden of specifieke bedrijfswensen kunnen het noodzakelijk maken om af te wijken van de hier beschreven "do's" en "don'ts". De check list is ook zeker geen complete handleiding voor het ontwerp van een installatie. Het geeft op onderdelen tips om 'bloopers' te voorkomen en om het ontwerp te verbeteren.
Voor alle duidelijkheid: de auteurs kunnen op geen enkele wijze verantwoordelijk worden gesteld voor de uitwerking van de gegeven "do's" en "don'ts". De check list vormt een leidraad om het ontwerp te verbeteren, maar komt daar niet voor in de plaats.

Lever een bijdrage
Verder wordt iedereen aangemoedigd om een bijdrage te leveren aan de verdere vervolmaking van de check list, door aanvullingen of reacties te melden bij Henk Brink, secretaris van de Contactgroep Ontharding.

Opbouw van de check list
Per thema, bijvoorbeeld 'kalkmelk' of 'entzandtoevoer, korrelaftap,- opslag en afvoer', wordt een opsomming gegeven van ontwerp-tips. Deze tips worden in meer of mindere mate toegelicht.

De auteurs
De deelnemers aan de Contactgroep Ontharden zijn feitelijk de auteurs van deze check list. De samenstelling van de Contactgroep varieërt. In 2003 bestaat de Contactgroep Ontharding uit de volgende deelnemers:

Jan Bahlman	Waterbedrijf Europoort
Henk Brink	Kiwa Water Research (secretaris)
Wilbert van den Broek	Delta
Rolf Cuypers	Waterleiding Maatschappij Limburg
Dik Brummel	Vitens
Frank Donker	PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland
Leo Keltjens	Waterleidinglaboratorium Zuid
Erik Kokshoord	Duinwaterbedrijf Zuid-Holland
Ruud Kolpa	Hydron Advies en Diensten
Gert Könning	Vitens Gelderland
Wim Oorthuizen	Duinwaterbedrijf Zuid-Holland
Gert Reijnen	Waterleiding Maatschappij Limburg
Jacob Reilman	Waterlaboratorium Noord
Mark Schaap	Waterbedrijf Groningen
Wolter Siegers	Kiwa Water Research
Stephan van de Wetering	Brabant Water
Dolf Wind	Waterbedrijf Amsterdam

Henk Brink en Gert Reijnen hebben de tekst geschreven.

2 Chemicaliekeuze

1) In eerste instantie bepaalt de ruwwater samenstelling en de gewenste water samenstelling welk chemicalie chemisch geschikt is. Lees eventueel Kiwa mededeling 102 "Ontharden in korrelreactoren". Water met een naar verhouding tot de hardheid hoog waterstofcarbonaatgehalte kan chemisch gezien het beste met kalkmelk worden onthard. In een aantal gevallen zijn natronloog en kalkmelk beiden chemisch geschikt. Kies dan kalkmelk, omdat:
   - het laagste kalkafzettend vermogen is te bereiken
   - het laagste metaaloplossend vermogen is te realiseren
   - het natriumgehalte van het water niet verhoogd wordt. Dat is een voordeel voor b.v. tuinders en de kwaliteit van oppervlaktewater, waarin het drinkwater uiteindelijk terecht komt.

2) Overweeg een minder vergaande ontharding met kalkmelk, (wel onder 10 °dH = 1,8 mmol/l) als daarmee een HCO3 gehalte van 2 mmol/l (122 mg/l) wordt bereikt. Ontharding met kalkmelk tot een hardheid van 1,8 mmol/l is in dit geval te verkiezen boven ontharding met natronloog tot b.v. 1,5 mmol/l, uit oogpunt van kalkafzetting en metaalafgifte.

3) De gewenste hardheid na ontharding hangt samen met de kalkafzettende eigenschappen van het water, en eventueel metaaloplossende eigenschappen. Het is aan te bevelen die eigenschappen proefondervindelijk vast te stellen. De werkelijke mate van kalkafzetting kan sterk afwijken van de berekende waarde (TACC90), door de inhibiterende werking van organische stoffen in de grondstof[1]

[1] De gemeten mate van kalkafzetting PACC bedraagt in de praktijk 1-50% van de berekende TACC90 waarde.

3 Kalkmelk

4) Gebruik een hoge kwaliteit kalkmelk. Dit is een kalk met een hoog percentage calciumhydroxide en zeer kleine deeltjes. Door gebruik van een hoge kwaliteit kalk wordt de vorming van zwevende stof verminderd, waardoor de belasting van de nafilters wordt beperkt[2]. Een hogere kwaliteit levert minder storingen.

5) Gebruik bij een relatief laag kalkverbruik kant-en-klare kalkmelk[3]. Bij een hoger verbruik is zelf aanmaken van gebluste kalk gunstig. Voor een zeer hoog verbruik is zelf blussen en aanmaken van ongebluste kalk aantrekkelijk. Houdt bij eigen aanmaak er rekening mee dat er tijd nodig is voor preventief onderhoud, bedrijfsvoering en het verhelpen van storingen. De kalkaanmaak installatie levert de meeste storingen!

6) Gebruik bij het zelf aanmaken van kalkmelk gedecarboniseerd water. Dit is water waar het waterstofcarbonaat, carbonaat en koolstofdioxide vergaand uit zijn verwijderd. De meest gebruikte bereidingswijze voor dit water is dosering van zoutzuur (zeker geen zwavelzuur gebruiken!) tot een pH van 4, gevolgd door intensieve ontgassing met tegenstroom beluchting in een ontgassings toren (strip toren). Zie voor de dimensionering Kiwa mededeling 101: Ontzuren van grondwater.

7) Bij gebruik van de doseerster wordt bij voorkeur verdunde kalkmelk gedoseerd, in een concentratie in de range van 1 tot 4 gewichts %.
Bij een tangentiële invoer kan onverdunde kalkmelk worden gedoseerd (18 en 30%).

8) Plaats twee kalksilo's van elk 30 ton, en niet 1 van 60 ton. Daarmee is er tijd voor controle, onderhoud en controle van het geleverde product, voor het wordt gebruikt[4].

9) Kalkmelkaanmaak kan het beste batchgewijs uitgevoerd te worden. Dat geeft absolute controle over de verblijftijd, en daarmee over de kwaliteit van de kalk. Verder biedt het de mogelijkheid vervuiligs gevoelige sensoren bij elke batch schoon te spuiten.

10) Pas geen ringleidingsysteem toe indien gebruik wordt gemaakt van geconcentrerde (kant-en-klare-) kalkmelk. Bij concentraties boven circa 18% kan door de energie-inbreng bij het verpompen de kalk zo visceus worden, dat de leiding blokkeert (kalkmelk wordt als boter).

---

[2] Grove kalkdeeltjes lossen minder snel op dat fijne. Kalk kan zand bevaten. Bijkomend nadeel: slijtage van pompen, afsluiters en leidingen.
[3] Twintig procentige (praktijk ca 18%) bestaat uit zeer kleine deeltjes. Dertig procentige uit grovere (met als we goed geinformeerd zijn een anti klonter middel). Beproef indien mogelijk welke soort technisch en economisch het beste is.
[4] Te natte kalk kan grote problemen geven in de silo en de droge dosering.

4 Natronloog

11) Verdun natronloog op locatie van 50 naar 25% met volledig onthard water (via RO of ionenwisseling). Aanleveren van 50% is goedkoper, en geeft de helft van het aantal leveringen per vrachtauto. Voordeel van verdunning van de natronloog tot 25% is dat de kristallisatietemperatuur daalt van + 12 C naar –18 C.
Wanneer niet-volledig onthard water voor het verdunnen kan worden gebruikt,,zorg dan voor een bezinkruimte onder in de natronloogtanks (loogleiding naar de reactoren boven deze ruimte plaatsen en afvoer onderinplaatsen voor afvoer van bezinksel=kalk).

12) Loogtanks moeten volgens de daarvoor geldende voorschriften worden opgesteld in een deugdelijke opvangbak met een inhoud van één loogtank vermeerderd met 10% van de opslagcapaciteit. Voorkom dat natronloog en zuur bij elkaar kunnen komen door vulfouten of lekkage!

13) De aanmaak- en doseerinstallatie van natronloog dient bij voorkeur in een afgescheiden ruimte te zijn opgesteld. Het doseerpaneel wordt bij voorkeur nog afgeschermd door een scherm van plexiglas. In de bedrijfsruimte dienen oogdouches en plensdouches aanwezig te zijn.

14) De toevoerleiding van natronloog naar de korrelreactor dient bij voorkeur te worden omgeven door een schermleiding (mantelbuis).

15) Pas in loogleidingen geen knel- of schroefverbindingen toe; loog komt er altijd door een kristalliseert aan de buitenkant (“zweten”).

5 Reactorontwerp

Er worden in nieuwe installaties drie hoofd typen reactor vormen toegepast, die onder specifieke voorwaarden goed functioneren:

- *de volledig cylindrische reactor met een vlakke (valse) bodem met doppen voor de waterverdeling (cylindrische reactor);*
- *de cylindrische reactor met conisch onderdeel met geheel onder een (relatief smal) deel met tangentiele invoer van water en kalkmelk (tangentiele invoer reactor);*
- *de conische reactor, die over de gehele hoogte toeneemt in doorsnede (diffusor reactor[5])*

16) Voor natronloog worden cylindrische reactoren met aparte water en loogdoppen, of gecombineerde doppen gebruikt. In plaats van natronloogdoppen kan ook een doseerster worden toegepast, met als voordeel de eenvoud van onderhoud. Recent zijn ook diffusor reactoren toegepast, met als voordeel een geringe bouwhoogte. Om kalkafzetting op de waterdoppen te voorkomen, dienen de doseernippels enkele decimeters boven de waterdoppen uit te komen. Bij diffusor reactoren is de doorsnede onderin zo gering, dat de doseerlansen door de zijwand naar binnen kunnen worden gestoken. Maak natronloog doseer lansen demontabel tijdens bedrijf. Het aantal doseerlansen per m^2 vergt nog verdere ontwikkeling.

17) Voor kalkmelk zijn goede ervaringen opgedaan met alle drie genoemde typen reactoren. Het doseren van kalkmelk kan het beste:
    - voor percentages van 1-4 % is een doseerster effectief met een relatief gering aantal sproeiers (momenteel 4 (St. Jansklooster) tot 24 (IJzeren Kuilen, grotere doorsnede) per reactor in gebruik. Ook tangentiele invoer werkt goed;
    - voor percentages > 4 % (praktijk 18 of 30%) wordt tangentiële invoer aanbevolen.

18) Tangentiele reactoren vergen voldoende hoogte, om de onthardings-reactie voldoende te laten aflopen. Houdt rekening met een reactor(mantel)hoogte van tenminste 12 meter, en met een fluïde bed hoogte van 8- 10 meter. Een verwijding onder de spoelgoot is gewenst om verlies van korrels en vooral entzand te voorkomen.

19) Bij tangentiële reactoren treedt geen stratificatie van het korrelbed op, waardoor de korrels een geringe uniformiteit hebben. Dit is nadelig voor het entzandverbruik en voor het kalkgehalte van de korrels (soms moeilijker afzet).

[5] Ook de naam spiractor wordt gebruikt. Dit type reactor is niet nieuw, maar wel vrij recent weer in Nederland "herontdekt".

20) Zorg voor toegankelijkheid van de bodem, door toepassen van mangaten juist onder en boven de bodem.

21) Mangatdeksels via scharnierconstructie aan de reactor bevestigen t.b.v. handeling bij gebruik c.q. openen en sluiten van het mangat.

22) Neem kijkglazen op in de reactorwand, ter hoogte van het scheidingsvlak korrelbed-water.

23) Aftappunt (grote) onthardingskorrels onderin de bodem van de reactor. Bij tangentiële reactor midden onderin de bodem. Bij cylindrische reactoren en diffusor: verdeeld over de bodem aantal (b.v. 4) aftappunten; e.e.a. afhankelijk van de diameter.
Richt het aftap en vul regime voor korrels en entzand op relatief geringe variaties in bedhoogte, om de stabiliteit van het proces goed te houden.

6 Entzandtoevoer en aftap, opslag en afvoer van korrels

Entzand en korrels worden getransporteerd met water. Het mengsel levert veel slijtage en een vaak hogere drukval in de leidingen dan verwacht. Stroombochten en slijtvaste materialen zijn noodzaak.

24) Kies snel openende en dichtende afsluiters die niet snel slijten door langsstromend zand en korrels. Voorkom tijdelijk hoge snelheden in openende en sluitende afsluiters. In Nederland zijn de beste ervaringen met kegelafsluiters (vergen wel regelmatig invetten) en slangafsluiters. Slangafsluiters worden gedicht met perslucht. Noodzaak is wel om een aparte persluchtketel aan te sluiten die op druk blijft bij een storing. Anders loopt de reactor leeg bij drukuitval!
Vlinderkleppen zijn in principe mogelijk, maar alleen acceptabel bij laagbelaste installaties. Pas geen membraanafsluiters toe.

25) Gebruik HDPE of RVS leidingmateriaal met stroom bochten. Bij hoogbelaste installaties heeft HDPE de voorkeur (lagere kosten en snel ter plaatse te repareren).

26) Voor het entzandtransport kan gebruik worden gemaakt van bedrijfswater via een venturie of via een entzand transportpomp. Voor hoogbelaste systemen (grote installaties) wordt bij voorkeur een met rubber beklede pomp gebruikt. Voor laagbelaste systemen kan ook een met rubber beklede venturie worden gebruikt.
Een venturie is in het algemeen goedkoper (minder investeringen en minder energiekosten), en indien de venturie en straalbuis met linatex worden bekleed, behoeft nagenoeg geen onderhoud te worden uitgevoerd.
Let op: Voor een venturie is echter wel een bedrijfswaterdruk van 7 a 8 bar nodig. Als deze druk alleen moet worden ingesteld vanwege de venturi, kunnen de de energiekosten zo hoog zijn dat installatie van een pomp goedkoper is.

27) Een venturi in entzandtoevoer wordt bij voorkeur bekleed met een linatex bekleding. Eventuele bestaande nozle en straalpijp dienen eerst af c.q. uitgedraaid te worden met de dikte van het linatex.
Alternatieve materialen, zoals RVS TI en HDPE blijken (te) slijtagegevoelig.

28) Spoel het entzand voor gebruik, met een watersnelheid die iets hoger is dan de maximale watersnelheid in de reactor. Hiermee wordt uitspoelen van 'fines' uit de reactor naar het filter voorkomen. Dergelijke 'fines' worden namelijk bij het spoelen niet uit het filter verwijderd, door de lagere watersnelheid, waardoor ophoping in het filter mogelijk is.

29) Voor het afmeten van de te doseren hoeveelheid entzand kan gebruik worden gemaakt van een weegbrug, van een afsluiter met calibreerplaatje en van een trilzeef.

30) Eventuele desinfectie van entzand kan met natronloog, circa 15 minuten bij pH van circa 11. Toevoer natronloog via aparte leiding (van bovenaf) naar het spoelvat; uiteraard niet via de entzandtransportleiding.

31) Ontluchting entzandbunker naar buiten voeren.

32) Gebruik korrelbunkers voor opslag van uit de reactor verwijderde korrels. Gebruik geen containers. Bij containers is de capaciteit (te) gering en nemen de transportkosten sterk toe.
Plaats de korrelbunkers bij voorkeur zo hoog, dat een vrachtauto eronder kan laden. Snelst is het lossen boven een bulkwagen onder de korreluitvoer. Transport met een wormschroef kost veel stilstand tijd van de bulkwagen! Overleg tijdig met de Reststoffen Unie over de voorwaarden voor de voor uw situatie meest geschikte opslag.

7 Nafiltratie

Filtratie is noodzaak om fijn kalkslib uit het water te verwijderen. Een goede dimensionering en ontwerp voorkomen kosten. Omdat dit proces "eenvoudig en bekend" is, betaat het risico op onderschatting.

33) Bepaal als het enigszins kan de beste korrelfractie(s) met een proef.

34) Om na-ontharding op nafilters te voorkomen, dient een eventuele zuurdosering voor de nafilters gesitueerd te worden.

35) Houdt in ontwerp rekening met dosering van zuur (CO_2) en/of vlokmiddel (ijzerchloride) in het effluent van onthardingsreactoren. Veelal hoeft deze niet gebruikt te worden, maar achteraf tussenvoegen van een mengvoorziening is veelal moeilijk indien hier (leiding technisch en met het hoogte schema) geen rekening mee is gehouden. Zeker voor het snel mengen van ijzer chloride is een grote energie-inbreng noodzaak. (b.v. overstort; watervalmenger), die bovendien goed bereikbaar dient te zijn.

36) Een zuurdosering voor de filtratie is in het algemeen niet nodig als de pH van het water lager is dan 8,3. Is zuurdosering gewenst / nodig, dan kan eerst worden gekeken naar deelstroomontharding. Hierbij wordt CO_2 uit het ruwe water gebruikt voor pH verlaging.
Wordt een zuurdosering geplaatst, gebruik dan bij voorkeur CO_2.
Voordeel is dat het effect van over- of onderdosering op de pH klein is.
Nadelen zijn wel dat de installatie vrij omvangrijk is (voorraadvat buiten, oplosvaten met randapparatuur binnen, CO_2 detectie in de lucht nodig).
Als op de locatie voor andere toepassingen zwavelzuur of zoutzuur worden gebruikt, dan kan dit ook worden gebruikt voor de pH correctie.

37) Houdt in het ontwerp rekening met afvoer van 1e filtraat, tenzij er nog een extra filterstap nageschakeld is.

38) Als (dubbellaags)filters met bedexpansie worden nagespoeld, en de watersnelheid langzaam wordt afgebouwd, is afvoer van eerste filtraat niet nodig.
Opmerking: als de afstand van het bed tot de spoelgoot ("vrijboord") groot is, vergt volledig schoon worden van het bovenwater veel tijd en water. Overweeg het bovenstaande troebele water af te laten door een afvoer leiding dicht boven het bed, *pas na* het stoppen van de waterspoeling!

39) De praktijk laat grote verschillen in filtratiesnelheden zien. Veel filteroppervlak, of een critische bedrijfsvoering, zijn te voorkomen met een experiment voor de ontwerpfase.
Bij natronloogontharding dient de nafiltratie vooral voor verwijdering van micro-kristallen calciumcarbonaat (zeer fijn materiaal, denk aan <

0,05 micro meter). Veilige richtlijn hiervoor is dat de filtratiesnelheid beperkt wordt gehouden tot maximaal circa 5 m/h. Er worden in de praktijk hogere snelheden gebruikt (tot 12 m/h), maar op sommige van deze locaties heeft doorslag van de filters geleid tot kalkafzettings problemen (wit water na koken en/of verhoogd onderhoud aan warmwatertoestellen). Die zijn te verhelpen door doseren van ijzer chloride. Daardoor wordt de looptijd echter korter, en dan is een maximale snelheid van 5 m/h goed werkbaar.

Bij kalkmelkontharding is de zwevende stofbelasting hoger en is het materiaal grover; in de praktijk wordt de filtratiesnelheid maximaal circa 6 m/h gekozen.

40) Voor de beste korrel fracties zijn niet envoudig vuistregels te geven. Stel de fracties bij voorkeur proefondervindelijk vast. Dat kan zeer lonend zijn[6]

[6] Op een locatie werd een looptijd van 48 uur verwacht, op basis van voorzichtig geinterpreteerde ervaringen elders. In de praktijk bleek 500 uur haalbaar. Een kostbare spoelwater hergebruik installatie was daardoor niet nodig.

8 Procesregeling

Met de huidige mogelijkheden voor automatisering is "alles mogelijk". Bedenk dat het beheersen van de installatie lastiger is bij meer en ingewikkelder automatisering. En, vroeg of laat komt er storing. Wilt u weinig zorgen: Bouw een eenvoudige en robuuste installatie.

41) Het meest eenvoudig en minst storingsgevoelig werkt de installatie als de volumestroom en onthardingsdiepte zo constant mogelijk worden gehouden (nagenoeg constant over de dag bijvoorbeeld). Uit dit oogpunt is voldoende keldercapaciteit (productie reservoir!), gekoppeld met een voorspellende regeling van de watervraag, ideaal[7].

42) Gebruik zo mogelijk voor de dosering van de base een meester /slaaf regeling. Meester is de gemeten volumestroom. Slaaf is EGV of pH.

43) Gebruik indien mogelijk de EGV voor de sturing van de dosering, en de pH alleen voor beveiliging. Alleen als de EGV in het regelgebied een minimum doorloopt, is regeling op basis van EGV niet mogelijk en is sturing op pH nodig. Dit is het geval bij zeer diep ontharden[8].
De instelling van de EGV-sturing kan desgewenst nog worden bijgesteld via een meester-slaaf regeling aan de hand van een totale hardheidsmeting. Dit is alleen nodig bij sterk wisselende hardheid van het ruwe water. Een dergelijke totale hardheidsmeting wordt uitgevoerd op het filtraat; door de aanwezige carry-over kan de meting niet in het effluent van de ontharding worden uitgevoerd.

44) Indien wordt gewerkt met vaste instellingen, houdt er bij het doseren dan rekening mee dat verschillende batches kalkmelk kunnen verschillen in concentratie.

45) Start afvoer van pellets na bereiken van een vastgestelde drukval. Dat kan ook bij een variërende volumestroom water, omdat de drukval bij een zwevend bed weinig varieert bij snelheidsverandering.

---

[7] Het is opvallend dat dit ideaal zelden wordt bereikt, terwijl bouwen van dagaccumulatie zeer waarschijnlijk goedkoper is dan een installatie die pieken op moet vangen. Oorzaken? : men wil de kelder vol hebben en houden; als de kelder een keer leeg is, wil men voldoende productie capaciteit hebben; berging in het net wordt graag meegerekend als productie berging. Dat is meestal niet juist!
[8] Bij diep ontharden ontstaat bij hogere dosering de situatie dat de ontharding niet verder kan en dus het EGV niet verder afneemt. Het gedoseerde chemicalie verhoogt dan het EGV. Bij overdosering neemt de pH wel verder toe.

9 Hygiëne

46) De korrelreactoren worden afgedekt met beplating om het risico van contaminatie te minimaliseren.