

SWI 93.155

**workshop spoelen van
grondwaterfilters
samenvattingen en sheets
workshop 13 oktober 1993**

Opdrachtgever : VEWIN
Opdrachtnummer : 871.008.700
Auteur : G.K. Reijnen
Afdeling : Behandeling en Distributie

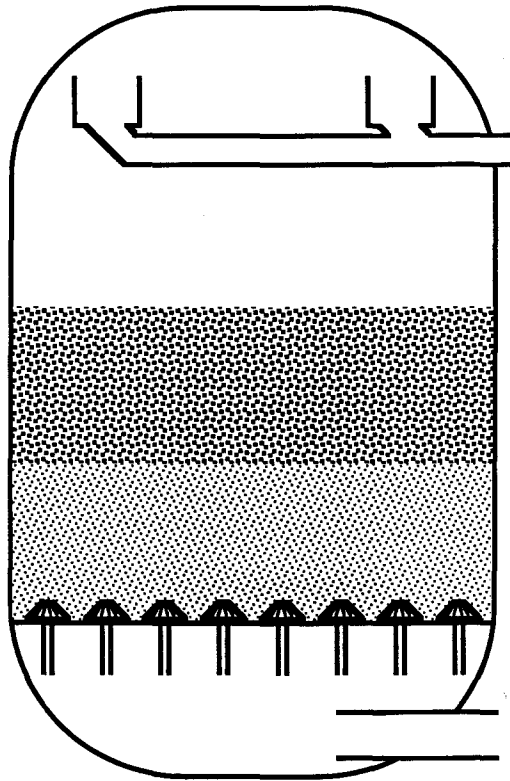
Onderzoek en Advies
Nieuwegein, november 1993

© 1993 KIWA N.V.

Niets uit dit drukwerk mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KIWA N.V., noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

SWI 93.155

workshop spoelen van grondwaterfilters



INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD

- 1 **INLEIDING**
- 2 **SPOELEN VAN SNELFILTERS: PRAKTIJK, ERVARINGEN, PROBLEMEN**
- 3 **METINGEN AAN SNELFILTERS**
- 4 **INVLOED FILTERSPOELEN OP FILTERWERKING**
- 5 **CONSEQUENTIES HOGERE SPOELWATERSNELHEID VOOR ONTWERP EN BEDRIJFSVOERING SNELFILTERS**
- 6 **ERVARINGEN MET HET SPOELEN VAN DUBBELLAAGSFILTERS**
- 7 **SAMENVATTING EN EVALUATIE**

BIJLAGE 1

Poster dimensionering van spoeldoppen

BIJLAGE 2

Lijst van deelnemers

VOORWOORD

De workshop spoelen van grondwaterfilters werd georganiseerd door de Kontaktgroep Ontijzering van KIWA. Dagvoorzitter was ir. J.P.P.M. Ernes van het N.V. Nutsbedrijf Regio Eindhoven. De Kontaktgroep had in oktober 1993 de volgende samenstelling:

waarnemend voorzitter en secretaris:
ir. G.K. Reijnen (KIWA)

leden:

ing. C.A. van Bennekom (WLO)
ing. J. Roelands (WZHZ)
ing. J.A.M. van Paassen (WMO)
W.B.P. van den Broek (DELTAN)
ing. H.D. Adamse (WMN)
ir. J.P.P.M. Ernes (NRE)
J. Reilman (WLN)
ir. L.L.M. Keltjens (WLZ)
ing. J.H. Hootsen (WZHZ)
ir. W.G.J. van der Meer (WLF)
ir. J.W.N.M. Kappelhof (KIWA)

De Kontaktgroep Ontijzering werd in 1977 opgericht en ressorteerde onder de Commissie Grondwaterzuivering van KIWA. *Doel van de Kontaktgroep Ontijzering is het uitwisselen van kennis en ervaring op het gebied van de filtratie van grondwater.* Hoewel het onderwerp "filtratie" geen deel uitmaakt van het VEWIN onderzoekprogramma 1993-1997, wordt de Kontaktgroep Ontijzering onder KIWA vlag voortgezet op verzoek van de betrokken waterleidingbedrijven. Na een schriftelijk verzoek van deze bedrijven, een mondeling verzoek van de Raad van Bijstand en overleg met VEWIN werd besloten dat KIWA het secretariaat blijft voeren. De kosten hiervan komen ten laste van het project Kennisuitwisseling Behandeling.

1 INLEIDING

Op 13 oktober 1993 organiseerde de Kontaktgroep Ontijzering van KIWA een Workshop over het "Spoelen van Grondwaterfilters". Het programma bevatte de volgende lezingen:

INTRODUCTIE

ir. J.P.P.M. Ernes (NRE)

SPOELEN VAN SNELFILTERS: PRAKTIJK, ERVARINGEN EN PROBLEMEN

ir. G.K. Reijnen (KIWA)

METINGEN AAN SNELFILTERS

ing. W.B.P. van den Broek (DELTAN)

INVLOED FILTERSPOELEN OP FILTERWERKING

ing. H.D. Adamse (WMN)

CONSEQUENTIES HOGERE SPOELWATERSNELHEID VOOR ONTWERP EN BEDRIJFSVOERING SNELFILTERS

ing. A. Kostense (WMG)

ERVARINGEN MET HET SPOELEN VAN DUBBELLAAGSFILTERS

ing. C.A. van Bennekom (WLO)

SAMENVATTING EN EVALUATIE

ir. J.P.P.M. Ernes (NRE)

In dit rapport zijn de samenvattingen, de gepresenteerde overheadsheets, een poster over spoeldoppen en de deelnemerslijst opgenomen.

2

**SPOELEN VAN SNELFILTERS: PRAKTIJK, ER-
VARINGEN EN PROBLEMEN**

ir. G.K. Reijnen (KIWA)

SPOELEN VAN SNELFILTERS, PRAKTIJK, ERVARINGEN EN PROBLEMEN
door: G.K. Reijnen

Samenvatting

Grondwaterfilters zijn niet alleen filters, maar ook fysisch-chemisch-biologische vast bed reactoren. Het spoelen levert mede daardoor dilemma's op. De verschillende functies mogen niet verstoord worden, maar voor langdurig functioneren is intensief spoelen nodig.

De Commissie Filterconstructies heeft in de jaren 1956-1963 acht mededelingen gepubliceerd over technische aspecten van filtratie. De negende en tevens laatste mededeling, "Richtlijnen ten dienste van het ontwerpen en de behandeling van snel-filters" was de kroon op het commissiewerk. De inhoud bestaat uit:

- systematisch geordende ervaring uit binnen- en buitenland;
- richtlijnen.

Omdat men de richtlijnen algemeen geldig wilde maken, zijn ze vaag.

Het toetsen van de richtlijnen uit COFICO-mededeling 9 aan de huidige praktijk is, met beperkte gegevens, uitgevoerd. In feite is er sinds 1965 niet veel veranderd.

Het devies blijft: voer onderzoek uit op locatie onder goede proef-omstandigheden. Gebruik de richtlijnen om de te onderzoeken range in spoelsnelheden te bepalen.

Met enkele voorbeelden van problemen wordt één en ander geïllustreerd.

Aanbevolen wordt aandacht te besteden aan:

- optimale afstemming lucht- en watersnelheid op grindfractie;
- de effecten en de wenselijkheid van waterspoelen met expansie;
- het ontwerp van verdeelsystemen voor water en lucht;
- de aanloopeffecten na het starten van:
 - . de luchttoevoer en
 - . de watertoevoer na de luchtspoeling.

HOOFDLIJN VERHAAL

wat maakt filtratie van grondwater anders?

onderzoek door de Commissie Filterconstructies (cofico)

praktijk spoelprocessen

praktijk-illustraties

introductie sprekers

FILTRATIE VAN VLOKKEN

bak met filtermateriaal

water er doorheen

vlokken door filter afgevangen

vlokken er weer uit spoelen

FILTRATIE VAN GRONDWATER

wat is anders?

FUNCTIES:

- hecht-oppervlak *katalysator* ←
 - $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en Mn_3O_4

- hecht-oppervlak *bacteriën* ←
 - CH_4 en NH_4

- berging gevormd slib
 - ijzer, mangaan, biomassa

- filtratie carry-over na ontharding

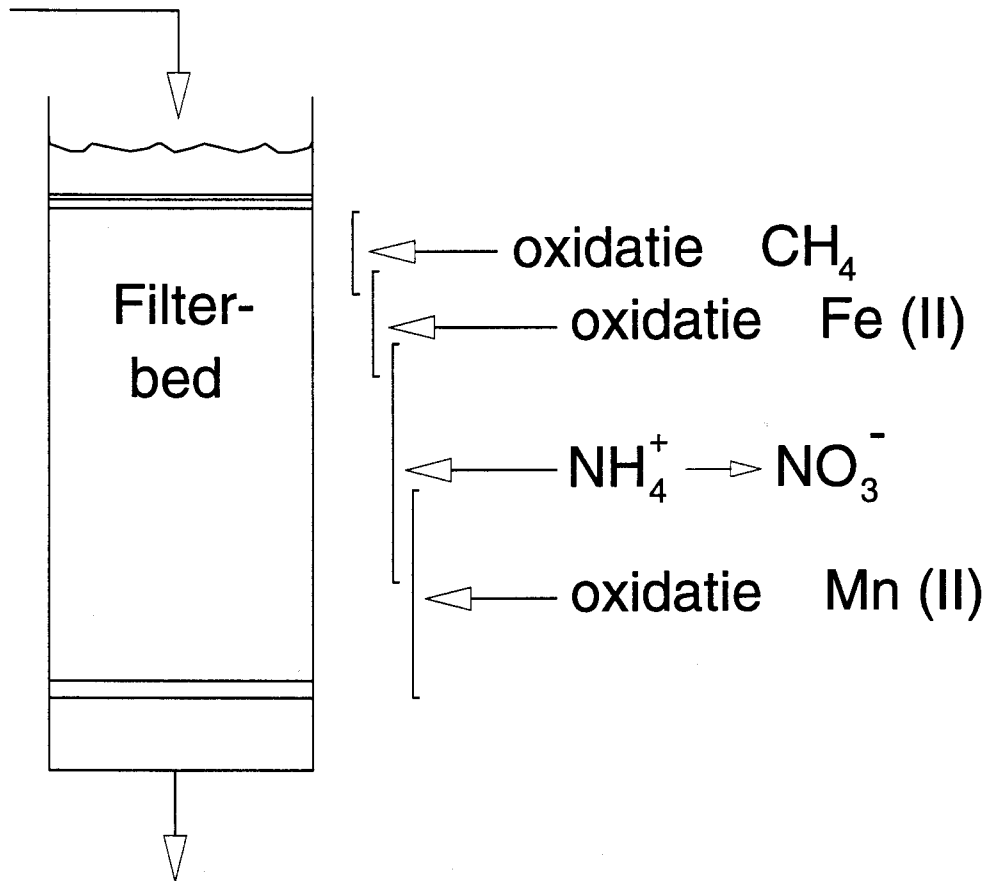
FILTRATIE VAN GRONDWATER
anders is:

filter

+

**FYSISCH-CHEMISCH-BIOLOGISCHE
VAST BED REACTOR**

Volgorde oxidatie



71064 R 07 40

DUS: GELAAGDHEID PROCESSEN

cofico

SPOELEN GRONDWATERFILTERS
wat willen we?

VAST -GELAAGD- BED



NIET INTENSIEF SPOELEN

WEL INTENSIEF SPOELEN



MENG-BED

***dilemma tekent de praktijk van het
filterspoelen***

MEDEDELINGEN VAN DE COMMISSIE FILTER- CONSTRUCTIES (COFICO)

8 kleine mededelingen over technische aspecten filtratietechniek (1956-1963):

- 1. negatieve drukken;**
- 2. filtersteekapparaat;**
- 3. weerstandmetingen filterspoelkoppen;**
- 4. expansie bij gecombineerde lucht-waterspoeling;**
- 5. bepaling water en luchtsnelheden tijdens spoelen;**
- 6. verschijnselen na in werking stellen luchtspoeling;**
- 7. ontmenging filterzand door spoelen**
- 8. maken korrelgrootte analyses.**

COFICO-mededeling 9 (1965):

"Richtlijnen ten dienste van het ontwerpen en de behandeling van snelfilters"

- systematisch geordende opgedane ervaring binnen en buitenland;**
- richtlijnen.**

COFICO-mededeling 9

DOEL

*richtlijnen voor construeren en
exploiteren snelfilters*

BASIS

**systematisch geordende ervaring
uit binnen- en buitenland**

VOORWOORD

- uitspraken *compromis*, en
- *vager* naarmate meer algemene geldigheid werd nagestreefd

HEEFT COFICO 9 EFFECT GEHAD?

PRAKTIJK SPOELPROCESSEN

herkomst gegevens

bedrijven	pomp- stations	verschillende filtersets (voor- nafilts)
11	24	37

herkomst gegevens:

- **eigen onderzoek- en opdrachten archief;**
- **gegevens leden Kontaktgroep Ontijzering.**

spoelen

PRAKTIJK SPOELPROCESSEN

drie fasen

Fase 1

- voorspoelen met:
 - . water (30 filters)
 - . lucht (6 filters)
 - . niet (1 filter)

Fase 2

- gemengde lucht-waterspoeling
 - . alle enkellaagsfilters

Fase 3

- naspoelen met water

spoelen

PRAKTIJK SPOELPROCESSEN

voorspoelen

fractie	alleen water (m/h)	alleen lucht (m/h)
fijner *)	13-50	53-60
grover **)	15-60	74-86

*) fijner:

- 0,8-1,2 mm
- 1,0-2,0 mm

**) grover:

- 1,5-2,5 mm
- 2,0-3,0 mm

duur eerste fase:

- water 0,5- 6 min
- lucht 4 -10 min

cofico:

- *praktijk 2-8 min*

spoelen

PRAKTIJK SPOELPROCESSEN

gemengde spoeling

fractie	water (m/h)	lucht (m/h)
fijner	2-24	30-80
grover	10-25	40-100

cofico lucht gewoonlijk 30-60 à 100 m/h

duur tweede fase:

- lucht en water 2-20 min

cofico:

- meeste gevallen 5-10 min

spoelen

PRAKTIJK SPOELPROCESSEN

naspoelen

fractie	water (m/h)	trend (m/h)
fijner	8-25	40-60
grover	8-30	60->60?

cofico: 10-50 m/h

duur derde fase:
- water 2-25 min

cofico:
- meestal 2-6 min

spoelen

PRAKTIJK SPOELPROCESSEN 1965-1993
wat leert het overzicht?

cofico:

"grote variaties in spoelprocessen"

praktijk:

is nog zo

spoelen

PRAKTIJK SPOELPROCESSEN 1965-1993

wat leert het overzicht?

cofico:

- ***"(enige) expansie bij waterspoelen (in principe) gewenst"***
- ***"na gemengde lucht-waterspoeling kan volstaan worden met (iets) lagere spoelwatersnelheid"***

praktijk:

overal gemengde spoeling

**spoelsnelheid meestal veel te laag
voor expansie**

HOGERE WATERSNELHEID NASPOELEN *moet dat nu wel of niet?*

cofico:

"Het is niet gezegd dat hogere spoelsnelheden steeds het verwachte resultaat opleveren. Het kan de filtratie ook in negatieve zin beïnvloeden.

DUS ONDERZOEKEN!

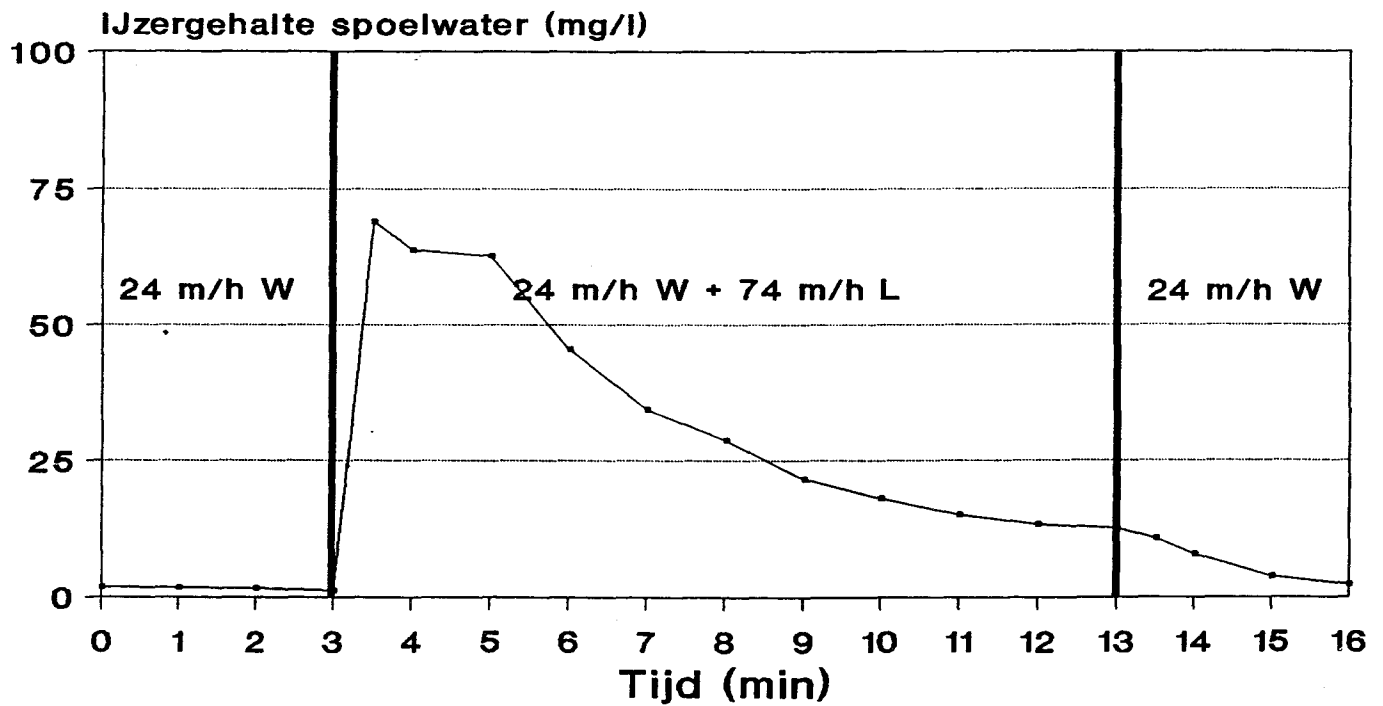
spoelen

PRAKTIJK-ILLUSTRATIES

waar hebben we het over?

UITSPOELEN IJZER BIJ "LAGE" SPOELWATERSNELHEID *experimenten WLZK*

PS Bentveld Spoelexperiment filter 2



WKB/Technologie/08-04-93

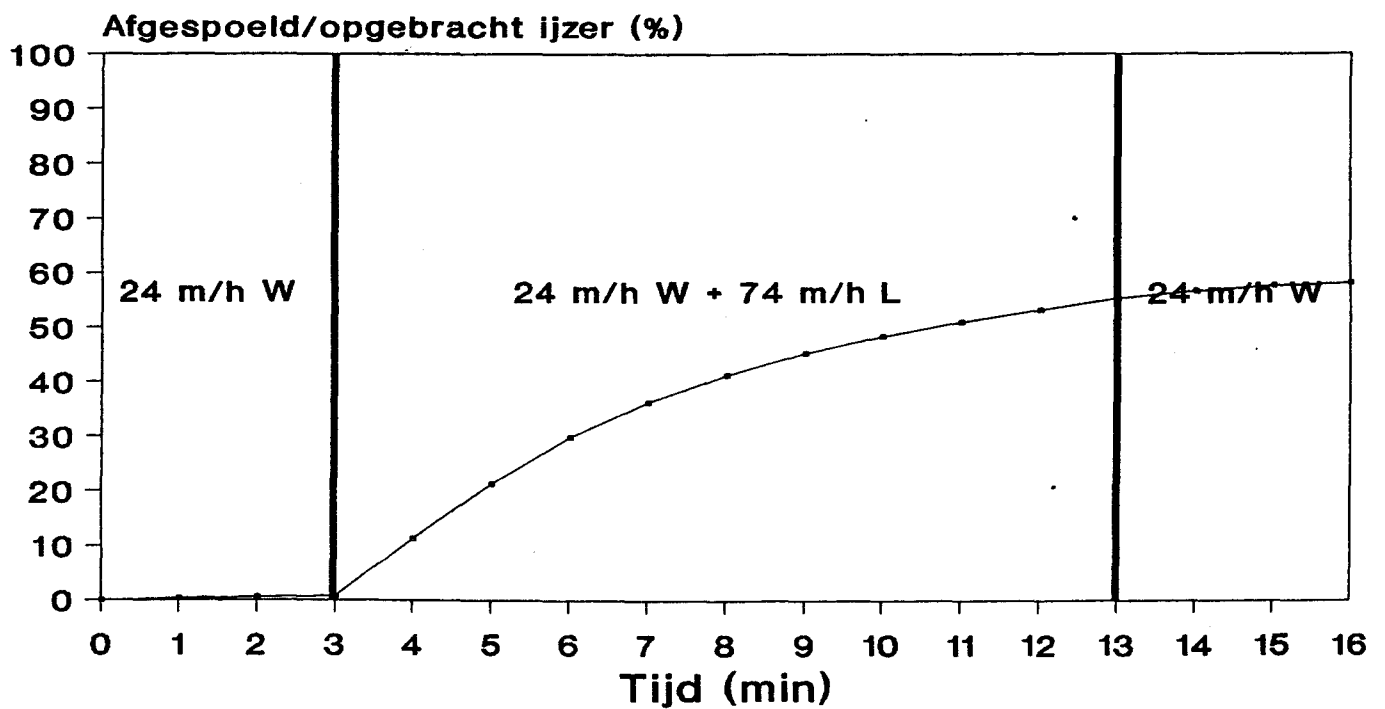
ijzer

NIET ALLE IJZER WORDT UITGESPOELD

experimenten WLZK

PS Bentveld

Spoelexperiment filter 2



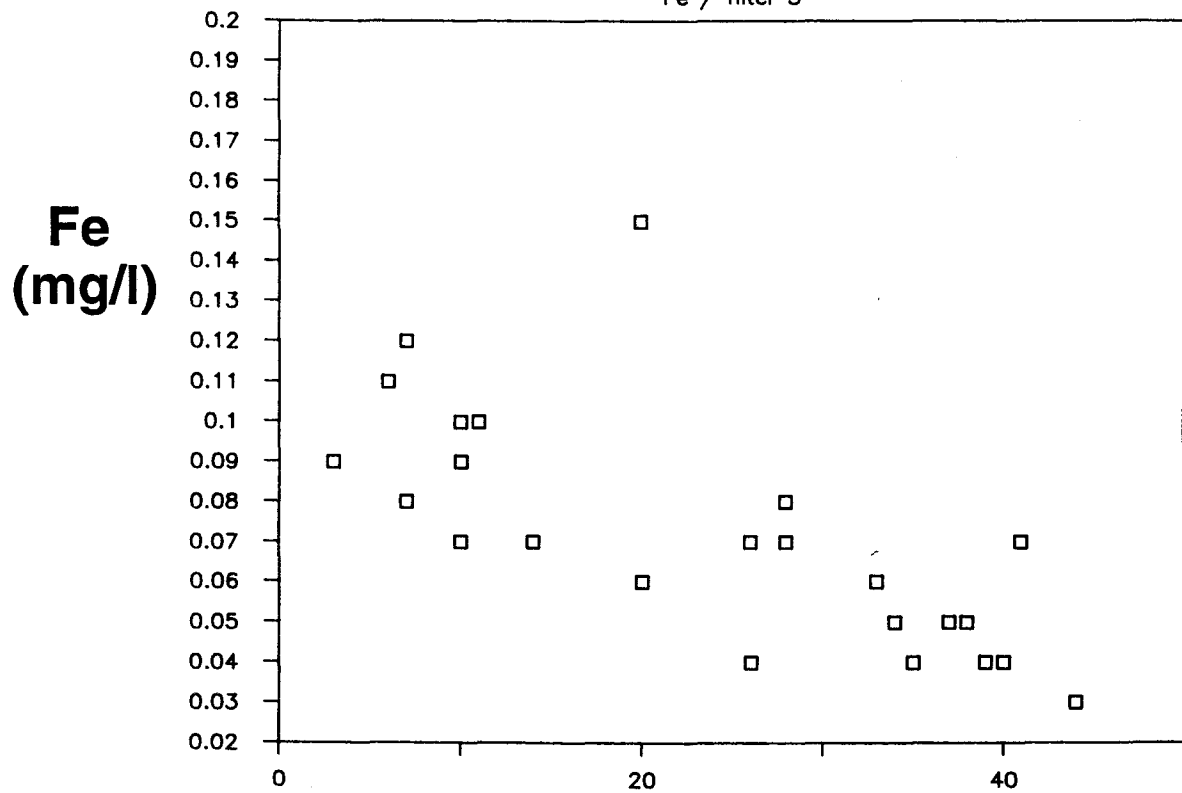
WKB/Technologie/08-04-93

ijzer

NIET STABIELE ONTIJZERING

P.S.KOLFF - ZUIVERING 1972-1973

Fe / filter 3



looptijd filter (uren)

NIET STABIELE ONTIJZERING *oorzaak ?*

experimenten WMG 1976 PS Kolff

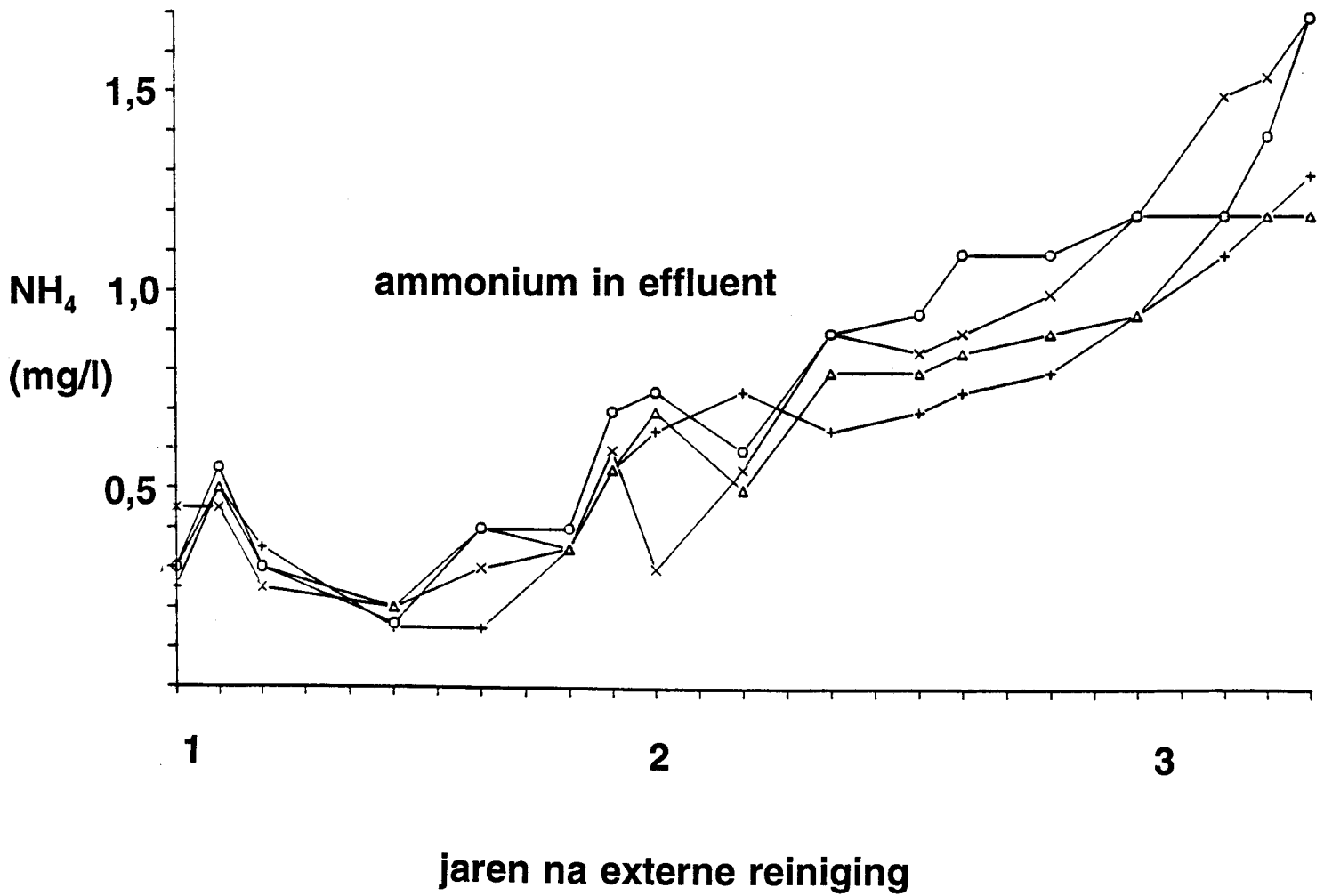
- 16 slangen aan spoeldoppen
- Fe 0,04-0,25 mg/l
- NH₄ <0,02-0,4 mg/l

VOORKEURSTROMEN

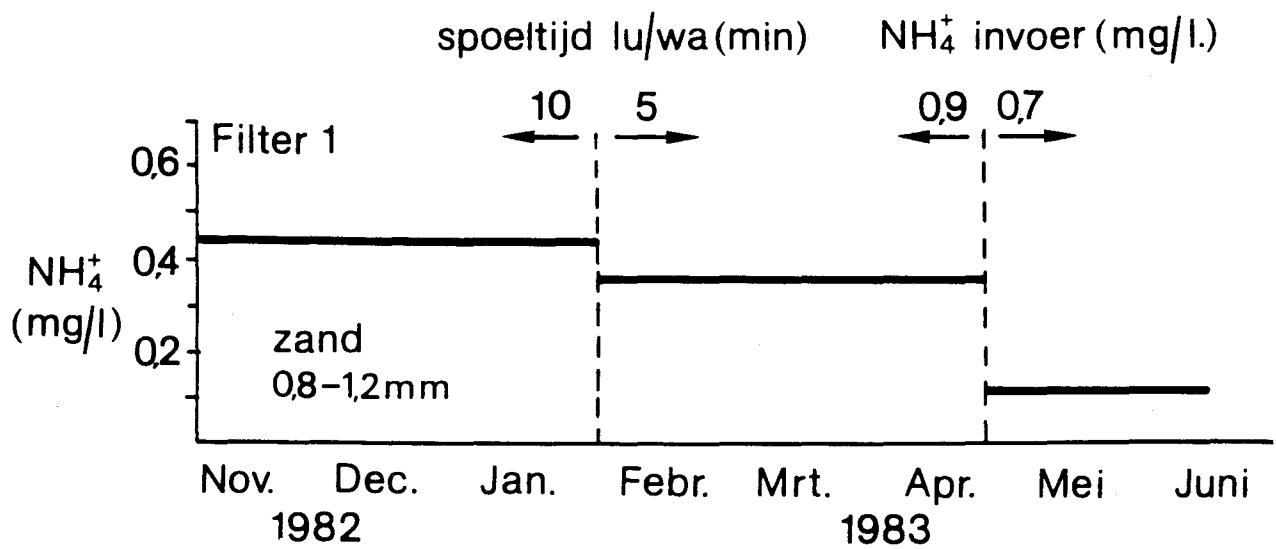
voorkeur

AFNEMENDE AMMONIUMVERWIJDERING DOOR DROGE VOORFILTERS

periode na extern reinigen: circa 3 jaren



EFFECT GEMENGDE SPOELING OP NITRIFICATIE



CONCLUSIE
EEN WORKSHOP ORGANISEREN!

- spoelen kan beter, onderzoek is noodzaak

over de metingen vertelt
WILBERT VAN DEN BROEK

- effectief spoelen is nodig

over de invloed op de filterwerking vertelt
ERIK ADAMSE

- effectief spoelen vergt aanpassingen

over ontwerp en bedrijfsvoering vertelt
ADRI KOSTENSE

- intensief spoelen en toch een gelaagd filter kan met dubbellaagsfiltratie

over het spoelen daarvan vertelt
KEES VAN BENNEKOM

SAMENVATTING:

=====

Aan snelfilters is heel wat te meten. Meten is echter geen doel op zich, er liggen vragen aan ten grondslag. Vaak zijn er problemen met de kwaliteit of kwantiteit van het filtraat voordat we gaan zoeken naar mogelijke oorzaken. De eerste vraag die opkomt als je het hebt over het spoelen van een filter is: "Is het filter voldoende schoon gespoeld?" De vraag is: is het filter voldoende schoon, want het is geen wedstrijd om het filter zo schoon mogelijk te spoelen. Een ander aspect is de aangroei en mogelijk slijtage van filtermateriaal. Aangroei van filtermateriaal is haast niet te voorkomen. De snelheid van aangroei is bepalend of het een probleem is of niet. Slijtage zal voornamelijk optreden bij anthraciet.

Spoelsystemen kunnen vervuilen. Denk maar aan met mangaan dichtgegroeide spoeldoppen. Dit kan ook een oorzaak zijn van een ongelijke spoelwater- of lucht verdeling.

Spoelsnelheden moeten voldoende zijn om het filter goed te kunnen schoonspoelen (voldoende expansie tijdens waterspoeling). Ze mogen niet te hoog zijn vanwege mogelijke uitspoeling van filtermateriaal. Verder kunnen ze in de loop der jaren zijn veranderd zonder dat iemand iets merkt.

Vragen die hierbij optreden kunnen met behulp van metingen en visuele controles worden beantwoord. Ook kan er een preventief onderzoeksprogramma worden ingesteld. Van belang is altijd dat de nul-situatie goed vast ligt als referentie.

WAT WILLEN WE WETEN?

VIER MOGELIJKE VRAGEN:

1 FILTER VOLDOENDE SCHOON?

2 FILTERMATERIAAL

- AANGROEI?
- SLIJTAGE?

3 SPOELSYSTEEM

- VERVUILING?
- VERDELING?

4 SPOELSNELHEDEN

- VOLDOENDE EXPANSIE?
- UITSPOELING FILTERMATERIAAL?
- VERANDERD?

1 FILTER VOLDOENDE SCHOON?

WAAROM VAN BELANG?

- FILTRAATKWALITEIT
- FILTRAATKWANTITEIT

VUILTOEVOER = VUILAFVOER + OPHOPING

OPHOPING = AANGROEI + ACHTERBLIJVEND
UITSPOELBAAR SLIB

HOE VAST TE STELLEN?

A: DIREKT

- VISUEEL: - KLEUR SPOELWATER AAN EIND SPOELING
- KLEUR FILTERMATERIAAL (OPPERVLAK EN DIEPTE)
- V.B. SPOELWATERAFVOER AAN 1 KANT

- MONSTERS FILTERMATERIAAL:
 - OVER DE HOOGTE VAN HET FILTERBED
 - OVER LENGTE EN BREEDTE VAN HET FILTER
- ANALYSE: ACHTERBLIJVEND SLIB

HOE BEMONSTEREN?:

- FILTERSTEEKAPPARAAT OF GRONDBOOR
- 'WMN-APPARAAT'
- MONSTERPUNTEN OVER HOOGTE

- MONSTERS OVERSTORTEND SPOELWATER
 - KONTINUE TROEBELHEIDSMETING
 - EVT. BEPALING SPOELRENDEMENT

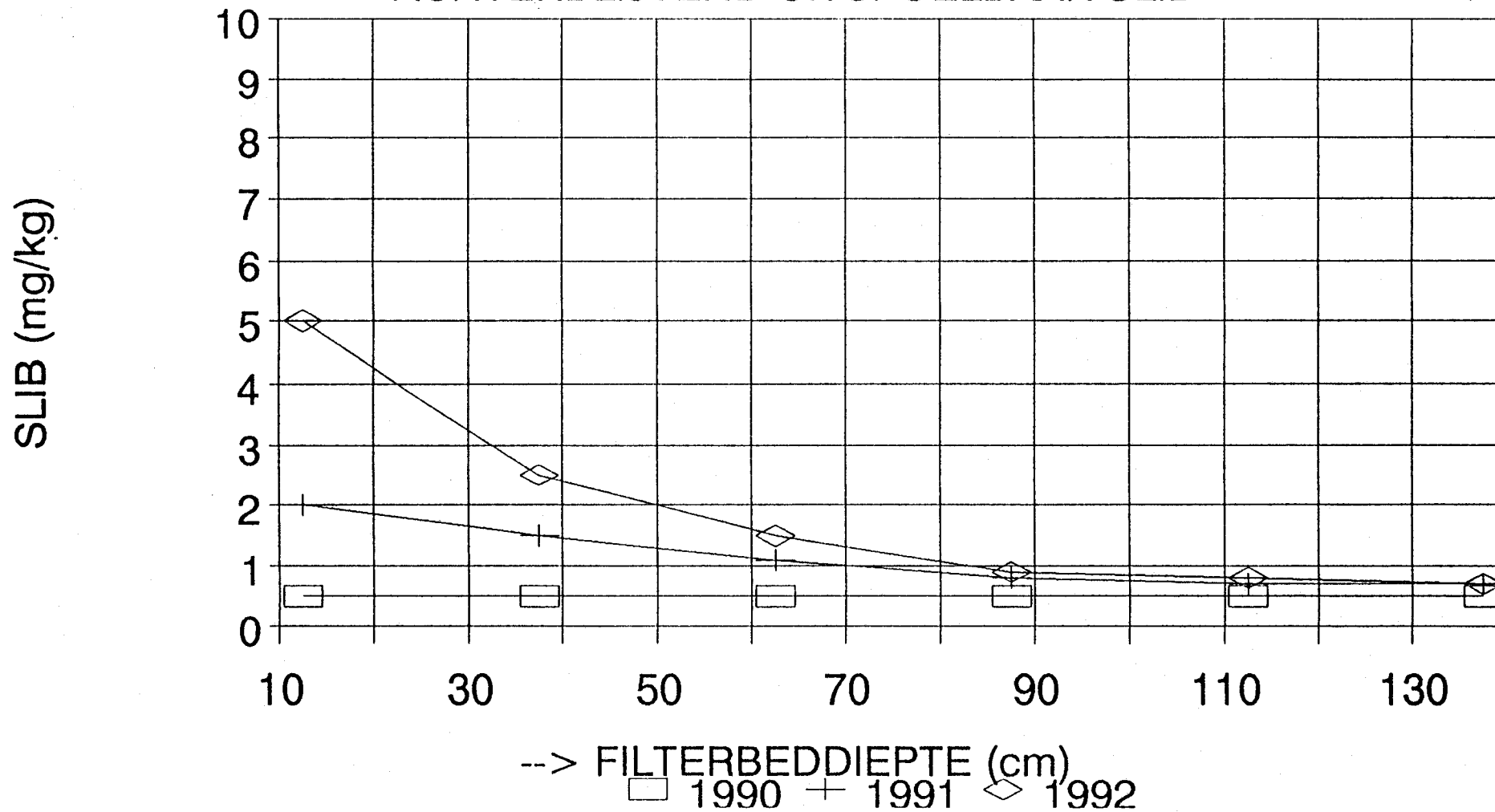
BOVENAANZICHT FILTER

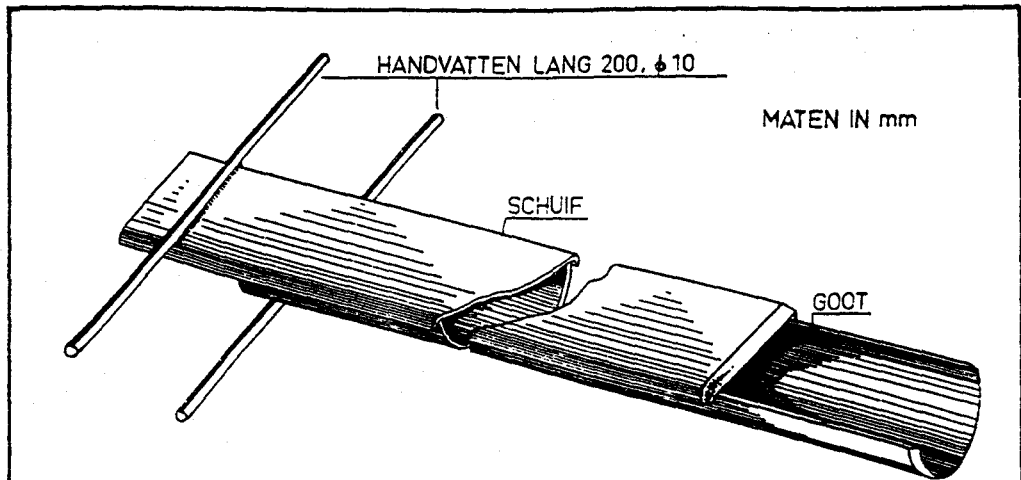
ACHTERBLIJVEND VUIL

SCHOON FILTERBED

SPOELWATERGOOT

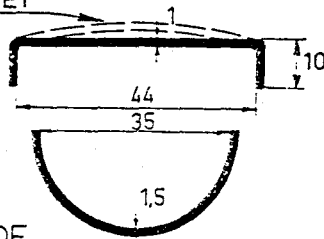
ACHTERBLIJVEND UITSPOELBAAR SLIB



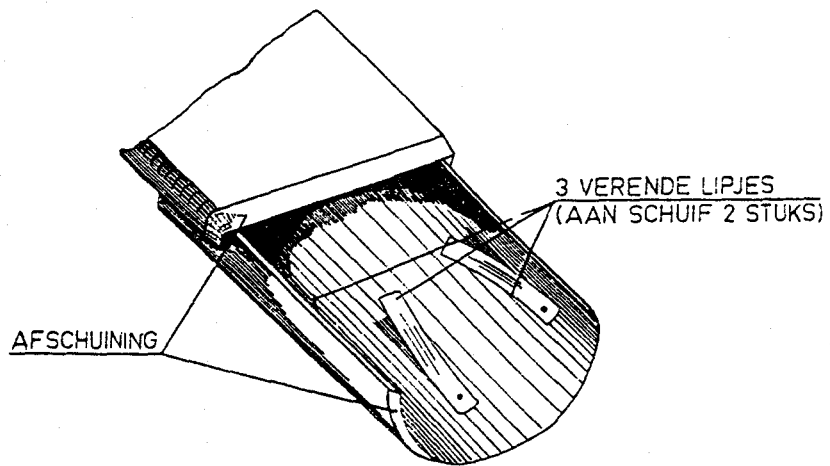


AFB. 8a STEEKTOESTEL ZONDER LIPJES

BIJ GROTE LENGTE
3mm DOORGEZET



AFB. 8b DWARSDOORSNEDE
(LENGTE AFHANKELIJK VAN DE DIKTE VAN HET BED)



AFB. 8c UITVOERING MET LIPJES

B: INDIRECT

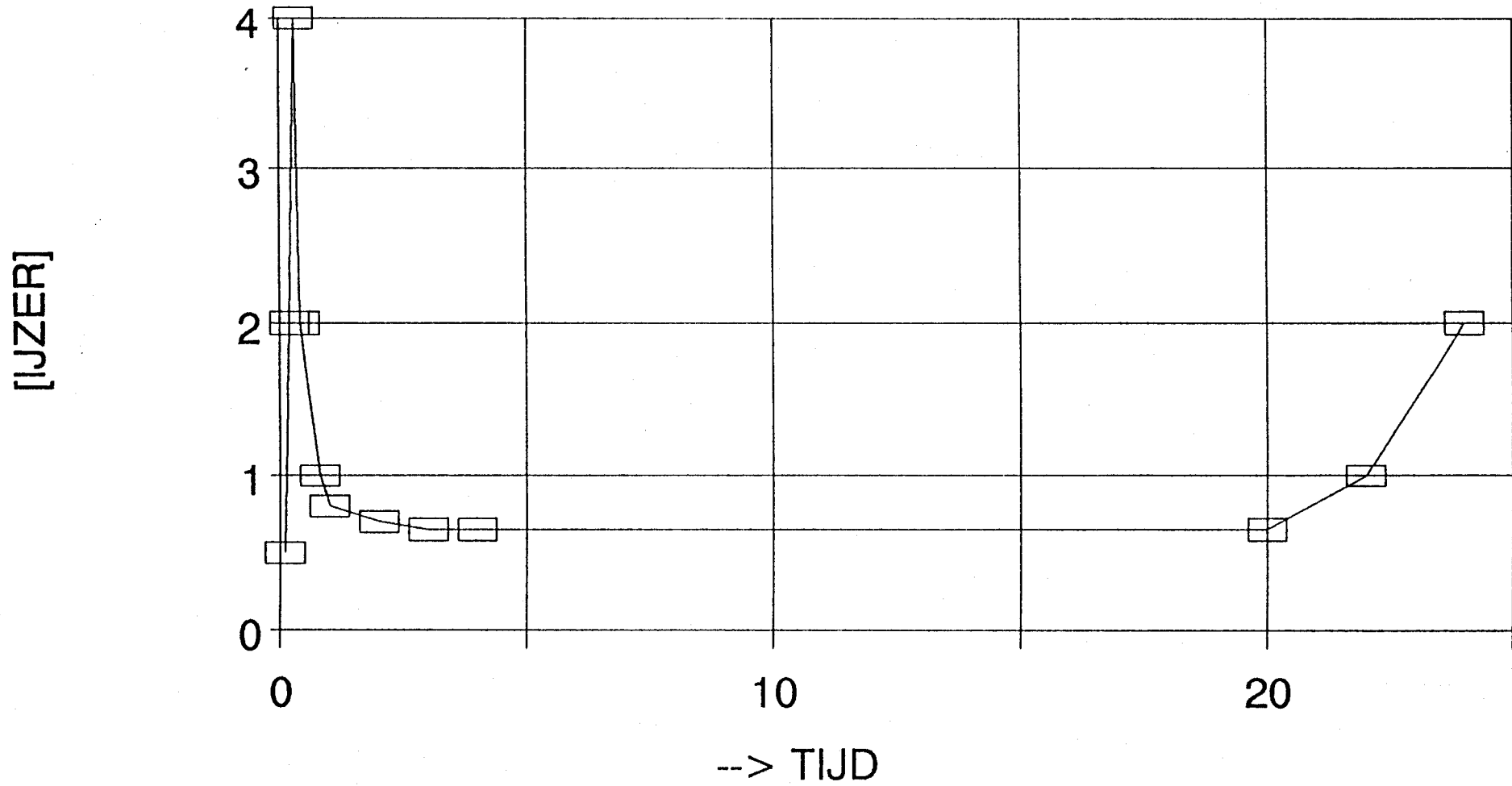
- AAN DE HAND VAN:

- SCHOONBEDWEERSTAND
- SPOELWATERVERBRUIK
- EINDDRUKVAL (VASTE LOOPTIJD)
- FILTRAATKWALITEIT

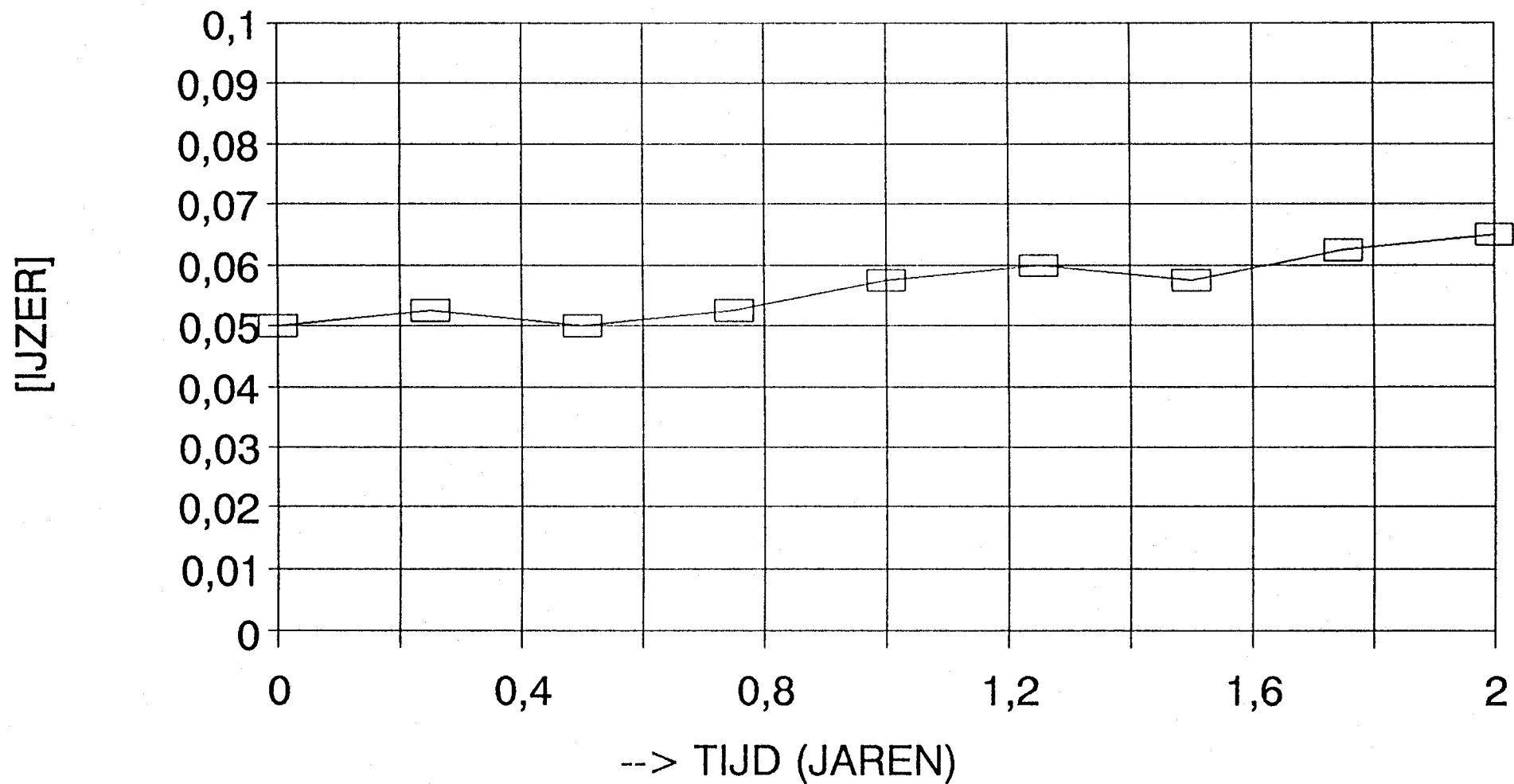
- LET HIERBIJ OP:

- WATERKWALITEIT INFLUENT
- FILTRATIESNELHEID

FILTRAATKWALITEIT NA SPOELEN



FILTRAATKWALITEIT: lange termijn



2 FILTERMATERIAAL:

AANGROEI: - TOENAME KORRELDIAMETER
 - TOENAME BEDHOOGTE

SLIJTAGE: - FIJNERE TOPLAAG:
(ANTHRACIET) --> KOEKFILTRATIE

OPTIMALISATIE SPOELLUCHT-INTENSITEIT

HOE VAST TE STELLEN?

- MONSTERS FILTERGRIND OVER BEDHOOGTE
 ANALYSES: - IN ZUUR OPLOSBAAR
 - OF: ZEEFANALYSE
 GEGEVENS OVER LANGERE PERIODE BEKIJKEN

- VIA BEDHOOGTE-METINGEN
 ALLEEN ALS ER GEEN MATERIAAL VERDWIJNT!

3 SPOELSYSTEEM: A: VERVUILING
 B: VERDELING

3 A: VERVUILING

WAAROM VAN BELANG?

- TERUGLOOP SPOELWATER/LUCHTHOEVEELHEID
- EN DAARDOOR: ONVOLDOENDE SCHOONSPOELING
- 'OPBLAZEN' FILTERBODEM

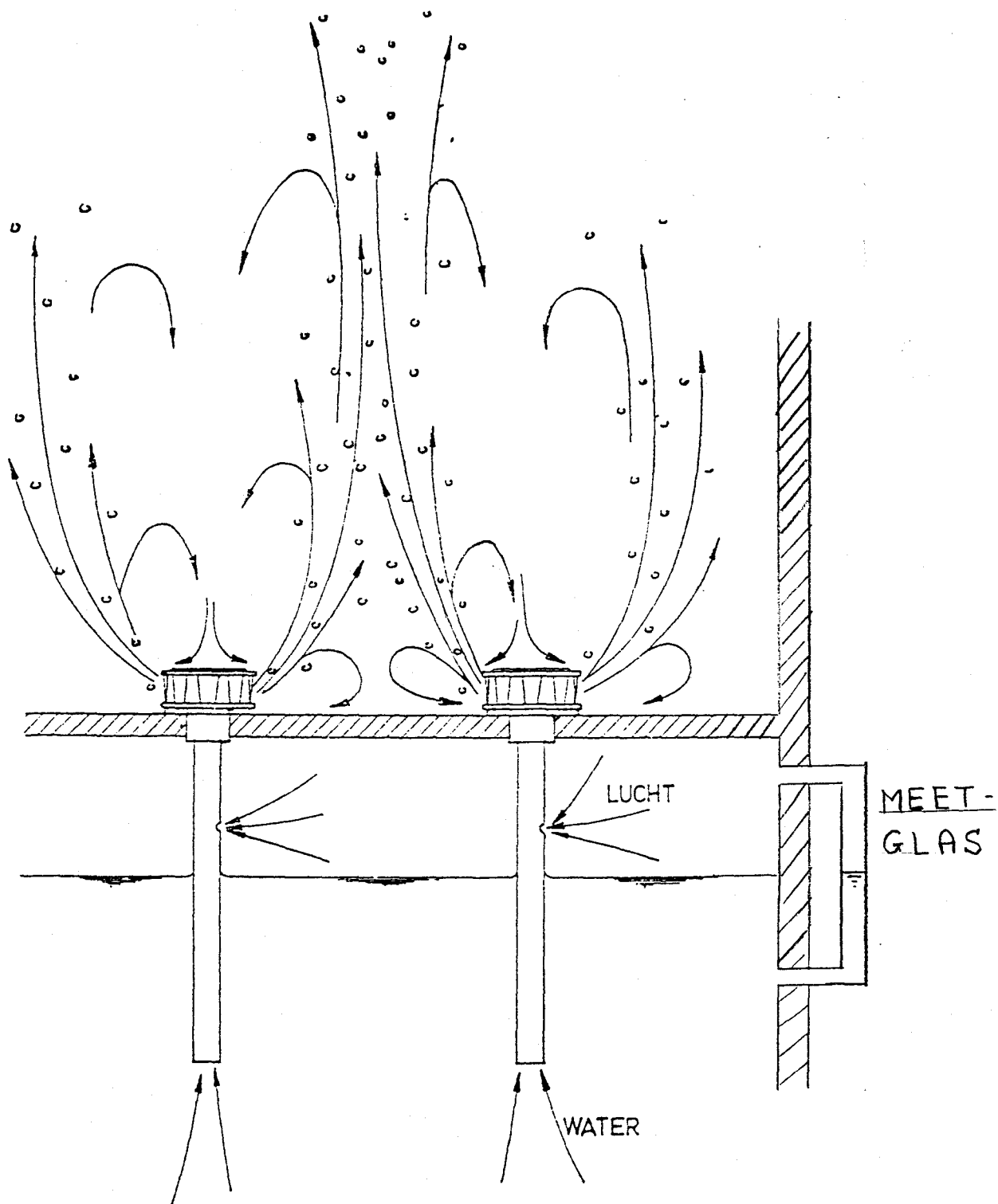
HOE VASTSTELLEN?

- INSPEKTIE ONDERKANT FILTERBODEM

- LUCHTNIVEAU ONDER FILTERBODEM TIJDENS
 LUCHTSPOELING

- DRUKVERSCHIL OVER FILTERBODEM TIJDENS SPOELING

STROMING IN HET FILTERBED TJDENS SPOELEN



3 B: VERDELING SPOELWATER/LUCHT

WAAROM VAN BELANG?

- TER VOORKOMING VAN VOORKEURSSTROMEN
- MOGELIJK DEFEKTE SPOELDOPPEN

HOE VASTSTELLEN?

- VISUEEL: GELIJKMATIG 'DOORBREKEN' VAN FILTERBED
IDEM TIJDENS WISSELING LUCHT/WATERSPOELING
- VISUEEL: LIGT FILTERBEDOPPERVLAK NA SPOELING VLAK?
- A.D.H.V. RESULTATEN ONDERZOEK FILTERMATERIAAL

4 A: VOLDOENDE EXPANSIE?

WAAROM VAN BELANG?

- MOGELIJK MINDER SPOELWATER NODIG
- BETERE SCHOONSPOELING FILTERBED

HOE VASTSTELLEN?

- METEN M.B.V. EXPANSIEMETER
- VOELEN M.B.V. STOK DOOR DEZE TOT DE BODEM
VAN HET FILTER TE DUWEN TIJDENS WATERSPOELING
(ALLEEN OPEN FILTERS)
- VUILAFVOER BIJ VERSCHILLENDE SPOELWATERSNELHEDEN
B.V. TROEBELHEID SPOELWATER

4 B: UITSPOELING FILTERMATERIAAL?

WAAROM VAN BELANG?

- VERMINDERING BEDHOOGTE
- MOGELIJK BELASTEND VOOR SPOELW.VERWERKING

HOE VAST TE STELLEN?

- M.B.V. FIJNMAZIG NET HET SPOELWATER BEMONSTEREN
- ACHTERBLIJVEND FILTERMATERIAAL IN:
 - SPOELWATERGOOT
 - GRINDVANG
 - SPOELWATER-BEZINK-RESERVOIR

N.B.: ER KAN OOK FILTERMATERIAAL ONDER DE BODEM VERDWIJNEN. INSPEKTIE ONDER DE FILTERBODEM IS DAN NOODZAKELIJK.

4 C: ZIJN SPOELSNELHEDEN VERANDERD?

WAAROM VAN BELANG?

SPOELEN VINDT MINDER OPTIMAAL PLAATS
SNELHEDEN KUNNEN VERANDERD ZIJN DOOR:

- VERVUILING SPOELSYSTEEM
- VERANDERDE VOORDRUK

HOE VASTSTELLEN?

- FLOWMETING OF: HOEVEELHEIDSMETING + TIJD
- SNELHEID OPKOMEND WATER TIJDENS SPOELEN

LUCHT:

- FLOWMETING + DRUK
- GEGEVENS BLOWER + TEGENDRUK

4

**INVLOED FILTERSPOELEN OP
FILTERWERKING**

ing. H.D. Adamse (WMN)



Invloed filterspoeling op filterwerking

door ing H.D. Adamse

N.V. Waterleidingbedrijf Midden Nederland

WMN is een waterleidingbedrijf dat grondwater als bron gebruikt. Dit grondwater wordt doorgaans gezuiverd d.m.v. beluchting en snelfiltratie. Op 24 pompstations zijn meer dan 100 snelfilters in gebruik waarop regelmatig onderzoek wordt verricht naar de filterwerking. Naast de kennis en ervaring die wordt verkregen uit dit soort onderzoek wordt tevens veel ervaring opgedaan bij onderzoek met proeffilterinstallaties. Met name de invloed van de filterspoeling op de filterwerking is daarbij punt van aandacht.

In deze voordracht wordt het volgende type snelfiltratie beschouwd:

- enkelvoudige natfiltratie;
- enkellaagsfiltratie;
- filtratie over filtergrind;
- influent is van oorsprong anaëroob grondwater.

Het influent bevat doorgaans niet meer dan

- 5 mg/l Fe
- 2 mg/l Mn
- 2 mg/l NH_4^+
- 1 mg/l CH_4

Het proces snelfiltratie kan als een functieblok worden geschematiseerd. Dit blok bevat ingangsvariabelen, uitgangsvariabelen en systeemp parameters. Verandering van de ingangsparameters heeft een verandering van de uitgangsparameters tot gevolg. Systeemp parameters beïnvloeden de uitgangsvariabelen ook, maar zijn zelf nauwelijks variabel. Uitgangsvariabelen zijn o.a. looptijd en standtijd. Met looptijd wordt bedoeld de tijd tussen twee spoelbeurten waarbij gespoeld wordt op basis van filterweerstand. Standtijd is de tijd waarmee met een badge filtermateriaal gewerkt kan worden. De aangroei aan het grind is aan het eind van de standtijd zodanig toegenomen dat de filterwerking onacceptabel is teruggelopen.

In het snelfilter vinden diverse chemische en bacteriologische processen plaats. De ontijzering lijkt veel op een echt filtratieproces terwijl de ontmanging en de nitrificatie zich meer laten beschrijven als een oppervlaktereactieproces. Het snelfilter fungeert dus deels als filter en deels als vastbedreactor waarbij de ontijzering, al dan niet geholpen door toevoeging van een vlok-hulpmiddel, voornamelijk bovenin het filterbed plaatsvindt en de overige processen pas daarna. Het concentratieverloop in het filterbed kan worden vastgesteld door het nemen van watermonsters op verschillende hoogtes in het filterbed. Het concentratieverloop voor mangaan in het filterbed is veelal "S"-vormig; bovenin het filterbed wordt de ontmanging gehinderd door de ontijzering, vervolgens verloopt deze steeds beter waarna deze onder in het

filterbed weer gelijdelijk afneemt. Deze afname van ontmanging kan worden verklaard uit het feit dat de ontmanging een 1e-orde proces is; de reactiesnelheid is evenredig met de concentratie mangaan in het water.

De uitgangsvariabele "filterwerking" kan worden onderverdeeld in "effluentkwaliteit" en "reactiesnelheid", de laatste met name voor de ontmanging en de nitrificatie. De beoordeling of snelfilters goed of slecht werken wordt vaak gedaan op basis van de effluentkwaliteit. Daarbij wordt veelal voorbijgegaan aan de belasting van de filters. Als het concentratieverloop in het filterbed is vastgesteld kan door het projecteren van een raaklijn aan het meest stijle deel van de "S"-kromme de maximale concentratieafname worden vastgesteld; de conversiesnelheid. Omdat het hier een oppervlaktereactie betreft zijn twee bekende grootheden van invloed op de conversiesnelheid: de filtratiesnelheid en de korreldiameter van het filtermateriaal. Door de conversiesnelheid te vermenigvuldigen met de filtratiesnelheid en de gemiddelde korrelgrootte wordt een grootheid verkregen die de filterwerking voor wat betreft de reactiviteit vergelijkbaar maakt. Deze grootheid, "reactiviteit" genoemd, is een maat voor de omzetsnelheid per tijdseenheid per korreloppervlak. Bij een beschouwing van een 1e orde-proces moet deze grootheid nog worden gedeeld door de concentratie waarbij de maximale concentratieafname plaatsvindt (raakpunt).

Voor diverse filters op pompstations en proeffilterinstallaties zijn dergelijke berekeningen voor de ontmanging en nitrificatie uitgevoerd. Het betreft hier filters met vergelijkbaar filtermateriaal. Het spoelen geschiedt op basis van drukverlies en de gecombineerde lucht-waterspoeling is van alle filters ongeveer gelijk: 20 m/h watersnelheid en 60 Nm/h luchtsnelheid. Alleen de voor- en naspoelsnelheid is verschillend. De reactiviteit is grafisch uitgezet tegen de maximale spoelsnelheid die bij het betreffende filter wordt toegepast. Hieruit blijkt dat de reactiviteit van zowel de ontmanging als de nitrificatie toeneemt naarmate met hogere snelheid gespoeld wordt. Het beproefde traject varieert daarbij van 25 tot 65 m/h.

De spoelintensiteit is van invloed op de filterwerking. De spoelintensiteit wordt slechts ten dele beïnvloed door de maximale spoelsnelheid tijdens de voor- en naspoelfase. Meer van invloed zijn:

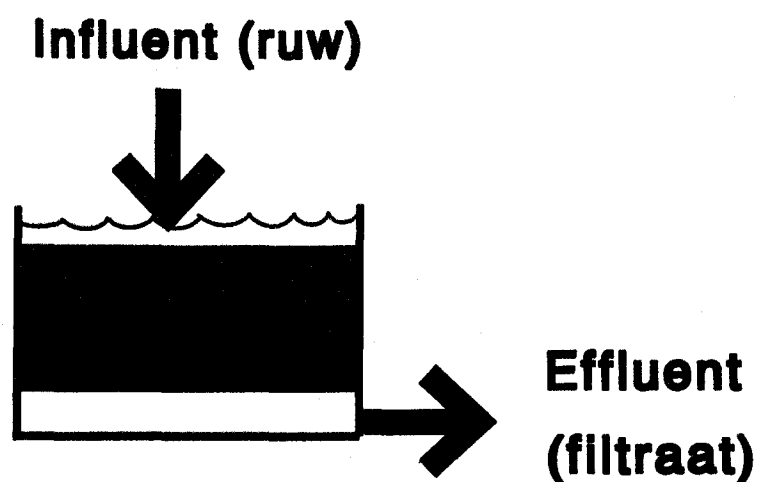
- de water- en luchtsnelheid tijdens de gecombineerde lucht/waterspoeling;
- de duur van de gecombineerde lucht/waterspoeling;
- de spoelfrequentie.

De spoelintensiteit beïnvloedt in hoge mate de gelaagdheid van het filterbed. De aangroei op de grindkorrels bovenin het filterbed bestaat voornamelijk uit ijzerverbindingen. Deze verbindingen werken nauwelijks katalytisch voor de ontmanging. Het is dus van belang deze laag niet te vermengen met de katalytische ontmanga-

ningszone. De migratie van filtergrind kan statistisch worden benaderd. De kans van verplaatsing van een grindkorrel tijdens een filterspoeling kan worden voorgesteld als een Gausse-kromme rond de oorspronkelijke lokatie. De breedte van deze kromme wordt bepaald door de spoelintensiteit. Op korte termijn is er zodoende sprake van gelaagdheid, op lange termijn is er echter sprake van homogeniteit. Deze homogeniteit wordt in de hand gewerkt door de keuze van het filtermateriaal: materiaal met een lage uniformiteitscoëfficiënt. Steekmonsters bevestigen dit, de gemiddelde korrelgrootte is over het hele filterbed meestal gelijk, ongeacht de hoogte van de toegepaste naspoelsnelheid.

Wat is de invloed van de spoelintensiteit op de eerder genoemde "uitgangsvariabelen" (filterwerking, looptijd, spoelrendement en standtijd)? Hiervan wordt een schematische voorstelling gegeven door middel van enkele grafieken. Het betreft hier dus geen harde meetgegevens, maar meer een weerspiegeling van de problematiek zoals WMN die ervaart. De ontmanging en nitrificatie kennen een optimum. Spoelen met hogere intensiteit dan bij het optimum leidt tot een slechtere filterwerking; de gelaagdheid in het filterbed wordt te veel verstoord. Met hogere intensiteit spoelen leidt echter wel tot een hoger spoelrendement, en dus een tot een langere standtijd. Spoelen met een lage intensiteit vermindert zowel de filterwerking als de standtijd en is dus niet aan te bevelen. Afwegingscriteria zijn: standtijd, installatiegrootte, bedrijfszekerheid en beheersbaarheid. De keuze is aan het waterleidingbedrijf.

TYPE SNELFILTRATIE



- natfiltratie in open/gesloten systeem
- enkelvoudige filtratie
- anaëroob grondwater
- enkellaags filtratie
- filtermateriaal = grind/zand

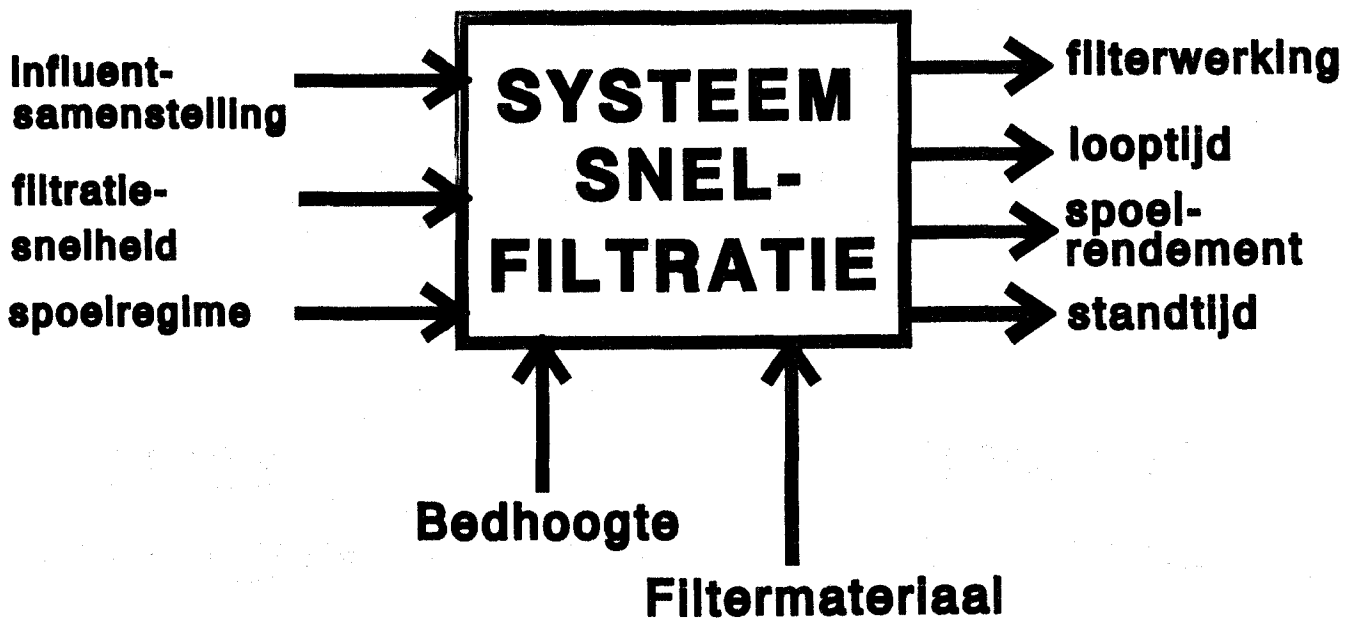
Influent kwaliteit :

Fe	≤ 5 mg/l
Mn	≤ 2 mg/l
NH₄⁺	≤ 2 mg/l
CH₄	≤ 1 mg/l

SCHEMATISERING PROCES SNELFILTRATIE

**INGANGS-
VARIABELEN**

**UITGANGS-
VARIABELEN**



**SYSTEEM
PARAMETERS**

PROCESSEN IN SNELFILTER

Ontijzering

- snelle oxidatie
- vlokvorming boven in filterbed
- filtratieproces
- vlokvorming verbetert met vlokhulpmiddel

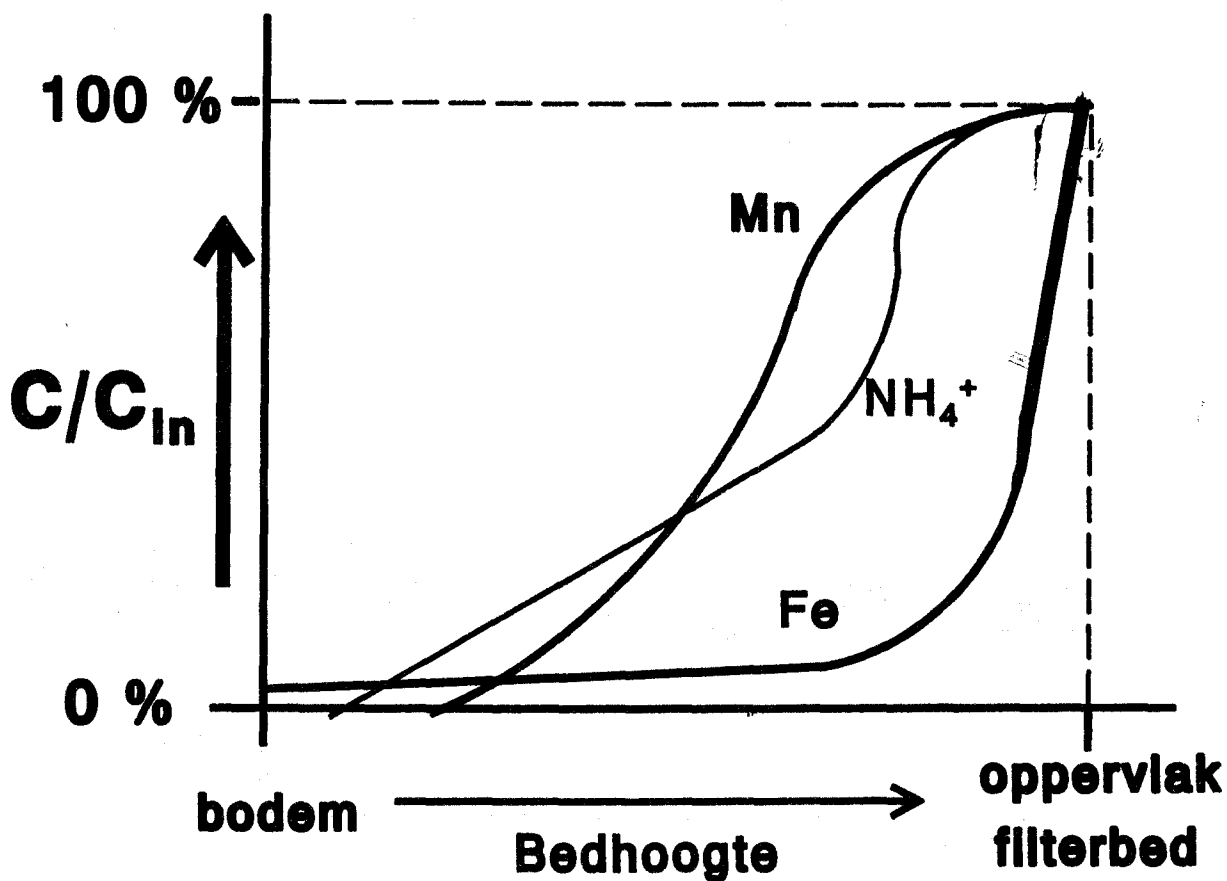
Ontmanganing

- oppervlakte-reactie
- autokatalytisch proces
- pH-afhankelijk
- 1^o orde in Mn^{2+}
- ontijzering werkt vaak storend

Nitrificatie

- bacteriologisch proces
- soort oppervlakte-reactie

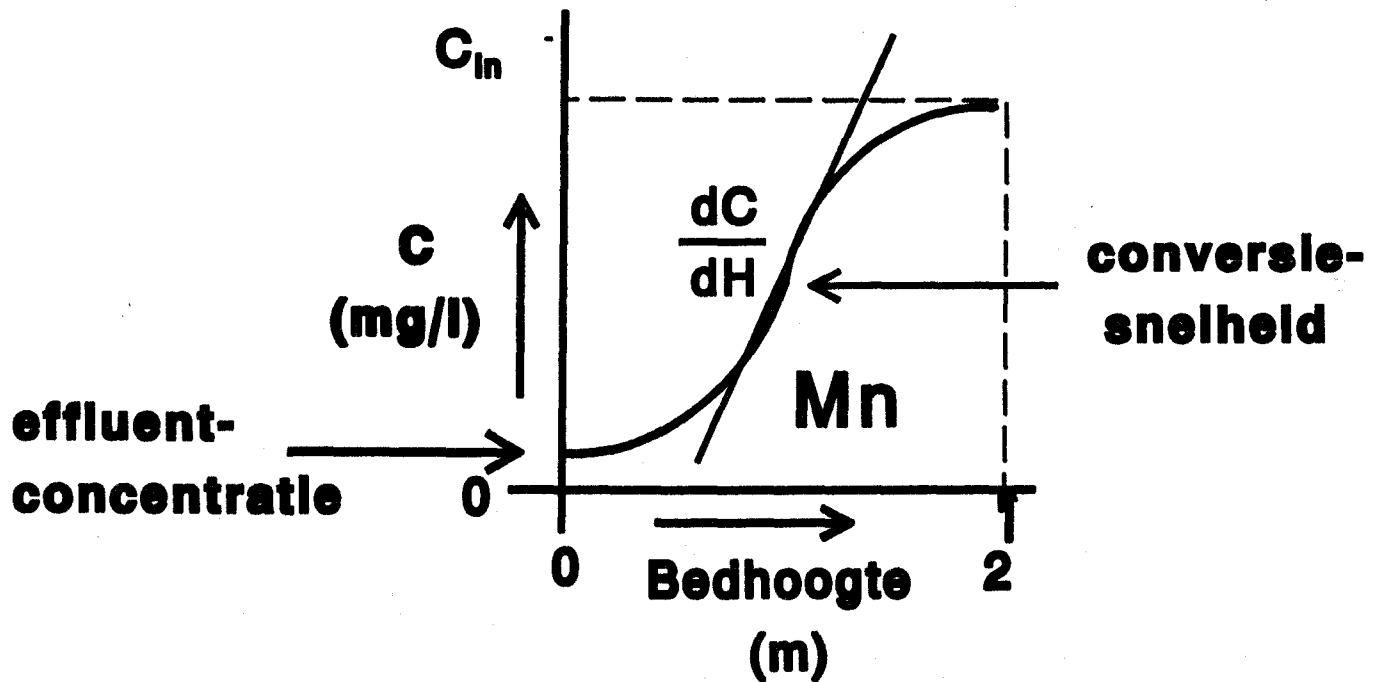
CONCENTRATIEVERLOOP



MEESTAL:

- éérs ontijzering
- daarna ontmanging en nitrificatie

Filterwerking $\left\{ \begin{array}{l} \text{effluent kwaliteit} \\ \text{reactiesnelheid Mn/NH} \end{array} \right.$



reactiesnelheid \approx conversiesnelheid * filtratiesnelheid

beschikbaar oppervlak $\approx \frac{1}{\text{korreldiameter}}$

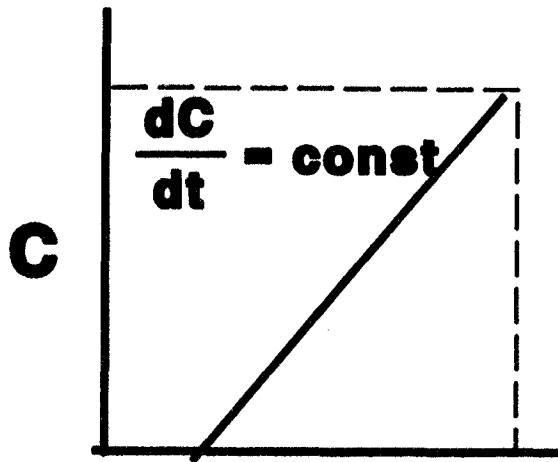
dus :

$$\frac{dC}{dH} * V_f * d_{50}$$

$$= \frac{dC}{dt} * d_{50}$$

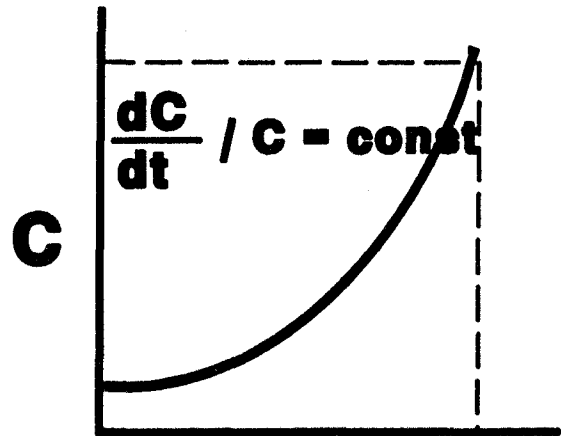
is een maat voor de mangaanverwijdering per tijdseenheid per reactieoppervlak

0° - orde



Bedhoogte

1° - orde



Bedhoogte

Ontmanganing = 1_o-orde proces (Graveland)

Nitrificatie = ??

Voor een aantal filters bij WMN dergelijke berekeningen uitgevoerd.

Pompstation		File		Locatie	
Eempeilbeek				Begin	
voor orfharaling					
Hoogte (m)	[Fe] (mg/l)	[Mn] (mg/l)	[NH ₄] (mg/l)		
2.10	1.10	0.11	0.25		
2.00	0.51	0.10	0.25		
1.80	0.23	0.09	0.22		
1.60	0.13	0.08	0.19		
1.40	0.10	0.05	0.13		
1.20	0.07	0.03	0.08		
1.00	0.06	0.02	0.05		
0.80	0.05	0.01	0.02		
0.60	0.05	0.00	0.00		
0.40	0.04	0.00	0.00		
0.20	0.04	0.00	0.00		

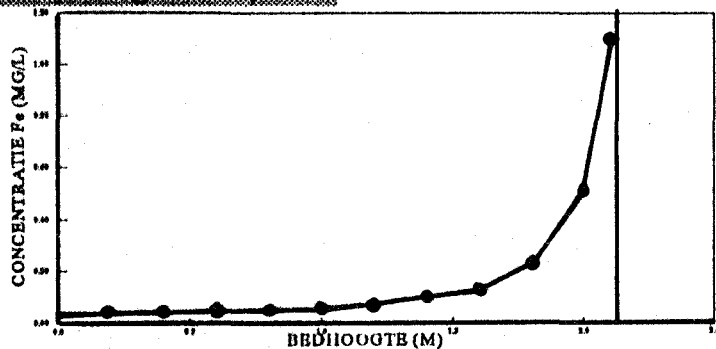
Procescondities

Zuurgraad (pH)	7.6
Korrelgrootte (mm)	2.00
Filtratiesnelheid (m/h)	13.0
Restijzerconcentratie (mg/l)	0.24
Spoolintensiteit	G 60m/h

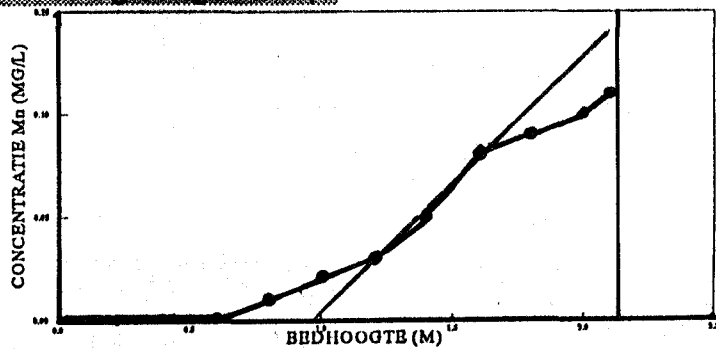
Mn dC/dH	0.125
Mn dC/dt	1.625
Mn dC/dt*d (0e orde)	3.250
Mn dC/dt/C*d (1e orde)	59.09
Mn correlatiecoefficient	0.99

NH ₄ dC/dH	0.275
NH ₄ dC/dt	3.575
NH ₄ dC/dt*d (0e orde)	7.150
NH ₄ dC/dt/C*d (1e orde)	57.20
NH ₄ correlatiecoefficient	1.00

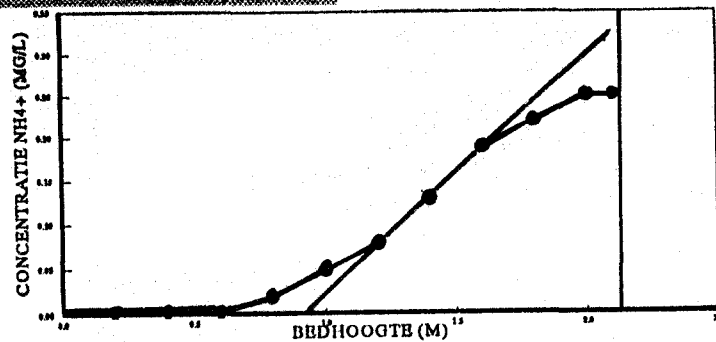
Ontzuringverloop:



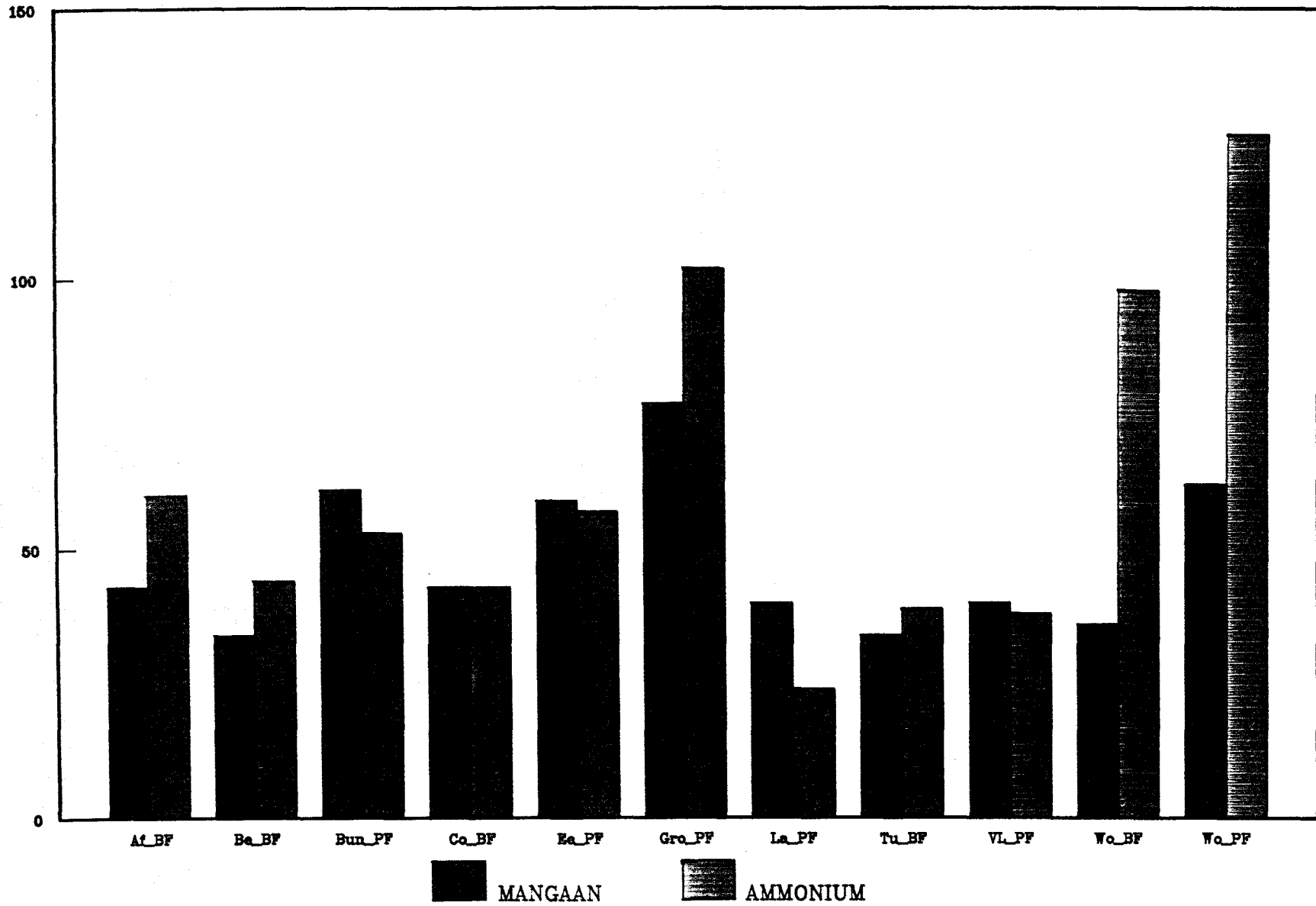
Ontmangalingsverloop:



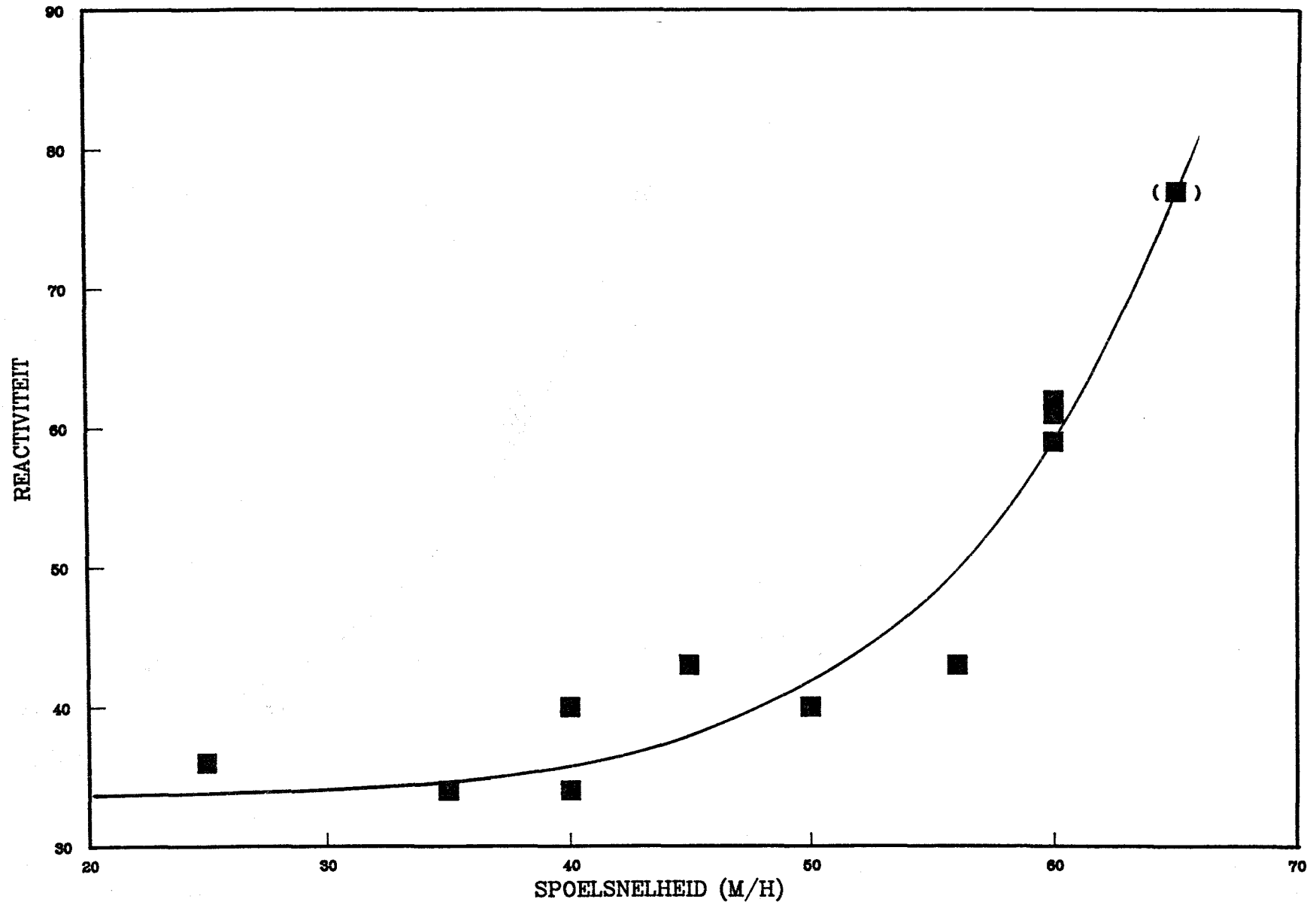
Nitrificatieverloop:



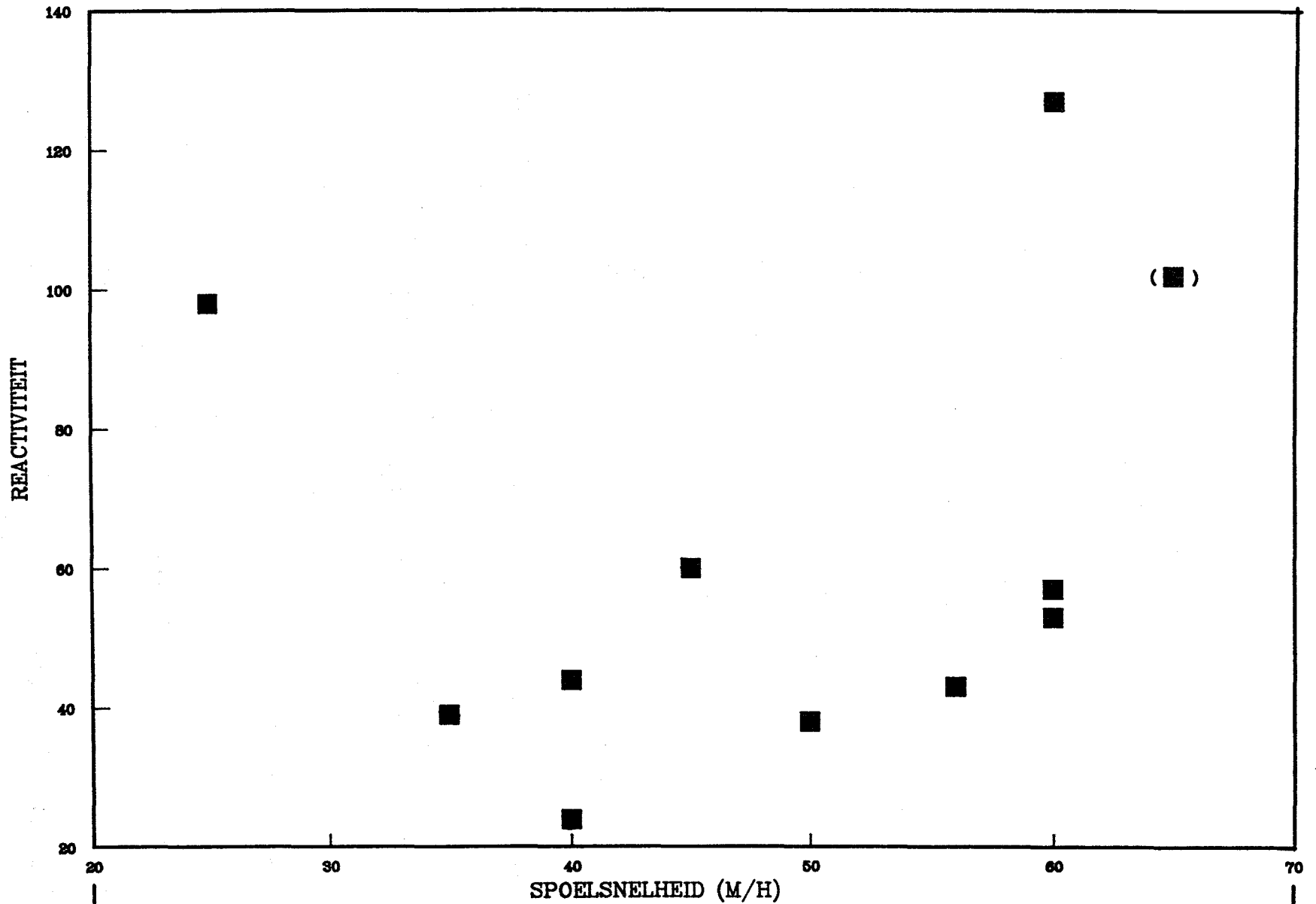
reactiviteit filters WMN



mangaan

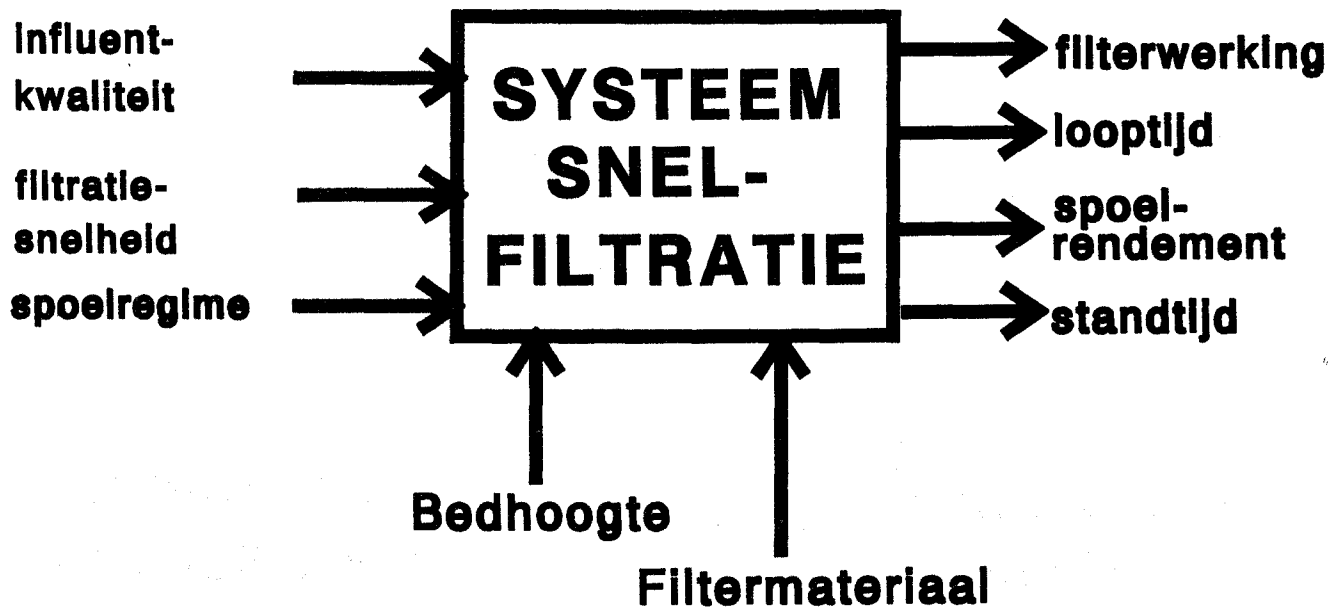


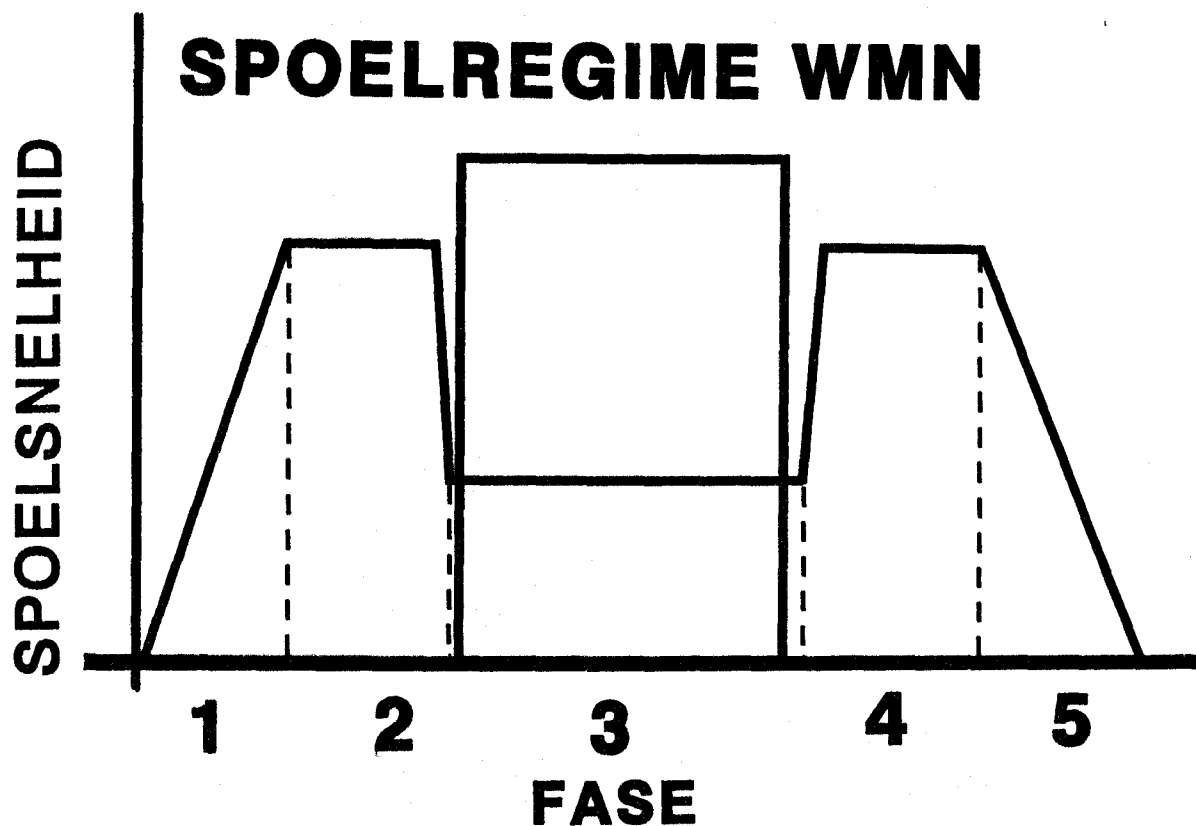
ammonium





20

70

**INGANGS-
VARIABELEN****UITGANGS-
VARIABELEN****SYSTEEM
PARAMETERS**



 **water**

 **lucht**

1: OPBOUWFASE

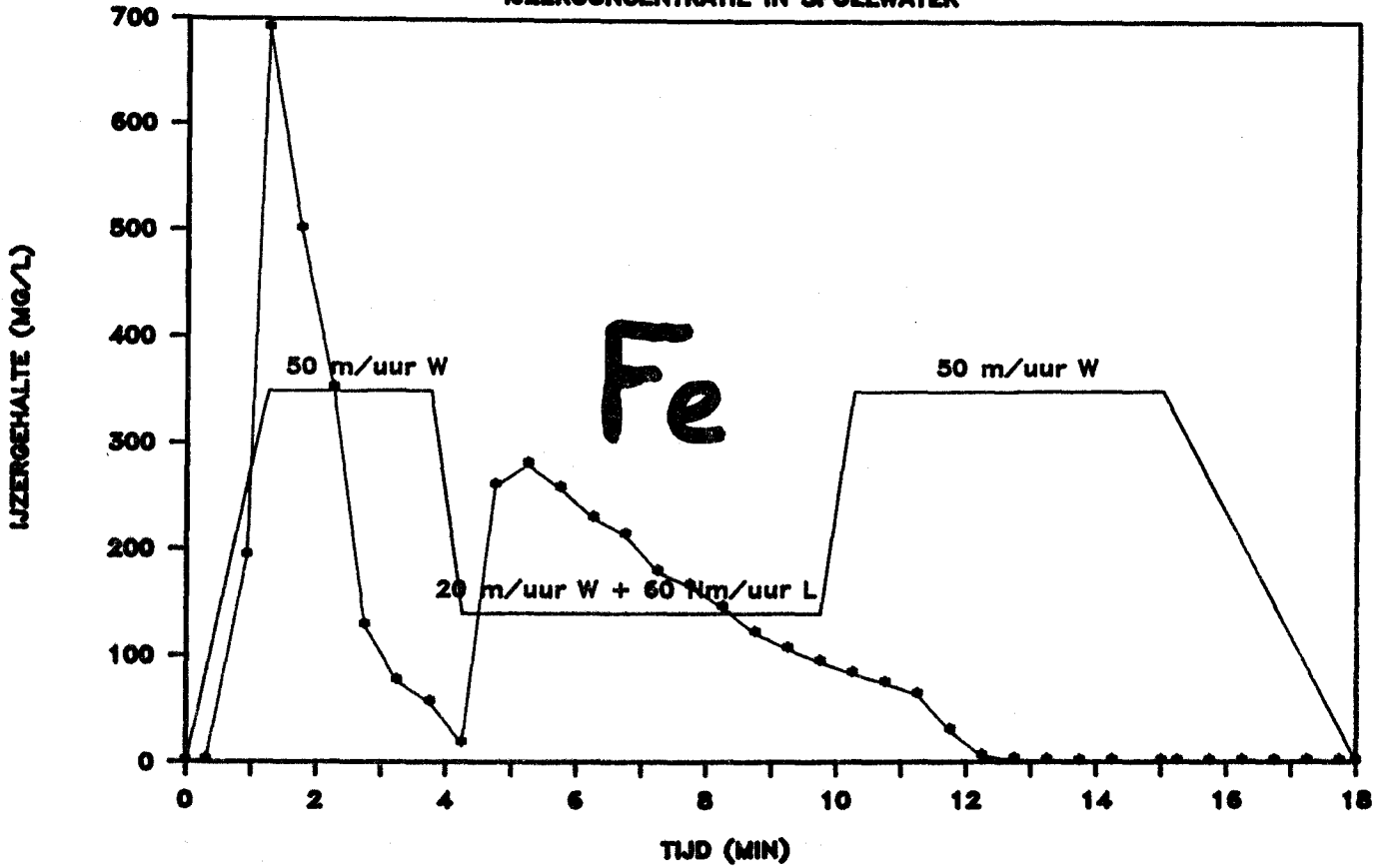
2: VOORSPOELFASE

3: WATER/LUCHT-FASE

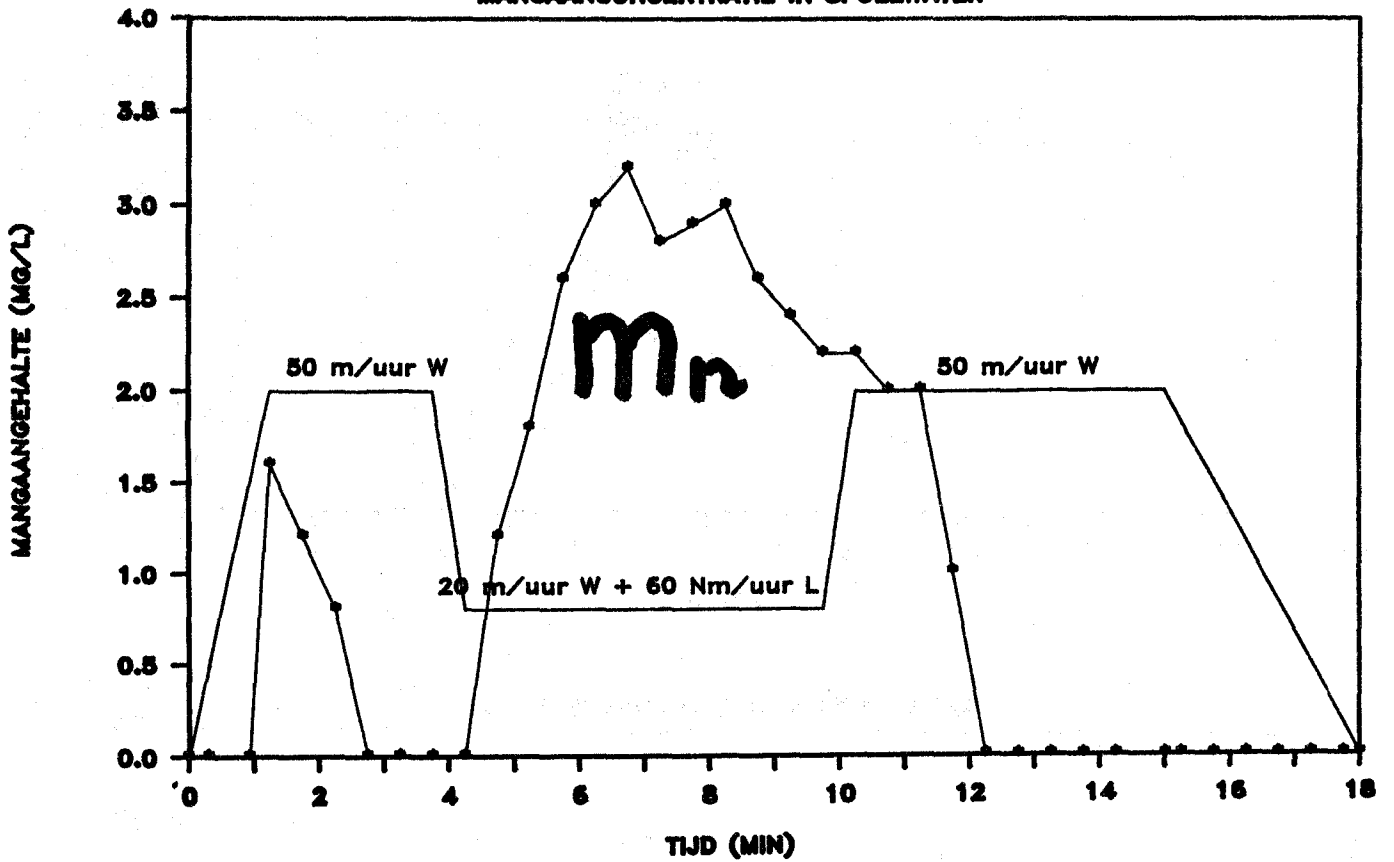
4: NASPOELFASE

5: AFBOUWFASE

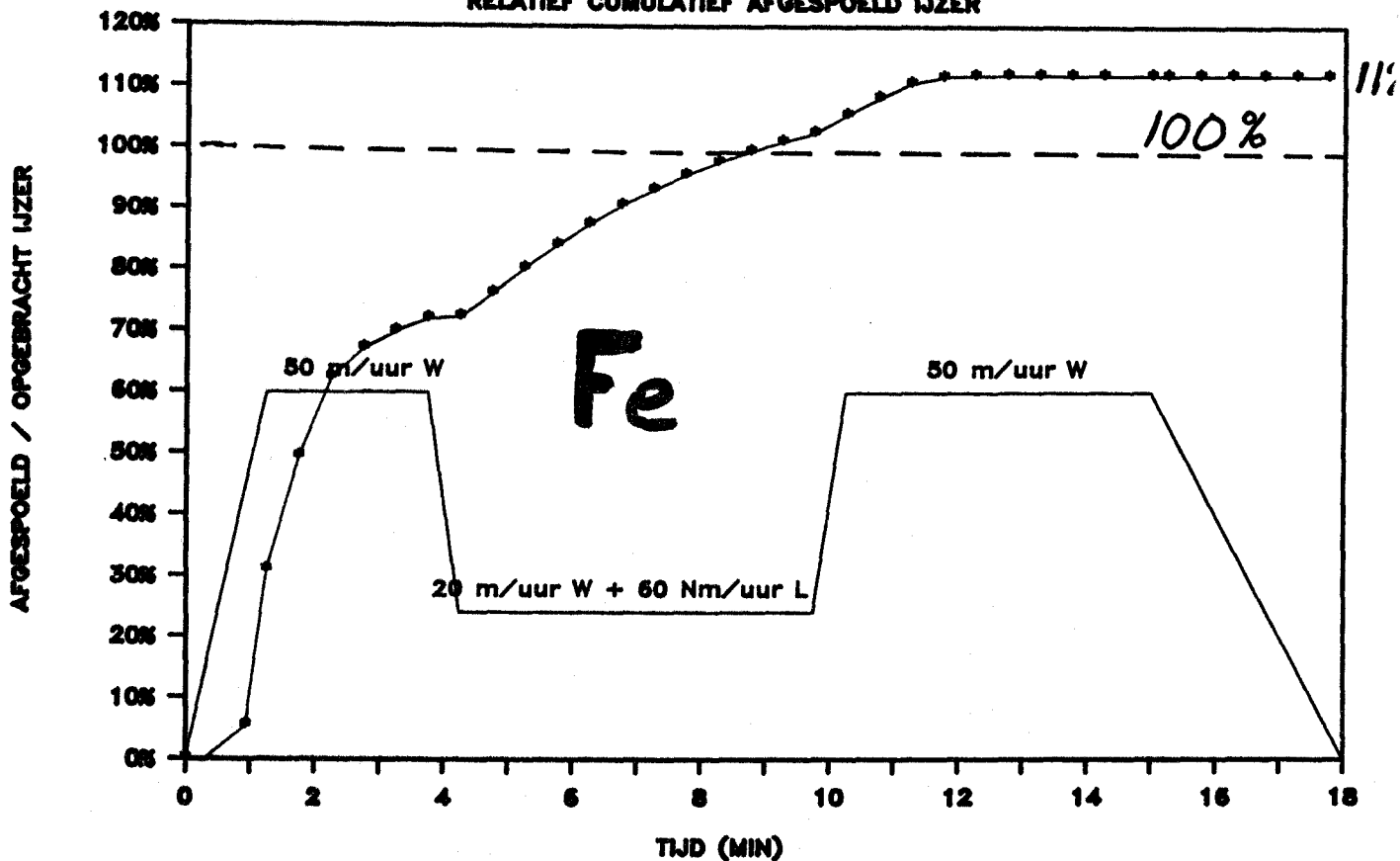
IJZERCONCENTRATIE IN SPOELWATER



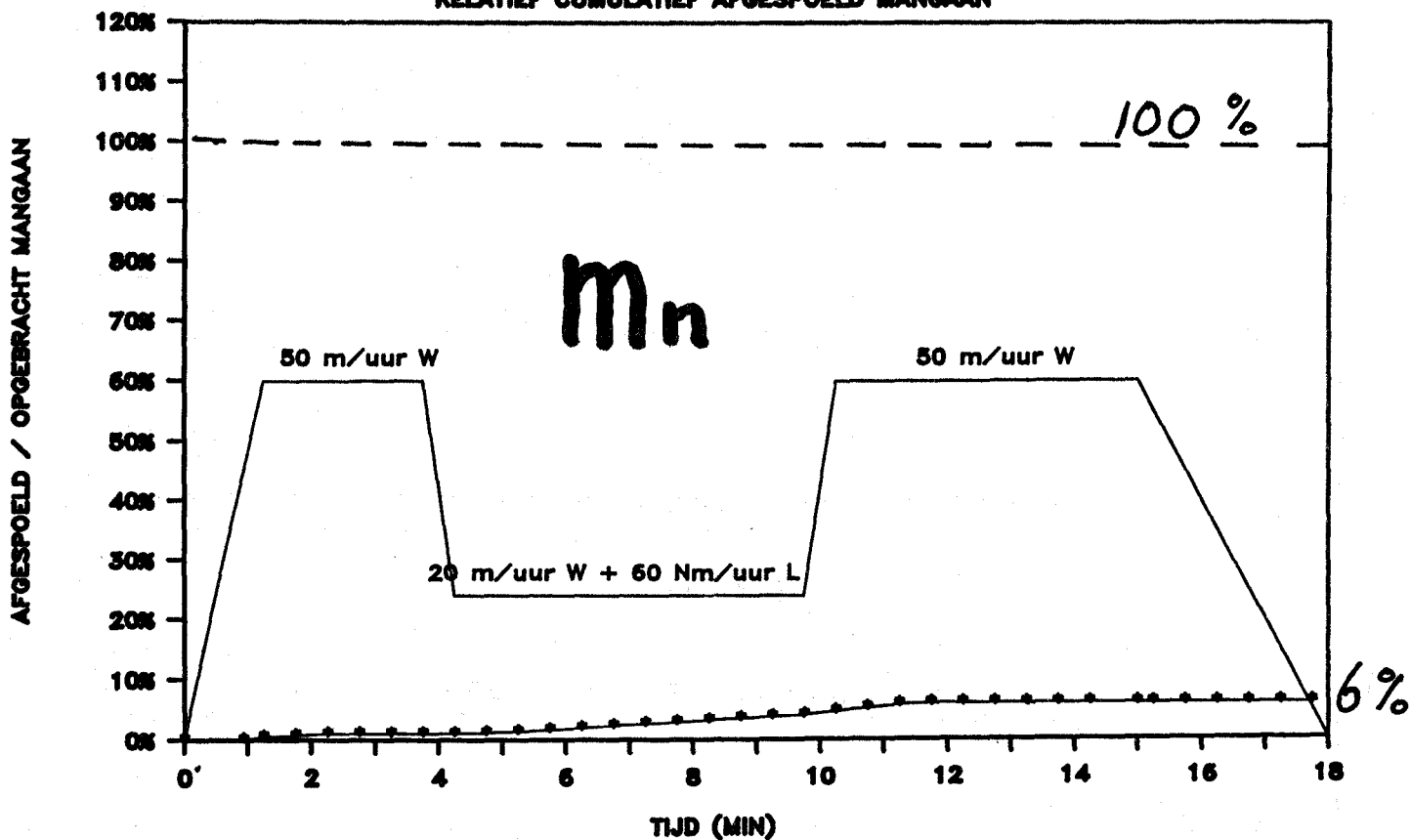
MANGAANCONCENTRATIE IN SPOELWATER

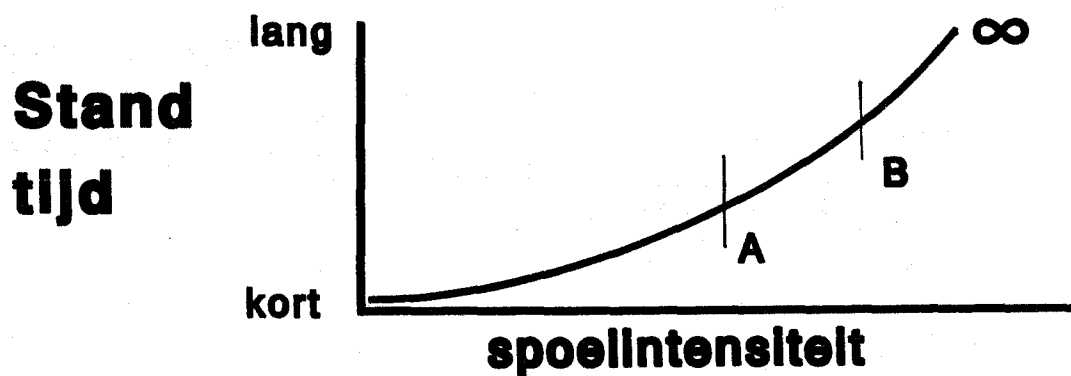
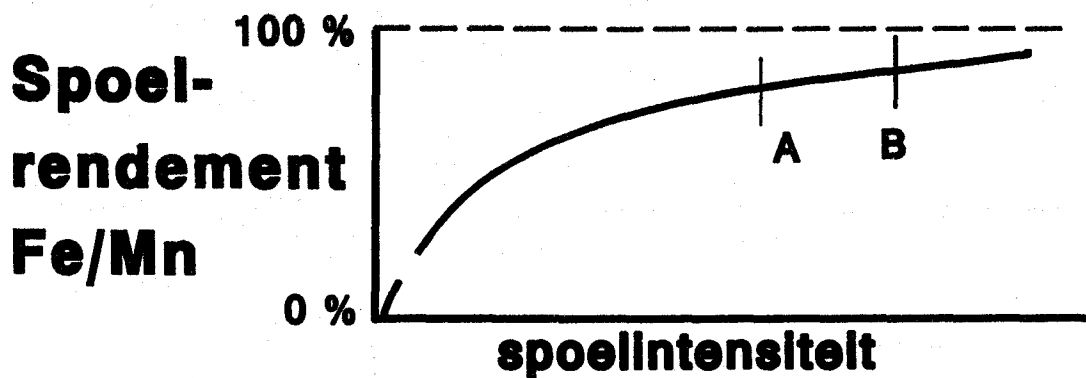
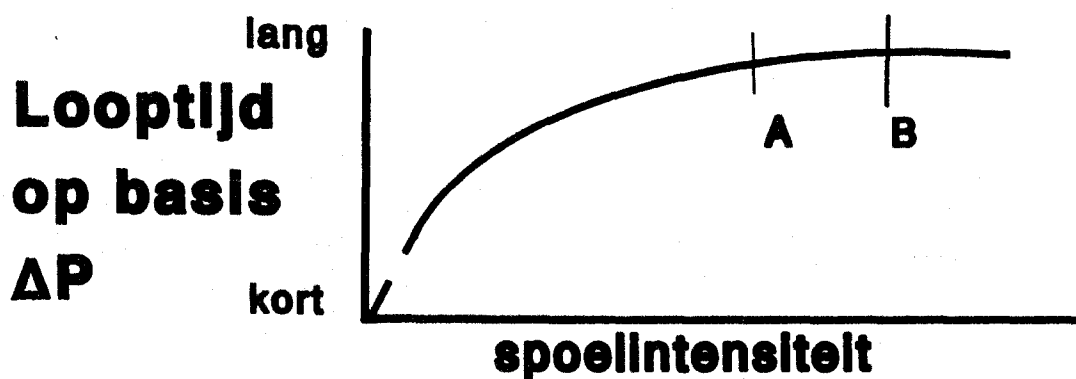
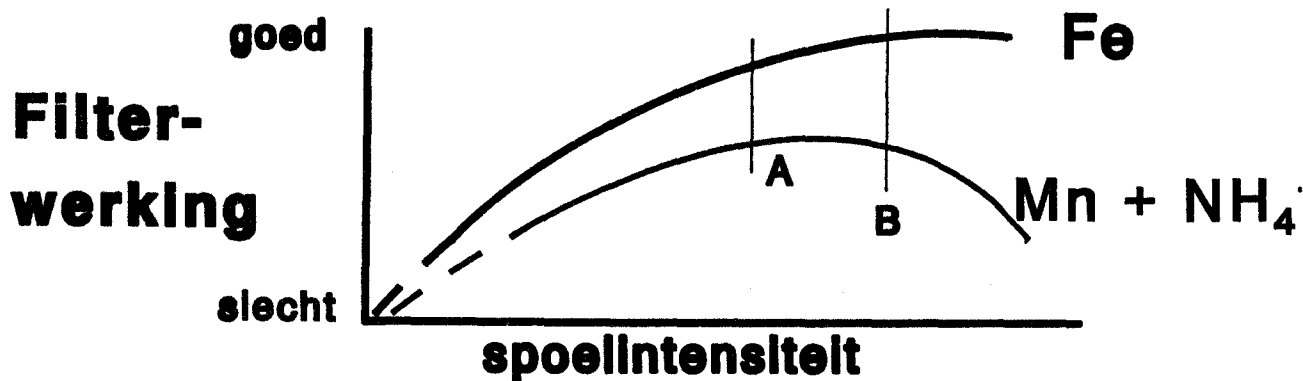


RELATIEF CUMULATIEF AFGESPOELD IJZER



RELATIEF CUMULATIEF AFGESPOELD MANGAAN





SAMENVATTING

1. filterwerking uitdrukken :

- effluent kwaliteit Fe / Mn/ NH_4^+
- reactiviteit Mn / NH_4^+

2. spoelintensiteit = keuze bedrijf

- Hoog lange standtijd
 bedrijfszekerheid
 grotere installatie
- Gemiddeld
 minder lange standtijd
 relatief kleine installatie
 enige controle nodig
- laag korte standtijd
 lage investeringskosten
 veel controle nodig
 slecht beheersbaar

WMN

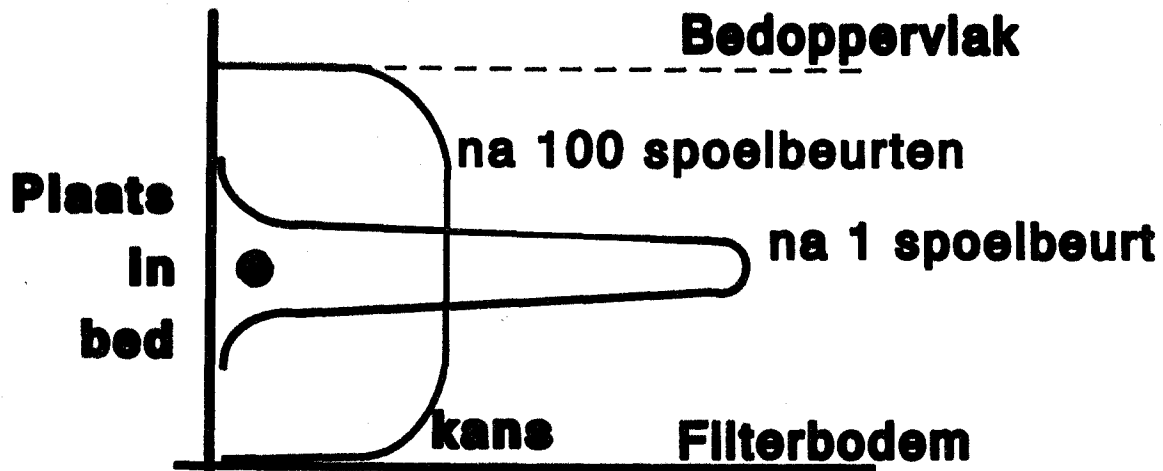
SPOELINTENSITEIT

**o.a. afhankelijk van
max. spoelsnelheid**

		KORRELDIAMETER			
		0.8-1.3	1.0-2.0	1.8-2.5	2.0-3.0
\	LAAG	< 15	< 20	< 30	< 35
	GEM.	22	32	45	52
	HOOG	> 30	> 40	>60	>70

MAX. SPOELSNELHEID IN M/H

Migratie van filtergrind



Nauwlijks gelaagdheid vanwege lage U.C.

$$1 < U.C. < 1,2$$

Spoelproces en spoelfrequentie zijn van invloed op migratie.

- op korte termijn sprake van gelaagdheid**

- op lange termijn sprake van homogeniteit**

5

**CONSEQUENTIES HOGERE SPOELWATERSNEL-
HEID VOOR ONTWERP EN BEDRIJFSVOERING
SNELFILTERS**

ing. A. Kostense (WMG)



CONSEQUENTIES HOGERE SPOELSNELHEID VOOR ONTWERP VAN SNELFIL- TERS

ing. A. Kostense (WMG)

Bij veel grondwaterbedrijven worden de filters met een lage snelheid gespoeld. Vaak worden spoelsnelheden toegepast van 20-30 m/h. Er worden in het algemeen grove filtermaterialen toegepast, zodat er tijdens het spoelen van de filters nauwelijks of geen expansie van het filterbed optreedt. Het in expansie brengen van het filterbed is van belang voor een goede afvoer van de vuillast, waardoor het optreden van voorkeurstromingen en aangroei van de filterbedden op termijn worden voorkomen.

Expansie van het filterbed kan enerzijds worden bereikt door het toepassen van een hogere spoelsnelheid en anderzijds door het toepassen van een filtermateriaal met een geringe scortelijke massa. Het verhogen van de spoelsnelheid heeft consequenties voor het ontwerp van de installatie. Gekeken moet worden naar onder andere het ontwerp van het filter, de spoelpompinstallatie, het leidingwerk en de elektrische installatie.

Bij bestaande filterinstallaties kan het toepassen van een hogere spoelsnelheid aanzienlijke kosten met zich meebrengen. In sommige gevallen kan het kiezen van een ander filtermateriaal een aantrekkelijke oplossing bieden. Bij nieuwe installaties zijn de kosten lager, omdat tijdens de ontwerpfase met een hogere spoelsnelheid rekening wordt gehouden.

FUNCTIE VAN EEN FILTERSPOELING

- losmaken van ijzer- en mangaan van het filtermateriaal

water-luchtspoeling, waterspoeling

- afvoeren van het losgemaakte filtermateriaal

waterspoeling

KENMERKEN VAN EEN EFFECTIEVE FILTER- SPOELING

- drukverschil schoon filterbed wordt bereikt
- constante waterkwaliteit
- geen/weinig aangroei filterbed
- geen/weinig materiaalverlies

BELANGRIJK VOOR EEN EFFECTIEVE FILTERSPOELING IS:

- expansie van het filterbed
(10-20%)

dus:

- . voldoende hoge spoelsnelheid
(mogelijk kortere spoeltijd)

- goede verdeling spoelwater

dus:

- . niet te grote drukverschillen
onder de filterbodem (ontwerp)
- . voldoende weerstand over de
filterbodem ($> 0,5$ mwk)
(berekening/beveiliging)
(bij meeste bedrijven $0,1-0,2$
mwk)

- langzaam opbouwen/afbouwen spoel-
snelheid

dus:

- . twee of meer pompen
- . aanloopinrichting en regelklep
- . toerenregeling

- gelijkmatige onttrekking spoelwa-
ter

dus:

- . grootte
- . onderlinge afstand (0,75-2,5
m)
- . hoogte boven filterbed
- . vorm

van de spoelgoten

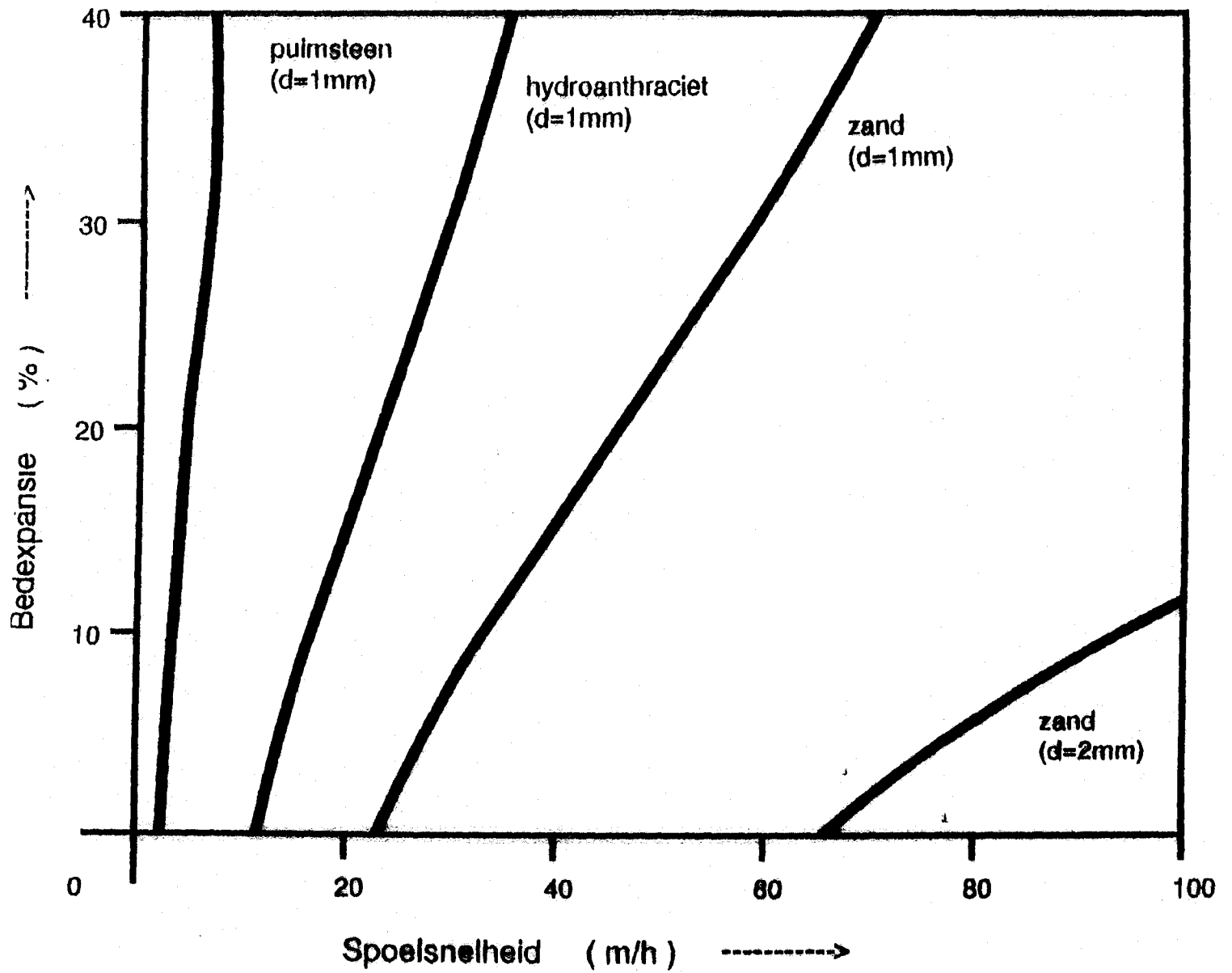
EXPANSIE FILTERBED

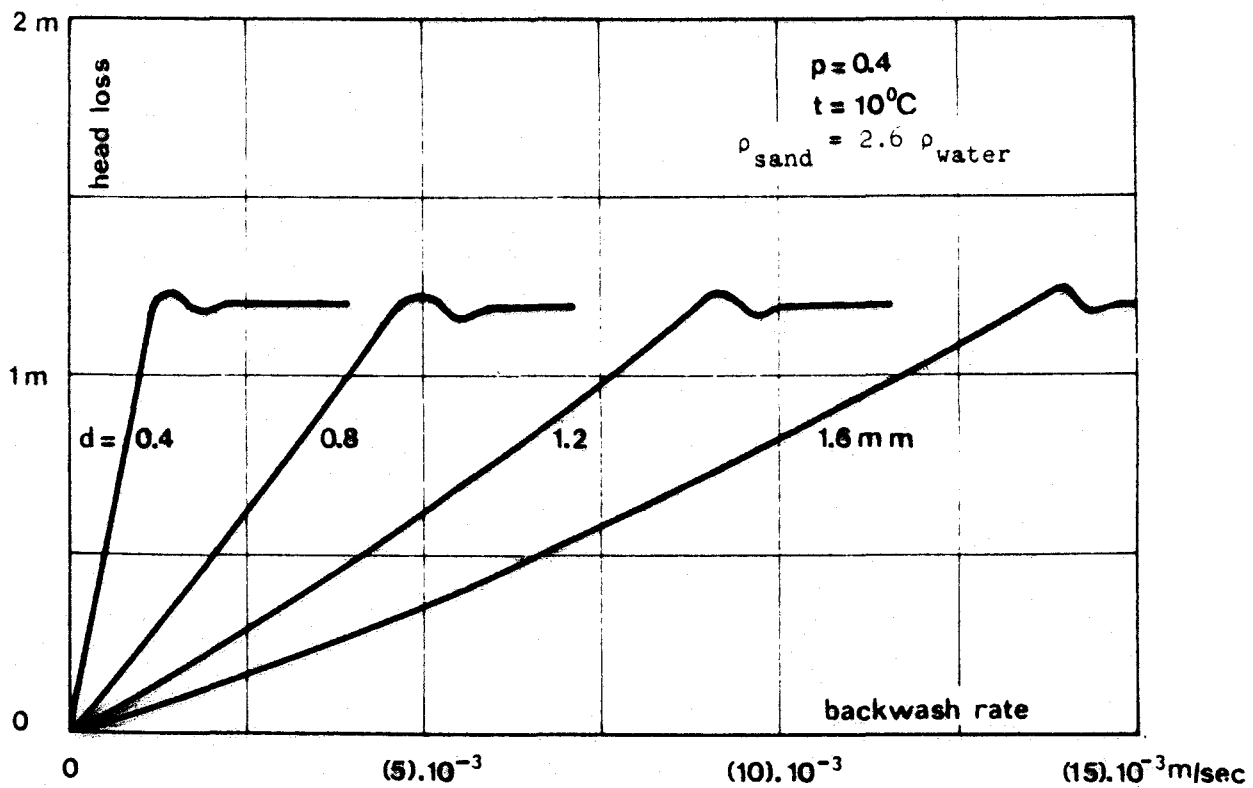
bepaald door:

- spoelwatersnelheid

- filtermateriaal
 - . korrelgrootte

 - . soortelijke massa





VERDELING SPOELWATER

$$H(\text{bodem}) = 0,15 \cdot H(\text{bed}) + 0,5 \cdot (v/dv) \cdot dH$$

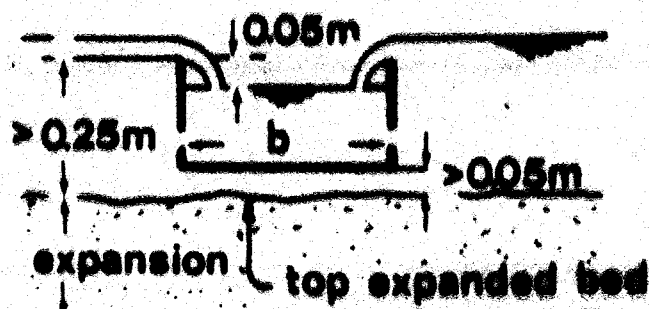
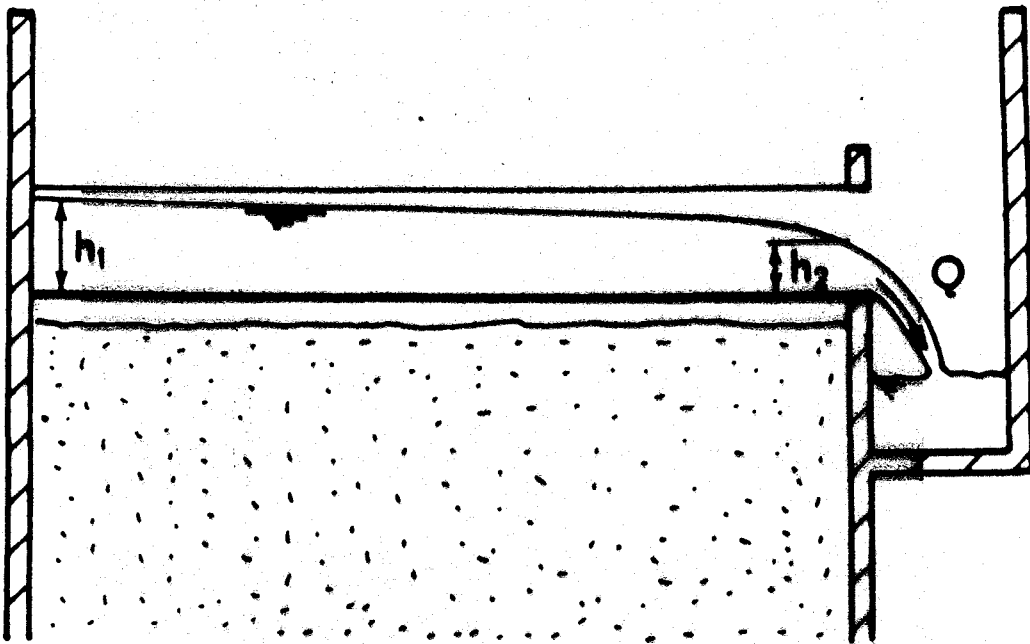
(bron: Huisman; Rapid Filtration)

bodemweerstand bepaald door:

- volumestroom per spoeldop
(aantal spoeldoppen per m²)

- ontwerp spoeldop
 - . diameter dompelpijp
 - . lengte dompelpijp

ONTTREKKING SPOELWATER



SPOELEN VAN ONTIJZERINGSFILTERS BIJ GRONDWATERBEDRIJVEN

- lage spoelwatersnelheden
(20-30 m/h = 5,6-8,3 mm/s)
- relatief grof filtermateriaal
(1-1,5 mm, 1-2 mm)

dus:

- geen expansie van het filterbed

CONSEQUENTIES HOGERE SPOELSNELHEID
VOOR ONTWERP FILTERINSTALLATIE

- filters

- . afstand tussen filterbodem en overstortgoot

dus:

aanpassen bedhoogte
verwijderen steunlaag
opspoelen steunlaag

- . spoelwatertoevoer

leidingwerk
appendages
meetapparatuur

- spoelwaterafvoer

afvoergoot
leidingwerk
appendages

- spoelpomp(en)

- grotere volumestroom

- grotere opvoerhoogte

groter drukverschil over filterbodem (betere waterverdeling)

groter drukverschil over filterbed

- electromotoren

- . groter vermogen

- aanloopinrichting/ schakel- en verdeelinrichting

- . groter vermogen

- spoelwaterverwerking

- . bezinktank ?

- . opslag- en doseerapparatuur

- . zandvanger

CONSEQUENTIES VERVANGEN FILTERMATERIAAL

- filters

. filtermateriaal

korrelgrootte
soortelijke massa

alternatieven:

hydroantraciet

puimsteen

. afstand tussen filterbodem en
overstortgoot

- spoelwatertoevoer, spoelwaterafvoer, spoelpompinstallatie etc.

. mogelijk weinig consequenties

- filterbesturing

. mogelijk wijzigen spoelprogramma (geen gecombineerde waterluchtspoeling)

PRAKTIJKTOEPASSING POMPSTATION "KOLFF"

- doel

- . verbeteren kwaliteit filtraat (ijzergehalte)
- . verhogen produktie (indien mogelijk)
- . verbeteren spoelproces

- gegevens oude situatie

- . produktie : 500 m³/h
- . aantal filters : 4
- . filteroppervlak : 22 m²
- . filtratiesnelheid : 5,7 m/h
- . filtermateriaal : grind
(1-2 mm)
- . filterbedhoogte : 2 m
- . spoelsnelheid : 25 m/h
- . bodem-spoelgoot : 2,15 m
- . afvoercapaciteit : 700 m³/h
- . looptijd : 65-70 h

- maatregelen

- . filtermateriaal vervangen door:
0,75 m zand 0,4-0,8 mm
0,75 m puimsteen 0,8-1,5 mm

- gegevens nieuwe situatie

- . produktie : 500 m³/h
- . filtratiesnelheid : 5,7 m/h
- . filtermateriaal : zie boven
- . filterbedhoogte : 1,50 m
- . spoelsnelheid : 30 m/h
- . looptijd : 35-45 h

- resultaat

- . verbetering ijzergehalte
- . beter spoelproces
- . lage investeringskosten

CONCLUSIES

- het verhogen van de spoelsnelheid in bestaande installaties vergt in het algemeen hoge investeringskosten.
- door het toepassen van een ander filtermateriaal kan het spoelproces in sommige gevallen tegen geringe kosten worden verbeterd
- bij het ontwerp van nieuwe installaties kan tegen relatief geringe kosten met het toepassen van een hogere spoelsnelheid rekening worden gehouden

6

**ERVARINGEN MET HET SPOELEN VAN
DUBBELLAAGSFILTERS**

ing. C.A. van Bennekom (WLO)



Spoelen van dubbellaagsfilters

KIWA Workshop 'Spoelen van grondwaterfilters'. 13 oktober 1993
C.A. van Bennekom (Waterlaboratorium Oost)

Toepassing dubbellaagsfilters (antraciet/zand) bij grondwaterzuivering :

- Zwaar belaste voorfilters
- Filters na ontharding

Doel dubbellaagsfiltratie : Vergroting van de vuilbergingscapaciteit door diepbedfiltratie, bereikt door toepassing van een bovenlaag van grof materiaal met hoog porievolume (50 - 60 %) en een onderlaag van fijn materiaal (porievolume 40 - 45 %). Konsekwentie → dubbellaagsfilters zijn relatief zwaar belast.

Specifieke aspecten spoeling :

- a. Menging / ontmenging
- b. Expansie / materiaalverlies
- c. Slijtage / fijne fraktie
- d. Spoelregime
- e. Spoelwaterverbruik

a. Menging / ontmenging

Menging van materialen in dubbellaagsfilters is ongewenst. Het fijne materiaal van de onderlaag vult de poriën op van het materiaal uit de bovenlaag met als gevolg:

- een zeer lage porositeit in de menglaag (± 30%)
- verlies aan vuilbergingscapaciteit
- toename van de schoonbedweerstand
- lagere bedhoogte

Menging moet zoveel mogelijk worden tegengegaan. Ze ontstaat als gevolg van drie oorzaken :

- Slechte verdeling spoelwater en/of -lucht. Remedie → Goede filterkonstruktie.
- Door luchtspoeling. Remedie → Fluïdisatie bij navolgende waterspoeling
- Door fluïdisatie. Remedie → Goede afstemming korrelgrootten.

Door spoeling treedt altijd ongunstige ontmenging binnen één materiaalsoort op. Dit is onvermijdelijk.

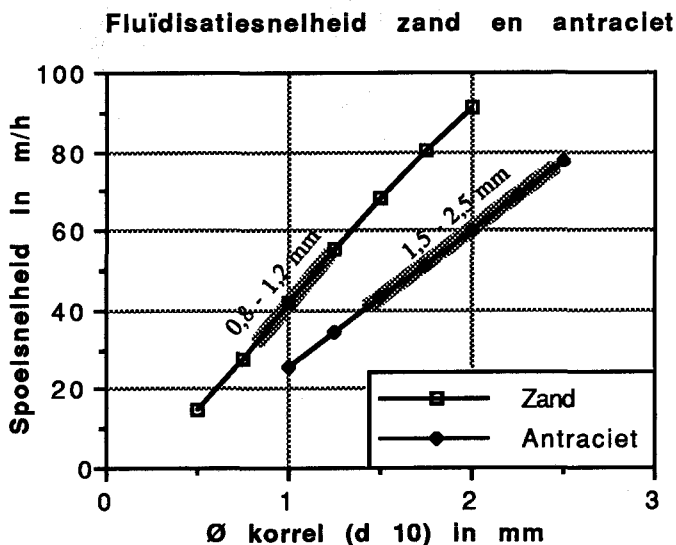
b. Expansie/materiaalverlies

Verhoging spoelwatersnelheid → eerst expansie en fluïdisatie zand, later antraciet (Zie figuur).

Volledige fluïdisatie leidt tot aanzienlijke expansie. Grote kans op materiaalverlies.

Daarom afstand filterbed - overstortrand spoelgoot minimaal 0,5 x filterbeddikte.

Extra gevaar van verlies antraciet als gevolg van oprijving door en hechting van luchtballen. Gemengde lucht-waterspoeling met afvoer spoelwater is niet aan te bevelen.



Daarnaast verkleint een grotere lengte van de overstortrand de kans op materiaalverlies door beperktere contractie van stroombanen.

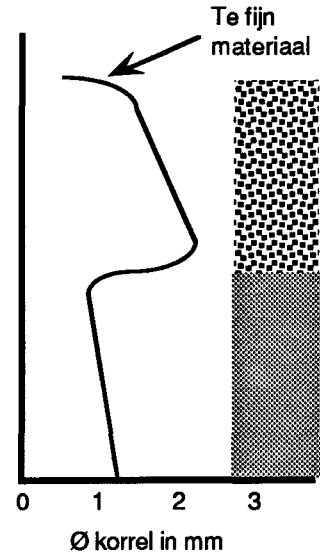
c. Slijtage / fijne fraktie

Spoeling → ongunstige ontmenging afzonderlijke filtermaterialen. Fijn antraciet aan de top geeft koekfiltratie, kortere looptijden en afname van diepbedfiltratie. Een zeer dunne laag (ordegrootte enkele mm) kan reeds tot deze effecten leiden.

Oorzaken van de aanwezigheid van fijn filtermateriaal zijn :

- Onvoldoende zeping. Analyse representatieve monsters noodzaak.
- Ontmenging tijdens transport. Bij vulling meerdere filters uit één silowagen kans op meerendeel van de fijne fraktie in een van de filters. Dat filter heeft dan een aanzienlijk kortere looptijd.
- Slijtage als gevolg van spoelen (niet geheel te voorkomen).

Het kan zinvol zijn een dunne toplaag 'stof' handmatig te verwijderen. Dit heeft al eens tot meer dan verdubbeling van de looptijd geleid.



d. Spoelregime

Alternatief voor gemengde lucht-waterspoeling (duur 3 - 5 minuten):

1

- Uitsluitend luchtspoeling (ca. 60 m/h)
- Aflaat bovenwater tot top filterbed, gevolgd door uitsluitend luchtspoeling (ca. 60 m/h)
- Aflaat bovenwater, gemengde spoeling lucht (ca. 60 m/h)-water (10-20 m/h) tot bereiken overstortrand spoelgoot

2

Beperken van materiaalverlies

Na 1a en 1c eerst rust t.b.v. ontwijken luchtballen (ca. 1 minuut). Daarna ± 2 minuten water met ca. 20 m/h voor verwijderen restant luchtballen. Als gespoeld is volgens 1 b kunnen deze stappen achterwege worden gelaten

3

Afvoer van losgeschuurd slib

Waterspoeling (5 - 8 minuten) met aanzienlijke expansie (minimaal 50-60 m/h bij gebruikelijke korrelgrootten), zodat nagenoeg al het filtermateriaal fluïdiseert. Duur spoeling mede afhankelijk van afstand filterbed - overstortrand.

4

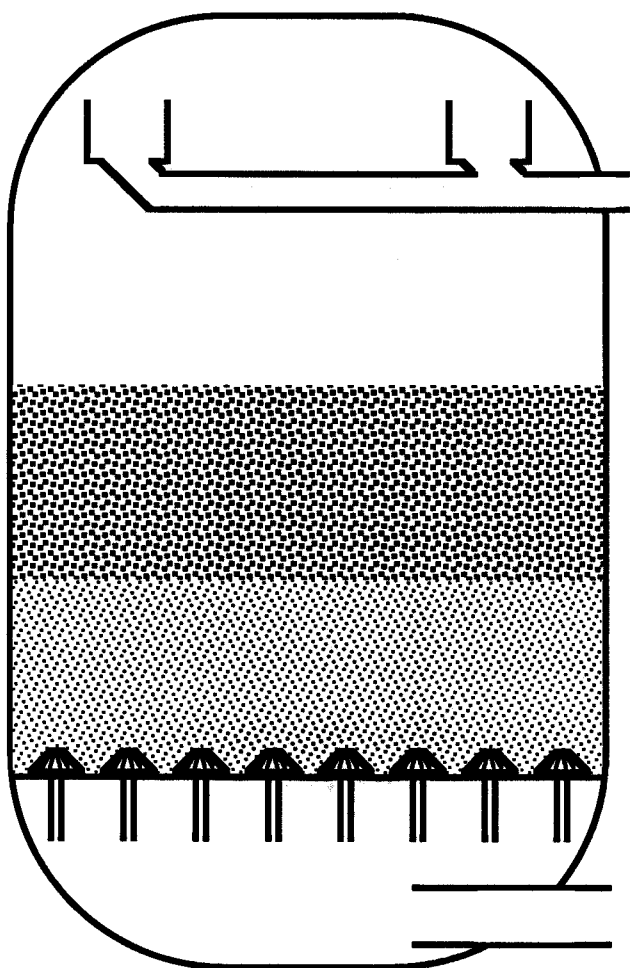
Herstel filterbedopbouw

Beëindiging spoeling door langzame afbouw spoelwatersnelheid. Hierdoor compactere zetting van het filtermateriaal.

e. Spoelwaterverbruik

Het spoelwaterverbruik per spoeling volgens voorgaand regime bedraagt 6 tot 10 m³ per m² filterbedoppervlak. De effectievere reiniging van het filter heeft een toename van de looptijd tot gevolg. De hoeveelheid spoelwater als % van de productie kan daardoor zelfs afnemen.

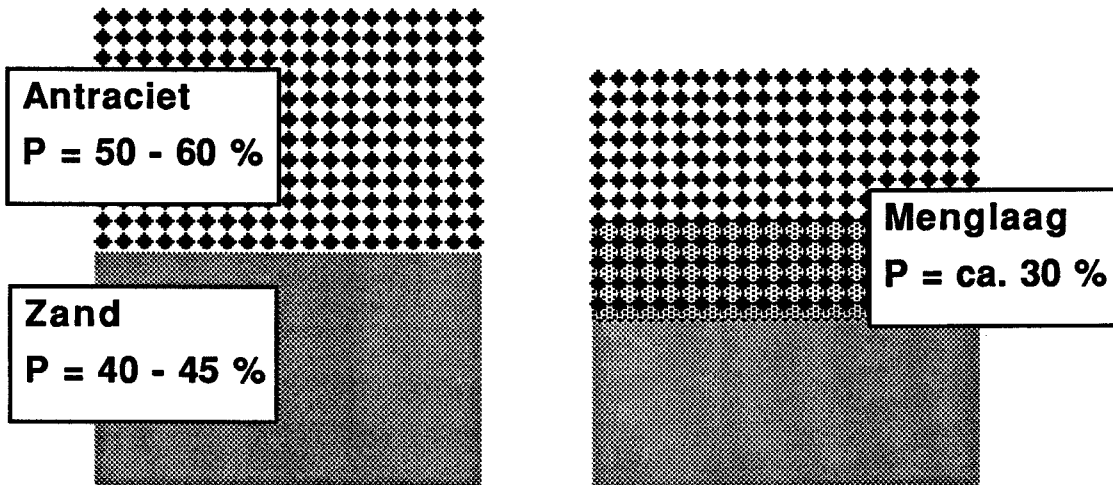
SPOELEN VAN DUBBELLAAGSFILTERS



Specifieke aspecten

- a. Menging / ontmenging
- b. Expansie / mat. verlies
- c. Slijtage / fijne fraktie
- d. Spoelregime
- e. Spoelwaterverbruik

Menging I



Menging : Fijne zandkorrels vullen de grove poriën tussen de antracietkorrels

- Afname porievolume
- Verlies aan vuilbergingscapaciteit
- Toename schoonbedweerstand
- Lagere bedhoogte

Menging II

Oorzaken menging

- Slechte verdeling spoelwater of -lucht
- Luchtspoeling
- Fluïdisatie

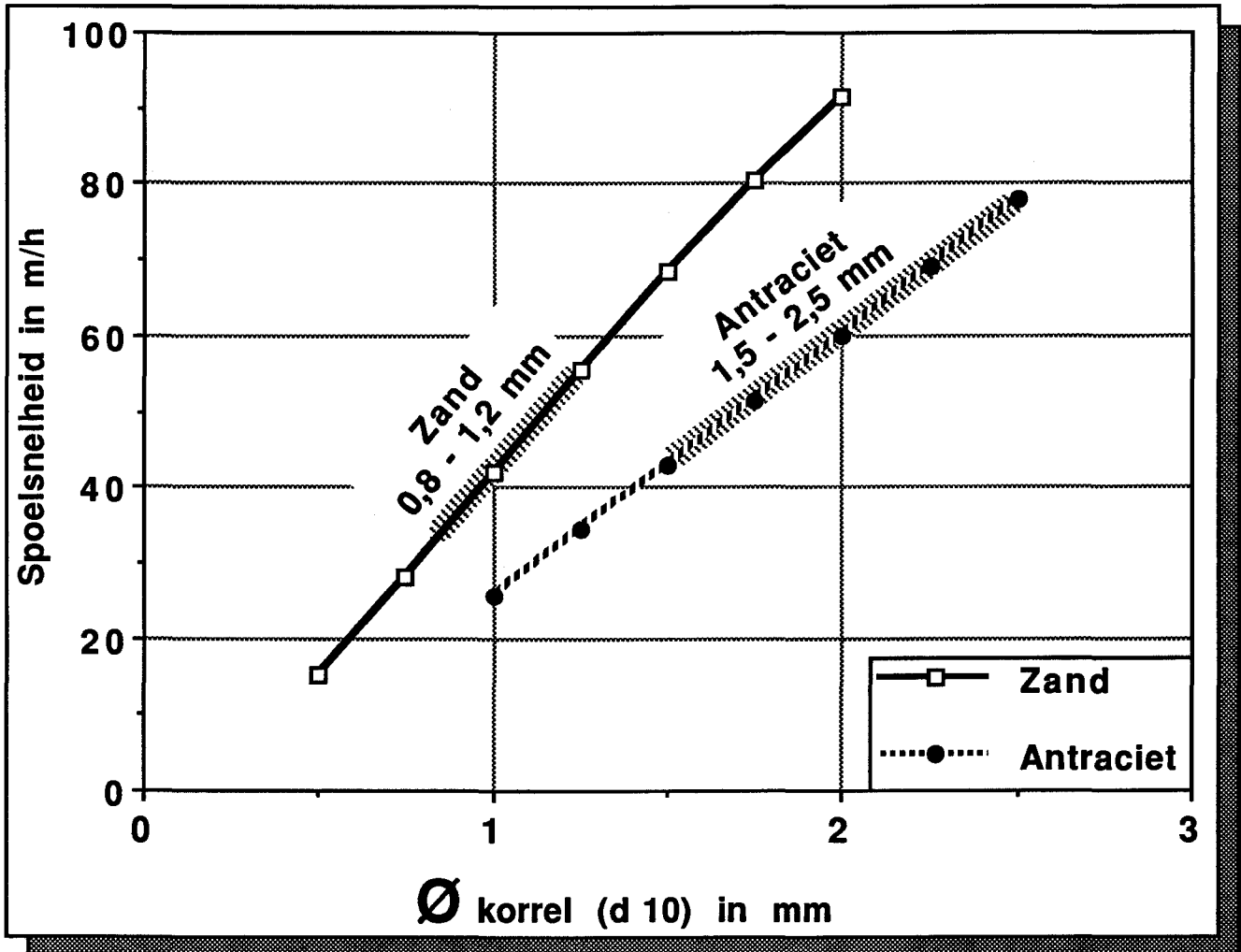
Tegengaan door

- Goede filterkonstruktie
- Fluïdisatie bij navolgende waterspoeling
- Goede afstemming korrelgrootten

Geringe menging in de grenslaag is onvermijdelijk

Ontmenging binnen de afzonderlijke filtermaterialen treedt altijd in enige mate op.

Fluïdisatiesnelheid zand en antraciet



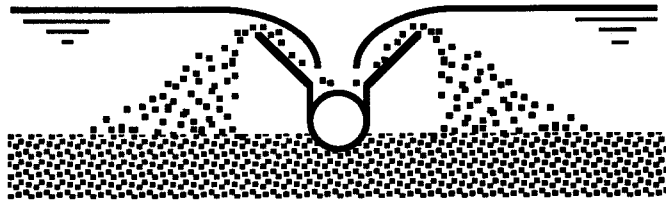
S.M. zand 2650 kg/m³

S.M. antraciet 1650 kg/m³

Materiaalverlies

Kans op materiaalverlies door :

- Expansie

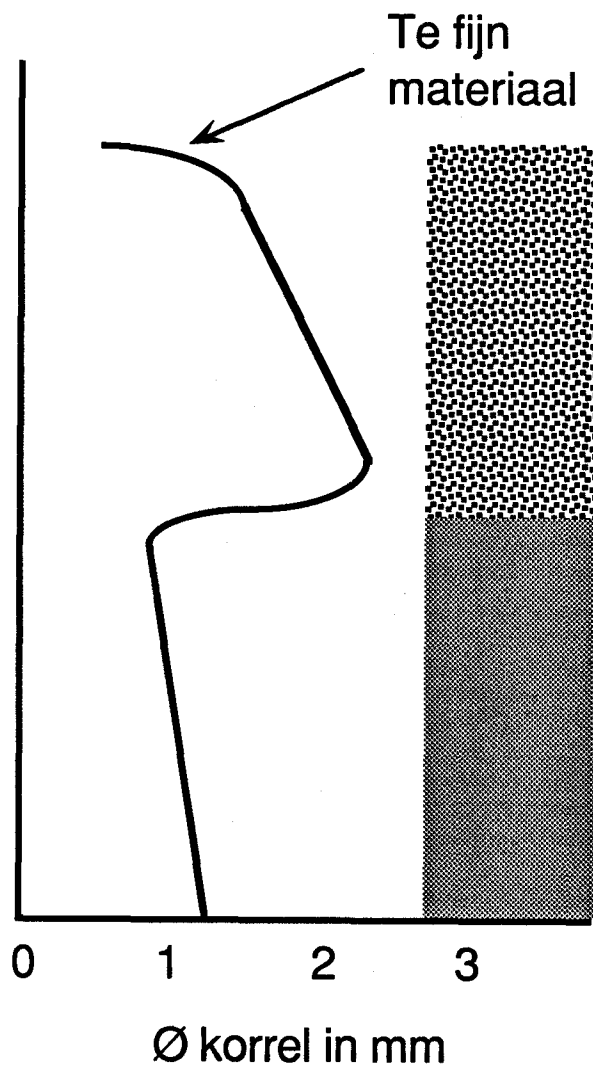


- Hechting lucht



- Opdrijving door lucht



Slijtage / fijn filtermateriaal

- Onvoldoende zieving
- Slijtage

Spoelregime

Alternatief voor gemengde lucht-waterspoeling (duur 3 - 5 minuten):

1

- a Uitsluitend luchtspoeling (ca. 60 m/h)
Materiaalverlies !!
- b Aflaat bovenwater tot top filterbed, gevolgd door uitsluitend luchtspoeling (ca. 60 m/h)
- c Aflaat bovenwater, gemengde spoeling lucht (ca. 60 m/h)-water (10-20 m/h) tot bereiken overstortrand spoelgoot

Beperken van materiaalverlies

2

Na 1a en 1c eerst rust t.b.v. ontwijken luchtbellens (ca. 1 minuut).

Daarna \pm 2 minuten water met ca. 20 m/h voor verwijderen restant luchtbellens.

Als gespoeld is volgens 1 b kunnen deze stappen achterwege worden gelaten.

Spoelregime (vervolg)

- 3** Afvoer van losgeschuurd slib
- Waterspoeling (5 - 8 minuten) met aanzienlijke expansie (minimaal 50-60 m/h bij gebruikelijke korrelgrootten), zodat nagenoeg al het filtermateriaal fluïdiseert.
- Duur spoeling mede afhankelijk van afstand filterbed - overstortrand.

- 4** Herstel filterbedopbouw
- Beëindiging spoeling door langzame afbouw spoelwatersnelheid.
- Hierdoor compactere zetting van het filtermateriaal.

Spoelwaterverbruik

Volgens gegeven spoelregime :

Spoelwaterverbruik 6 - 10 m³ / m² filterbedoppervlak

Effektiviteit spoeling hoog, daardoor langere looptijd
en procentuele daling van het spoelwaterverbruik

Samenvatting

Belangrijk bij spoelen van dubbellaagsfilters is :

- Menging van materialen moet worden tegengegaan
- Tijdens spoelen is de expansie en de kans op materiaalverlies groter dan bij enkellaagsfilters
- Een fijne deelfractie antraciet is funest voor de looptijd
- Gemengd lucht-waterspoelen met waterafvoer leidt tot materiaalverlies
- Overgang van enkel- naar dubbellaagsfiltratie beperkt het spoelwaterverbruik ; optimalisering van het spoelregime kan leiden tot een verdere daling

Tijdens de workshop is gebleken dat er nog een hoop valt te verdienen, bijvoorbeeld door het verlengen van looptijden tussen filterspoelingen en standtijden van filterbedden (de tijd dat een filterbed meegaat). In de praktijk hollen we nogal eens achter de problemen aan door vooraf onvoldoende onderzoek te doen. De "end of pipe" oplossingen kosten vaak meer dan een goed onderzoek vooraf. Hogere spoelsnelheden zijn aan de orde geweest. Een hogere spoelsnelheid vergt echter investeringen. Een kosten/baten analyse voor hogere spoelsnelheden mag daarom niet worden vergeten. Uitwisseling van kennis en ervaring door de waterleidingbedrijven is zeer effectief om proeven goed uit te voeren en te evalueren. De Kontaktgroep Ontijzering van KIWA gaat hiermee verder en zal zich de komende jaren richten op geselecteerde deelaspecten van de filtratie van grondwater.

BIJLAGE 1
Poster dimensionering van spoeldoppen



Dimensionering spoeldoppen

Joost Kappelhof (KIWA) en Walter van der Meer (WLF)

Onderdelen en kenmerken spoeldop

onderdeel	kenmerk	gemiddeld toegepast
spoelkop	spleetbreedte spleetlengte aantal spleten per dop	0,5 - 0,8 mm afhankelijk van model
spoelpijp	diameter spoelpijp lengte spoelpijp hoogte boven luchtgat/ spleet diameter luchtgat/ spleet aantal luchtgaten of lengte spleet lengte pijp onder luchtgat/spleet	16 - 21 mm 20 - 30 cm 3 - 5 cm 2 - 6 mm / 1 - 2 mm 1 - 2 / 2 - 4 cm 5 - 15 cm

De spoelkarakteristiek wordt bepaald door de kenmerken van de spoelkop en de lengte en diameter van het spoelpijp (leveranciers geven vaak een spoelkarakteristiek van de dop zonder dompelpijp).

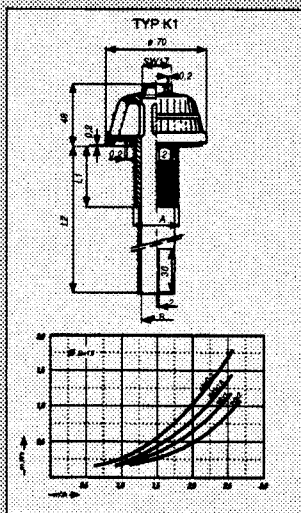
Algemene aspecten

De spleetbreedte in de spoelkop wordt kleiner gekozen dan de kleinste fractie (D_{10}) van het filtermateriaal.

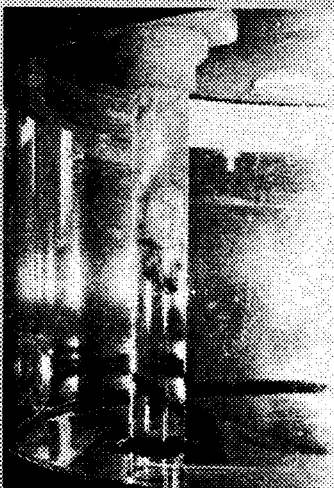
Voor een optimale waterverdeling worden (wanneer geen steunlaag wordt gebruikt) 36-100 doppen per m^2 gekozen. Bij een lage spoeldoppendichtheid (b.v. 36 m^2) worden de doppen vaak verdiept opgesteld (RID pompstations).

De volumestroom per spoeldop is te berekenen uit het aantal spoeldoppen per m^2 en de spoelsnelheden voor lucht en water.

De benodigde spoelprocedure en spoelsnelheden zijn afkomstig uit proefonderzoek.



Spoelkarakteristiek



Water- en luchtspoeling

Aspecten m.b.t. waterspoeling

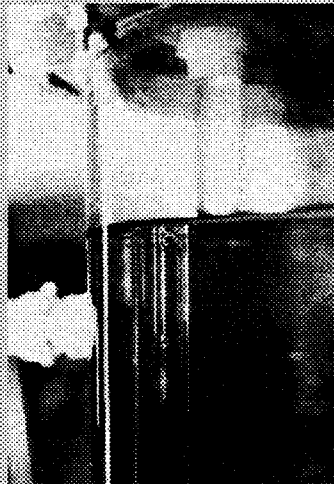
Kies een spoeldop die bij de gewenste spoelsnelheid voor water een weerstand van 10 - 100 cmwk heeft.

- bij 10 cmwk is een zeer goede verdeling van het water onder de bodem vereist;
- bij 100 cmwk is de verdeling van het water onder de bodem minder kritisch.

Voor een goede waterverdeling moet gelden dat de drukverschillen tussen verschillende plaatsen onder de bodem kleiner zijn dan de drukval over de spoeldop:

$$PA - PB \ll P1 - P2$$

Uitgangspunt hierbij is dat geen verschil in drukval boven de spoeldoppen optreedt. In praktijksituaties zal dit wel voorkomen. Om toch een goede verdeling over de bodem te behouden dient de weerstand over de bodem hoger te worden gekozen. Berekend kan worden dat bij een verschil in drukval van 5 cmwk (op verschillende plaatsen in het bed) en een maximaal verschil in waterverdeling van 3 % een drukval over de bodem van ca. 1 mwk nodig is [Huisman, 1990].



Waterspoeling

Aspecten m.b.t. luchtspoeling

De drukval over de spoeldop wordt tijdens luchtspoeling bepaald door het oppervlak van de gaatjes (of spleten) in de dompelpijp, de onder de bodem heersende druk en de volumestroom lucht (Nm^3/h) per spoeldop.

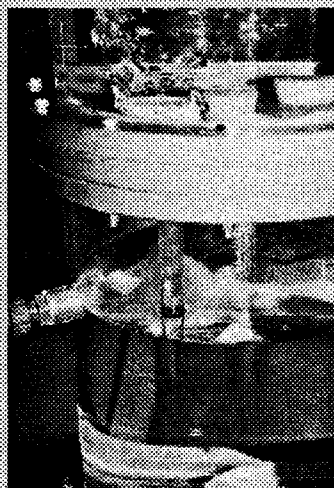
De gaatjes worden zodanig gedimensioneerd dat de drukval (in mwk) over het gaatje kleiner is dan de afstand van het gaatje tot de onderkant van het dompelpijp ($P1 - P2 < B$). Het luchtkussen zal zich hierdoor instellen tussen de gaatjes en de onderkant van de dompelpijp.

Voor een goede luchtverdeling moet gelden dat de drukverschillen tussen verschillende plaatsen onder de bodem kleiner zijn dan de drukval over de spoeldop en dat de drukval over de spoeldop kleiner is dan de waterkolom tussen het gaatje en de onderkant van het dompelpijp:

$$PA - PB \ll P1 - P2 \text{ en } P1 - P2 < B$$

Wanneer met verschillende luchtsnelheden moet worden gespoeld, kunnen drie oplossingen worden gekozen:

- toepassen van twee gaatjes onder elkaar;
- toepassen van een spleet;
- vergroten van B.

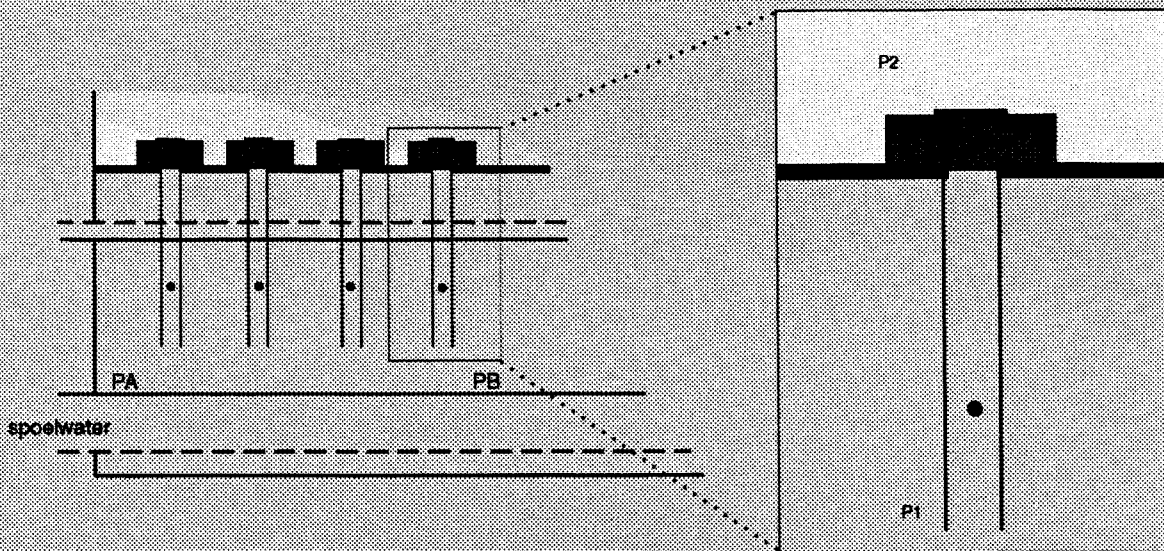


Luchtspoeling

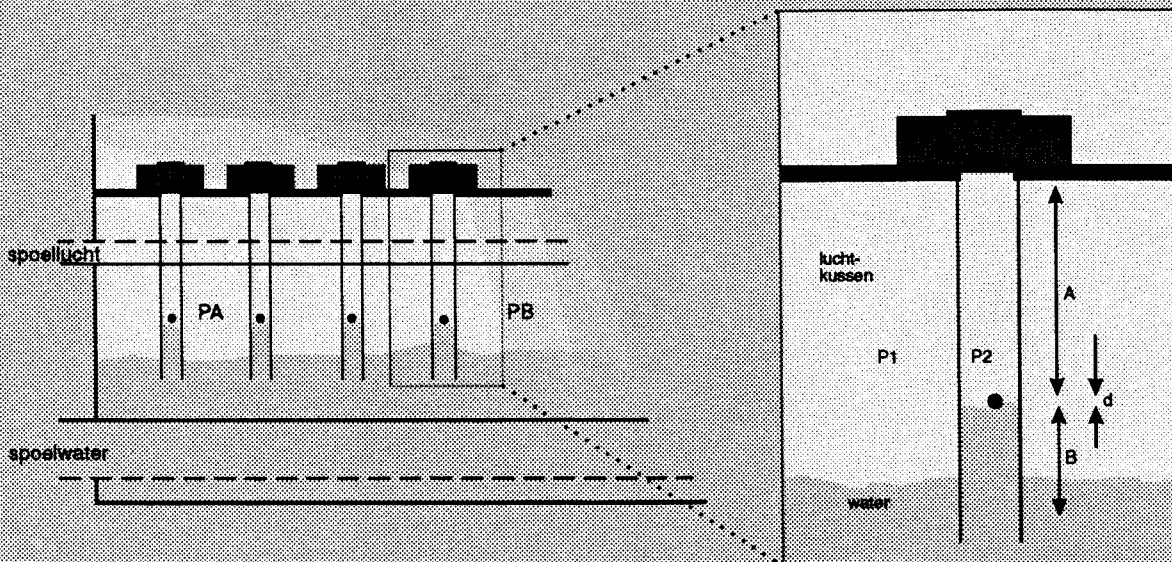
De onderzoek is uitgevoerd in het kader van het meerpunten onderzoeksprogramma van de VEWIN, de vereniging van exploitanten van waterleidingbedrijven in Nederland.



Waterspoeling



Luchtspoeling



De gegevens zijn ontleend aan:
 "Richtlijnen ten dienste van het ontwerpen en de
 behandeling van snelfilters", KIWA rapport COFICO
 mededeling 9, 1965;
 L.Huisman, "Rapid filtration", dictaat TU Delft nr. 753099,
 1990.

KIWA N.V. Onderzoek en Advies
 Nieuwegein, Nederland

kiwa

DEELNEMERS WORKSHOP SPOELEN GRONDWATERFILTERS D.D. 13-10-1993

NV Waterleidingbedrijf Midden-Nederland
Adamse, de heer ing. H.D.
Postbus 2124
3500 GC UTRECHT

NV Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant
Bekkers, de heer A.J.M.E.
Postbus 1068
5200 BC 'S-HERTOGENBOSCH

Stichting Waterlaboratorium Oost
Bennekom, de heer ing. C.A. van
Vlijtstraat 50
7005 BN DOETINCHEM

NV Waterleidingmaatschappij voor de Provincie Groningen
Bijlsma, de heer O.
Postbus 24
9700 AA GRONINGEN

Milieulaboratorium De Punt
Boorsma, de heer M.J.
Rijksstraatweg 83
9756 AD GLIMMEN

Waterleidingmaatschappij Zuid-Holland Oost
Bouwman-Selier, mevrouw M.L.
Postbus 122
2800 AC GOUDA

NV Watermaatschappij Zuid-Holland Oost
Brenk, de heer H. van
's Gravensloot 36
3471 BP KAMERIK

KIWA N.V. Onderzoek en Advies
Brink, de heer ir. H.
Postbus 1072
3430 BB NIEUWEGEIN

NV Delta Nutsbedrijven
Broek, de heer W.B.P. van den
Postbus 5048
4330 KA MIDDELBURG

Waterleiding Maatschappij Overijssel NV
Brummel, de heer D.
Postbus 10005
8000 GA ZWOLLE

KIWA N.V.
Buijs, de heer ir. P.J.
Postbus 1072
3430 BB NIEUWEGEIN

Cromphout, de heer J.
Trierstraat 21
B 1040 BRUSSEL

Provincie Friesland, Hoofdgroep Waterstaat en Milieu
Dijk, de heer ing. H.
Postbus 20120
8900 HM LEEUWARDEN

Waterleidingbedrijf Zuid-Kennemerland NV
Duijverman, de heer F.K.A.
Postbus 6085
2001 HB HAARLEM

Veluwe Nutsbedrijven NV
Duits, de heer A.
Amersfoortseweg 31
7313 AC APELDOORN

NV Waterleidingmaatschappij Gelderland
Eckhart, de heer J.M.J.M. van
Postbus 23
6880 BC VELP

NV Nutsbedrijven Regio Eindhoven
Ernes, de heer ir. J.P.P.M.
Postbus 2005
5600 CA EINDHOVEN

Stichting Waterleidinglaboratorium Zuid
Feij, de heer drs. L.A.C.
Postbus 3194
4800 DD BREDA

NV Waterleidingmaatschappij voor de provincie Groningen
Fokkes, de heer J.
Postbus 24
9700 AA GRONINGEN

Waterleidingbedrijf Zuid-Kennemerland NV
Gijsbers, de heer E.P.
Postbus 6085
2001 HB HAARLEM

Waterleiding Maatschappij Overijssel NV
Grondman, de heer M.
Postbus 10005
8000 GA ZWOLLE

NV Waterleiding Maatschappij Limburg
Hamers, de heer ir. R.E.H.J.
Postbus 1060
6201 BB MAASTRICHT

Veluwe Nutsbedrijven NV
Harms, de heer ing. J.
Postbus 250
7300 AG APELDOORN

NV Waterleidingmaatschappij Gelderland
Hartman, de heer ing. J.B.
Postbus 23
6880 BC VELP

Centraal Overijsselse Nutsbedrijven
Hegeman, de heer ing. H.J.M.
Postbus 71
7600 AB ALMELO

Centraal Overijsselse Nutsbedrijven NV (Cogas) Almelo
Hemert, de heer A.F. van
Rohofstraat 83
7605 AT ALMELO

Centraal Overijsselse Nutsbedrijven
Heuver, de heer A.
Postbus 71
7600 AB ALMELO

Waterleiding Maatschappij Overijssel N.V.
Heuvingh, de heer ing. W.
Postbus 10005
8000 GA ZWOLLE

NV Waterleiding Friesland
Hoekstra, de heer O.J.
Postbus 400
8901 BE LEEUWARDEN

NV Waterleidingbedrijf Zuid-Holland Zuid
Hootsen, de heer ing. J.H.
Postbus 6610
3002 AP ROTTERDAM

N.V. PGEM Waterproduktie
Inkelaar, de heer R.
Postbus 30
6800 LD ARNHEM

N.V. Waterleiding Maatschappij Limburg
Jacobs, de heer H.R.M.
Postbus 1246
6333 ZJ SCHIMMERT

KIWA N.V.
Kappelhof, de heer ir. J.W.N.M.
Postbus 1072
3430 BB NIEUWEGEIN

Waterlaboratorium Oost
Keizer, de heer P.
Vlijtstraat 50
7005 BN DOETINCHEM

Waterleidingbedrijf Zuid-Kennemerland N.V.
Kelly, de heer ing. C.I.
Postbus 6085
2001 HB HAARLEM

Stichting Waterlaboratorium Zuid
Keltjens, de heer ir. L.L.M.
Postbus 3194
4800 DD BREDA

NV Tilburgsche Waterleiding Maatschappij
Kock, de heer ing. K. de
Postbus 158
5000 AD TILBURG

NV Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland, Waterwinst-
ation Prinses Juliana
Koelman, de heer ing. N.G.
Postbus 43
1619 ZG ANDIJK

Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland
Könning, de heer G.A.M.
Terborgseweg 136
7000 AA DOETINCHEM

Waterleidingbedrijf Zuid-Kennemerland N.V.
Kok, de heer T.
Postbus 6085
2001 HB HAARLEM

Waterleidingbedrijf Zuid-Holland-Oost
Kolpa, de heer ir. R.J.
Postbus 122
2800 AC GOUDA

KIWA N.V.
Koreman, de heer ir. E.A.
Postbus 1070
3430 BB NIEUWEGEIN

NV Waterleiding Maatschappij Gelderland
Kostense, de heer ing. A.
Postbus 23
6880 BC VELP

Stichting Waterlaboratorium Oost
Kraaijvanger, de heer H.B.M.
Vlijtstraat 50
7005 BN DOETINCHEM

Waterleidingbedrijf Zuid-Kennemerland
Kroesbergen, de heer dr. J.
Stephensonstraat 38
2014 KD HAARLEM

Laboratorium van de NV Waterleidingbedrijf Midden-Nederland
Laan, de heer drs. J. van der
Ridderhoflaan 59
3451 XC VLEUTEN

NV Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant
Laheij, de heer ing. N.
Postbus 1068
5200 BC 'S-HERTOGENBOSCH

NV Waterleiding Friesland
Linden, de heer ir. J.Ph. van der
Postbus 400
8901 BE LEEUWARDEN

Centraal Overijsselse Nutsbedrijven
Linderman, de heer F.
Rohotstraat 83
7605 AT ALMELO

NV Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland
Lucieer, de heer ing. W.B.
Postbus 43
1619 ZG ANDIJK

NV Energie- en Watervoorziening Rijnland
Male, de heer ing. J.A. van
Postbus 111
2300 AC LEIDEN

N.V. Waterleiding Friesland
Meer, de heer ir. W.G.J. van der
Postbus 400
8901 BE LEEUWARDEN

NV Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland
Mijnarends, de heer ir. B.J.
Postbus 15
7000 AA DOETINCHEM

NV Energie- en Watervoorziening Rijnland
Oorthuizen, de heer ing. W.A.
Cantineweg 19 A
2224 XP KATWIJK

NV Waterleiding Friesland
Oost, de heer A.
Postbus 400
8901 BE LEEUWARDEN

NV Waterleiding Maatschappij Overijssel
Paassen, de heer ing. J.A.M. van
Postbus 10005
8000 GA ZWOLLE

NV Regionaal Nutsbedrijf 's-Hertogenbosch
Raaymakers, de heer ing. A.J.H.M.
Postbus 400
5201 AK 's-HERTOGENBOSCH

KIWA N.V.
Reijnen, de heer ir. G.K.
Postbus 1072
3430 BB NIEUWEGEIN

Stichting Waterlaboratorium Zuid
Reilman, de heer J.
Berkenweg 1a
9469 PB ZUID-LAREN

NV Waterleidingbedrijf Zuid-Holland-Zuid
Roelands, de heer ing. J.
Postbus 6610
3002 AP ROTTERDAM

Landbouw Universiteit Wageningen
Roijackers, de heer dr. R.M.M.
Postbus 8080
6700 DD WAGENINGEN

Veluwe Nutsbedrijven NV
Schalten, de heer J.C.
Deventerstraat 46
7316 JV APELDOORN

N.V. Waterleiding Maatschappij Limburg
Scheepers, de heer F.J.P.
Broekhuizerweg 59
5973 NW LOTTUM

KIWA N.V.
Schoonenberg-Kegel, de heer ing. F.
Postbus 1072
3430 BB NIEUWEGEIN

NV Waterleidingmaatschappij voor de provincie Groningen
Siepel, de heer F.
Postbus 24
9700 AA GRONINGEN

Laboratorium van de NV Watertransportmaatschappij Rijn-Kenne-
merland
Smits, de heer A.H.
Postbus 10
3430 AA NIEUWEGEIN

N.V. Delta Nutsbedrijven
Suylen, mevrouw Dr. G.M.H. van
Postbus 5048
4330 KA MIDDELBURG

NV Watermaatschappij Oostelijk Gelderland
Tiemes, de heer ing. J.B.Th.
Postbus 15
7000 AA DOETINCHEM

NV Waterleiding Friesland
Tuinen, de heer P. van
Postbus 400
8901 BE LEEUWARDEN

N.V. Delta Nutsbedrijven
Vaal, de heer P.P.R.
Postbus 5048
4330 KA MIDDELBURG

NV Energie- en Watervoorziening Rijnland
Versendaal, de heer ing. J.
Postbus 111
2300 AC LEIDEN

NV Nutsbedrijf Regio Eindhoven
Vos, de heer ing. G.
Postbus 2005
5600 CA EINDHOVEN

Flevolandse Drinkwater Maatschappij
Waal, de heer ir. L.M. de
Postbus 1090
8200 BB LELYSTAD

NV Tilburgsche Waterleiding Maatschappij
Wit, de heer ir. M.R. de
Postbus 158
5000 AD TILBURG

Milieulaboratorium 'De Punt' van het Gemeentelijk Waterbedrijf
Groningen
Wolters, de heer H.
Rijksstraatweg 83
9756 AD GLIMMEN