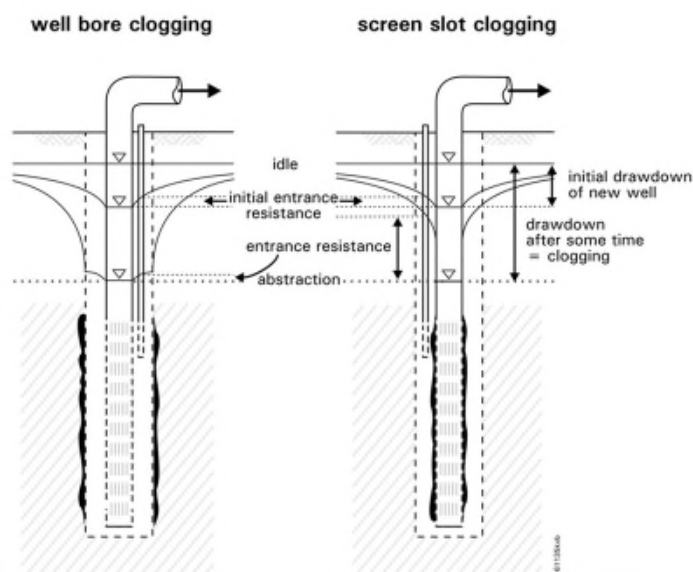


# Putverstopping

## Van probleem naar preventie

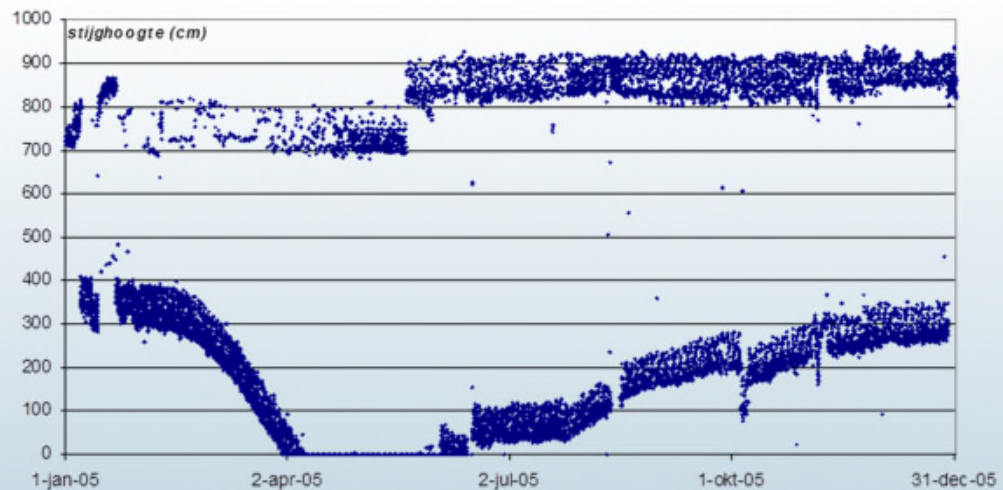
## Twee typen putverstopping



## Boorgatwand-verstopping

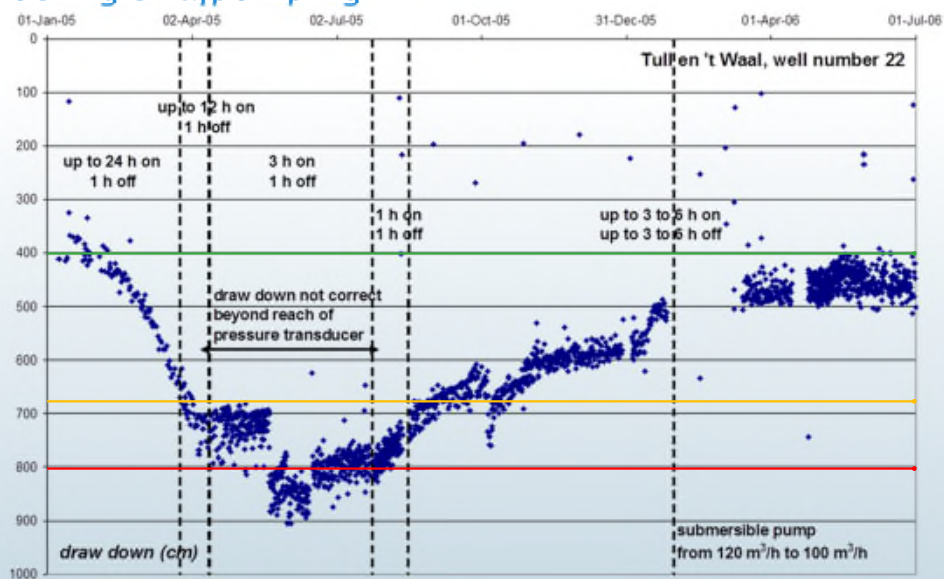
### Verloop drukhoogte

Tull en 't Waal, put 22



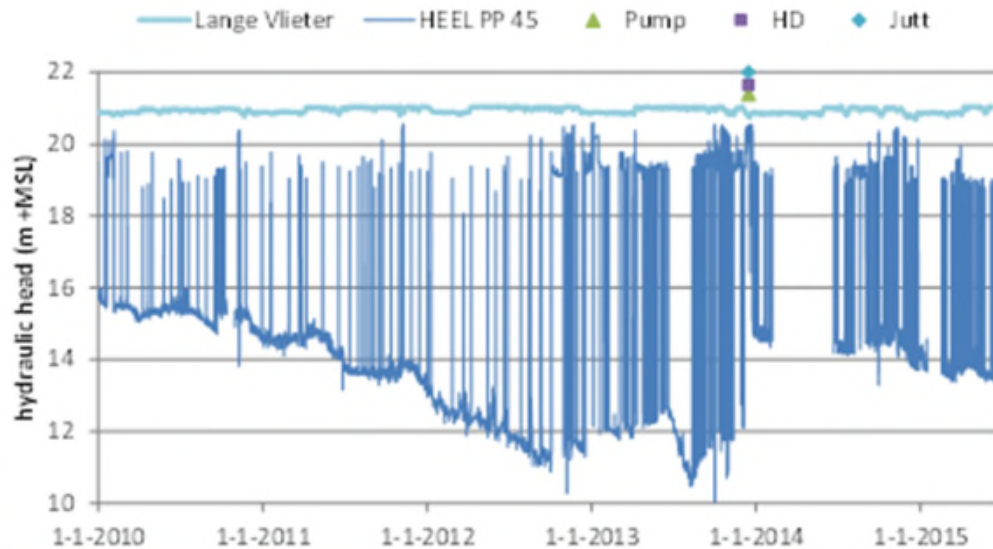
## Boorgatwand-verstopping

### Bedrijfsvoering en afpomping



## Boorgatwand-verstopping

### Bedrijfsvoering en afpomp



## Stand van zaken mechanische verstopping

Frequent put schakelen heeft zich bewezen als preventie methode voor mechanische putverstopping

Nu bedrijfsklaar maken:

1. Bepaling bedrijfsvoering vooraf (effect rustperiode)
2. Bepaling optimaal aantal putten per puttenveld
3. Herkenning potentieel verstoppende putten(velden)
4. Inbedding putmanagement in algehele bedrijfsvoering
5. ?

## Chemische putverstopping getrokken onderwaterpompen

Bridging science to practice

7



pH ≈ 6

pH ≈ 7,5

**KWR** Watercycle Research Institute

## Chemische putverstopping: oxidatie van ijzer(II) door zuurstof

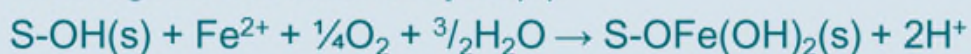
Bridging science to practice

8

Homogene oxidatie van ijzer(II):



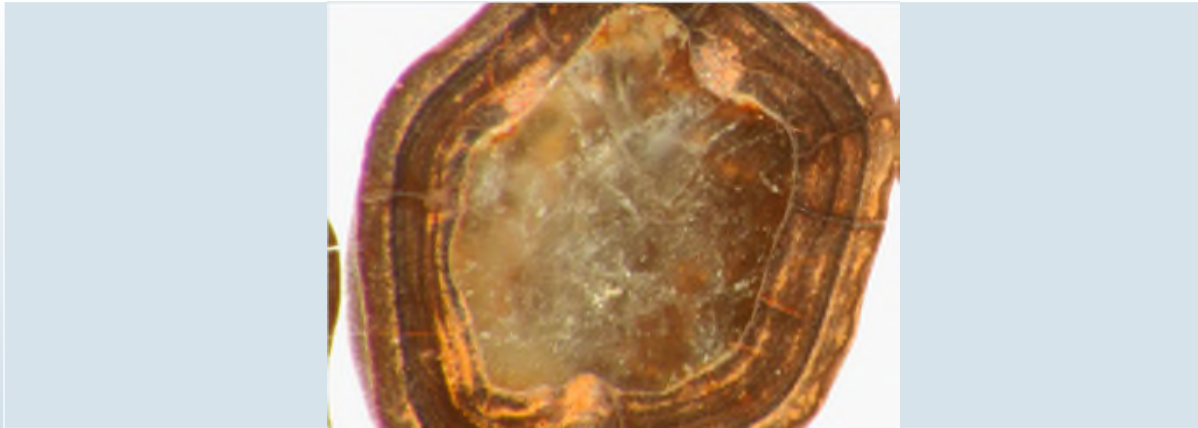
Heterogene oxidatie van ijzer(II):



Biologische oxidatie van ijzer(II):

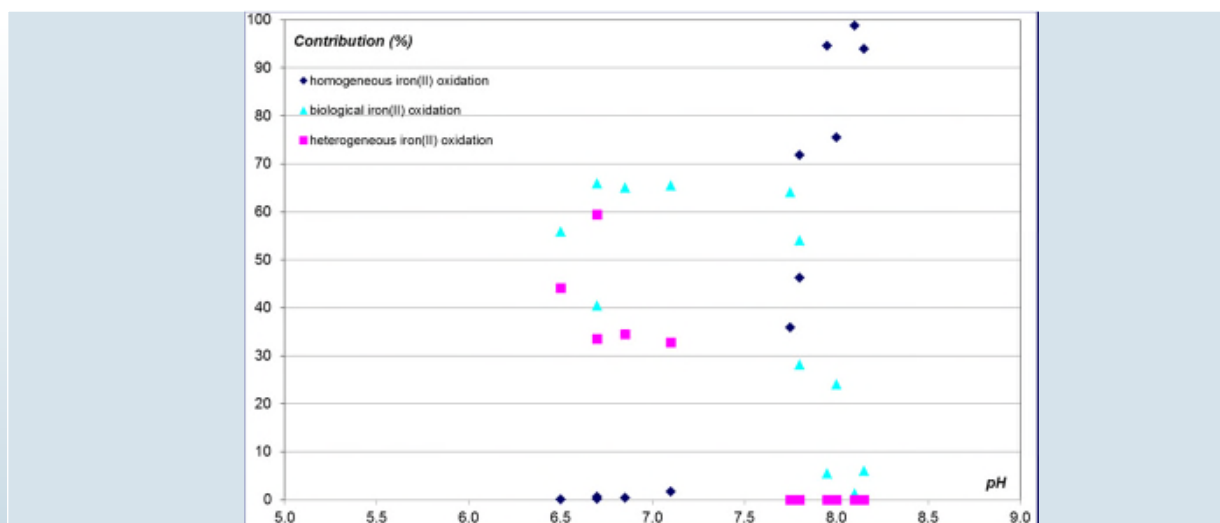

**KWR** Watercycle Research Institute

## Heterogene oxidatie van ijzer(II) door zuurstof: groeiende filterkorrel (PIDPA)



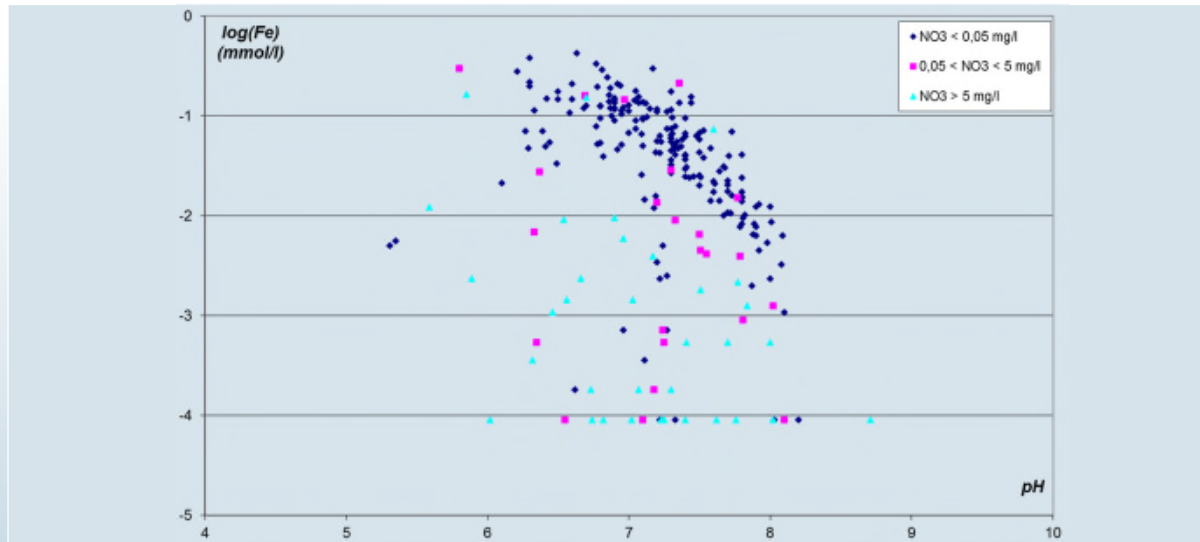
## Oxidatie van ijzer(II) door zuurstof

Bijdrage processen als functie van pH bij beluchting en natfiltratie



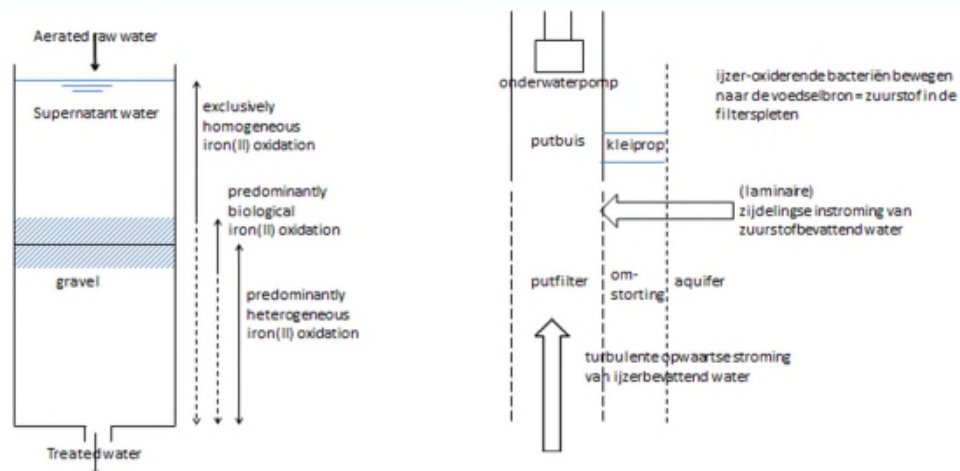


## Concentratie van ijzer(II) in onttrokken grondwater als functie van pH



## Oxidatie van ijzer(II) door zuurstof: in de zuivering en in de put

Omstandigheden in put gunstig voor homogene ontijzering



## Chemische putverstopping getrokken onderwaterpompen

Bridging science to practice

13

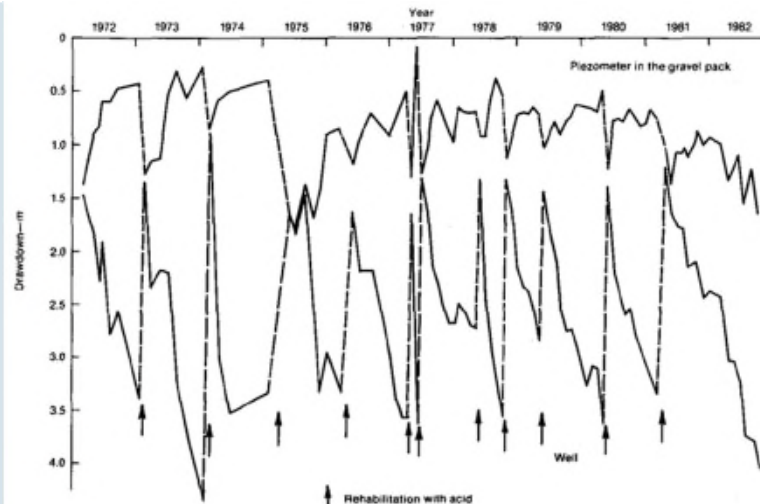
pH  $\approx$  6pH  $\approx$  7,5

KWR Watercycle Research Institute

## Chemische putverstopping: door heterogeen-biologische ijzerneerslagen

Bridging science to practice

14



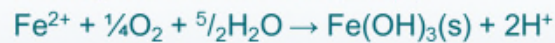
KWR Watercycle Research Institute

## Chemische putverstopping: homogene oxidatie van ijzer(II) door zuurstof

Bridging science to practice

15

Homogene oxidatie van ijzer(II):



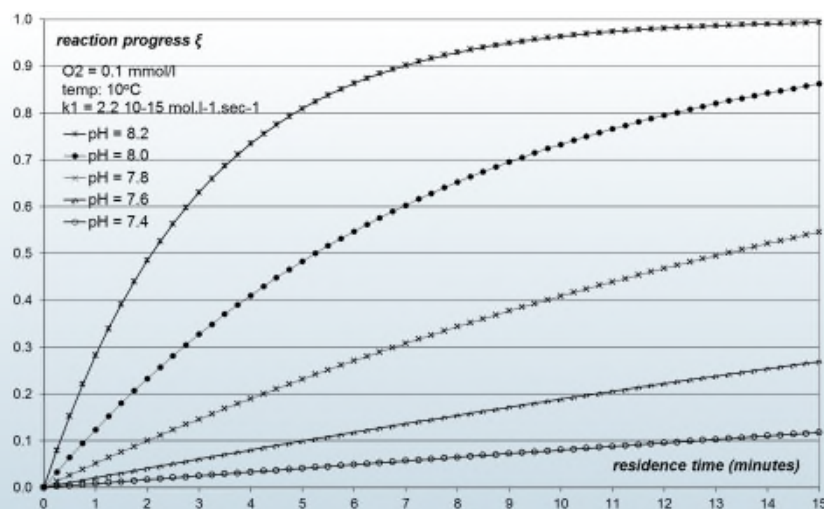
$$\frac{d[\text{Fe}^{2+}]}{dt} = -k_1 \frac{[\text{Fe}^{2+}][\text{O}_2]}{[\text{H}^+]^2}$$

$$\frac{[\text{Fe}^{2+}]_0 - [\text{Fe}^{2+}]}{[\text{Fe}^{2+}]_0} = \xi = 1 - \exp\left(-k_1 \frac{[\text{O}_2]}{[\text{H}^+]^2} t\right)$$

## Homogene oxidatie van ijzer(II) door zuurstof: Proces voortgang

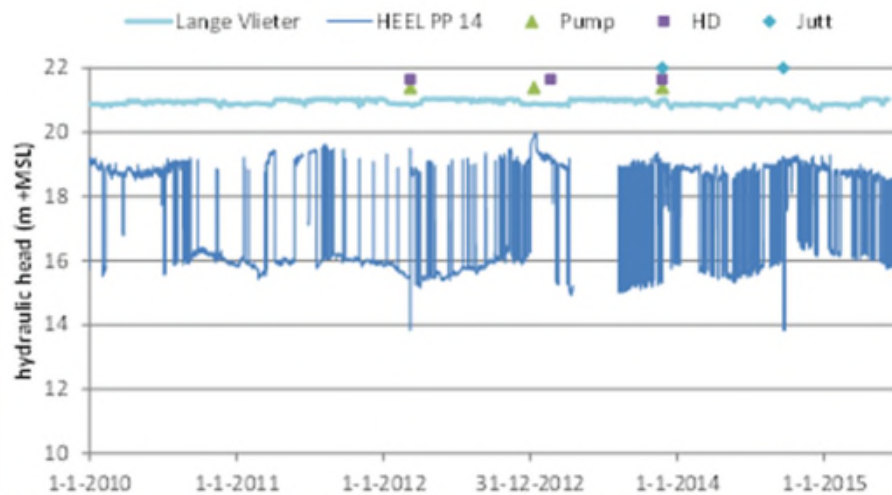
Bridging science to practice

16

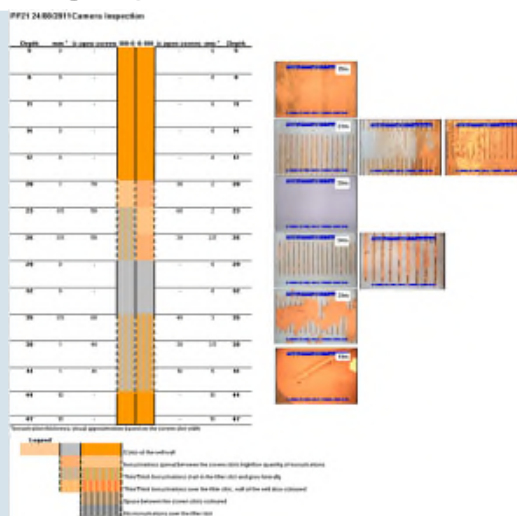




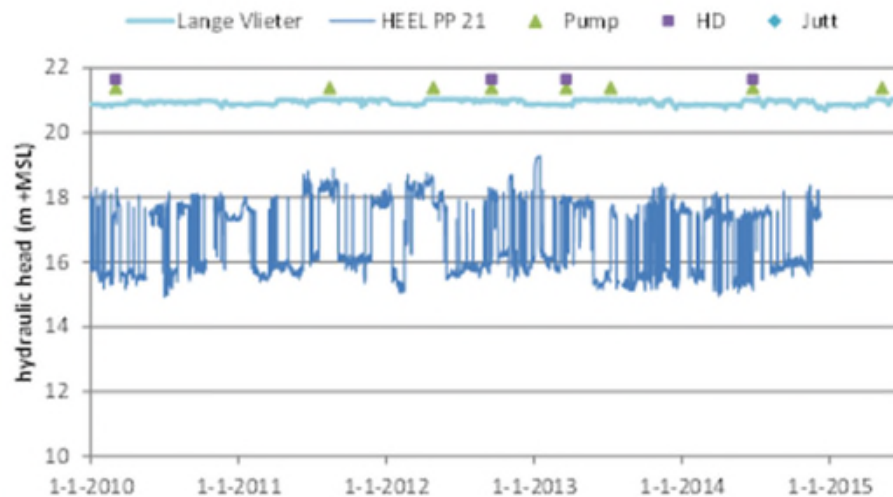
## Homogene oxidatie van ijzer(II) door zuurstof: geen (chemische) putverstopping!



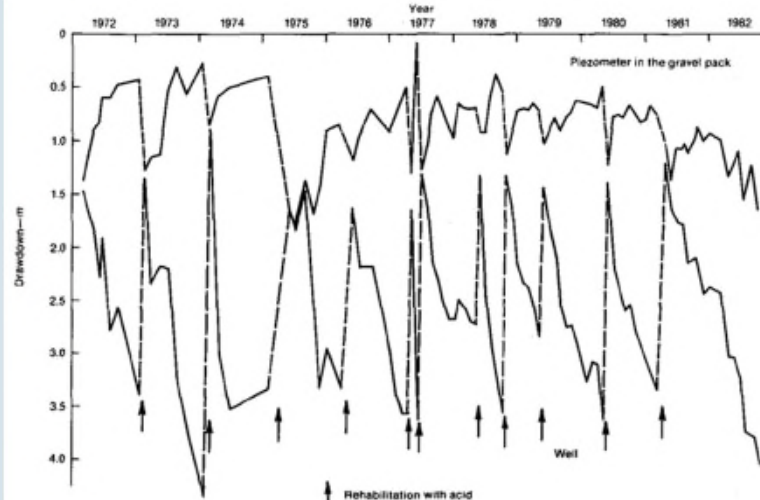
## Homogene oxidatie van ijzer(II) door zuurstof: kortsluitstroming tijdens rust



## Homogene oxidatie van ijzer(II) door zuurstof: ook bij kortsluitstroming geen putverstopping!



## Chemische putverstopping: door heterogeen-biologische ijzerneerslagen



## Samenvatting chemische putverstopping

Stand van zaken chemische putverstopping	
pH < ca 7	pH > ca 7
Heterogeen-biol. oxidatie van ijzer(II) door zuurstof	Homogene oxidatie van ijzer(II) door zuurstof
"Hechting" van HFO neerslagen en biomassa	"Kleef" van HFO neerslagen
Ernstige putverstopping	Geen/nauwelijks putverstopping
Ernstige vervuiling van leidingen etc	Enige vervuiling van leidingen etc
Suggesties voor optimale bedrijfsvoering:	
Hechting voor FeOB zo onaantrekkelijk mogelijk maken:	
toepassing anti-fouling coating, anti-fouling materiaal	
continue onttrekking met hoge snelheid (kort putfilter)	
Effect kortsluitstroming tijdens rust? (rampzalig?)	

## Samenvatting putverstopping

Definitie putverstopping	Afname specifieke volumestroom over de tijd	
Criteria	Chemische (of filterspleet) putverstopping	Mechanische (of boorgatwand) putverstopping
Kenmerk	Aanwezigheid intree-weerstand <sup>1</sup>	Afwezigheid intree-weerstand <sup>1</sup>
Oorzaak	Accumulatie van chemische neerslagen en biomassa in filterspleten	Accumulatie van deeltjes op boorgatwand
Kenmerkend verschijnsel	Put, onderwaterpomp en ruwwaterleidingen volledig bedekt met neerslagen	Put, onderwaterpomp en ruwwaterleidingen brandschoon
Kenmerk grondwaterkwaliteit	Onttrokken grondwater bevat ijzer en zuurstof (nitraat)	Onttrokken grondwater vertoont sulfaat-reductie (?)
Kenmerk watervoerend pakket <sup>2</sup>	Freatisch watervoerend pakket	(Semi-)spannings grondwater
Geologisch profiel <sup>2</sup>	Onttrekking aan bruin- en aan grijsgekleurde niet-verkitte afzettingen	Onttrekking aan grijsgekleurde niet-verkitte afzettingen
Regeneratie	Gemakkelijk, zolang de neerslagen vers zijn	Moeilijk, omdat de verstopping zich op enige afstand van de put bevindt
Preventie	hoge pH: geen verstopping lage pH: mitigatie door continue onttrekking?	Regelmatig schakelen

<sup>1</sup>: Intree-weerstand betreft alleen het potentiaalverlies over de filterspleten, <sup>2</sup>: Situatie voor Nederland

## Vorming van HFO-neerslagen in putten oiv heterogene biologische oxidatie

1. Preventie door toepassing van anti-fouling coatings of anti-fouling materiaal

## Stand van zaken chemische putverstopping $\text{pH} > \text{ca } 7$

### Stellingen:

Homogene oxidatie van ijzer(II) door zuurstof:  
geen putverstopping (duinwater-winningen), wel  
vervuiling van leidingen etc. door "kleeft" van HFO  
neerslagen.

Preventie door grotere stroomsnelheid, inzet anti"kleef"  
materiaal, of toch maar regelmatig schoonmaken?  
Effect kortsluitstromen tijdens rust?

## Stand van zaken chemische putverstopping

pH < 7

### Stellingen:

Heterogene-biologische oxidatie van ijzer(II) door zuurstof: ernstige putverstopping! vervuiling van leidingen, etc

Preventie door tegengaan van hechting door FeOB: toepassing van anti-fouling coating e/o anti fouling materiaal

Continue onttrekking met zo hoog mogelijke snelheid

Inzet kort putfilter

Effect kortsluitstromen tijdens rust: rampzalig, continue onttrekking, door inzet toerengeregelde pompen?

## Vorming van HFO-neerslagen in putten oiv homogene oxidatie

1. Vorming van chemische neerslagen oiv menging stroomafwaarts van de filterspleten , leidt niet tot verstopping
2. Ook terugstromen tijdens rust leidt niet tot verstopping (door de ongunstige omstandigheden blijven de vlokjes/deeltjes klein)