

Grondwaterzuivering

Prof. ir. Hans van Dijk



Kenmerken grondwater

Voordelen

- hygiënische betrouwbaarheid
- constante temperatuur
- biologische en chemische stabiliteit
- gelijkmatige goede kwaliteit
- ongevoelig voor calamiteiten

Nadelen

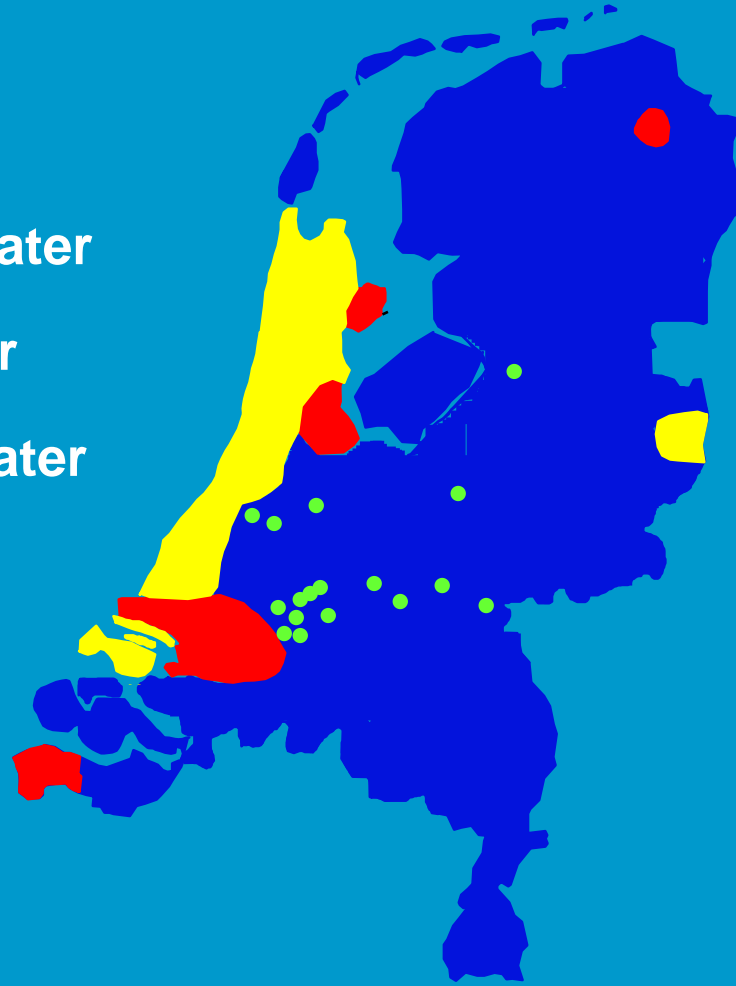
- beperkte beschikbaarheid
- vrij groot ruimtebeslag

Opzet infrastructuur

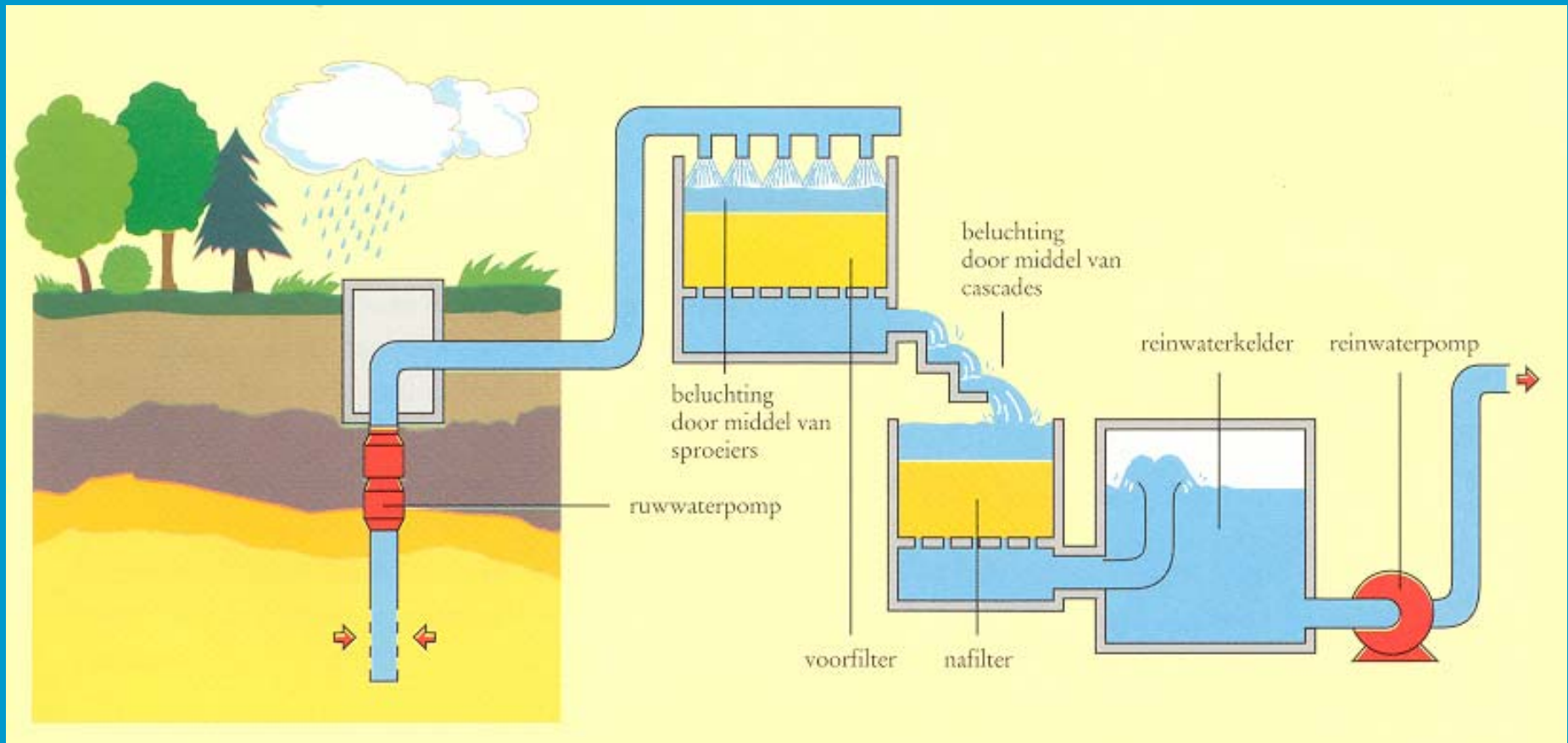
- kleinschalig

Bronnen van drinkwater

- grondwater
- oppervlaktewater
- infiltratiewater
- oevergrondwater



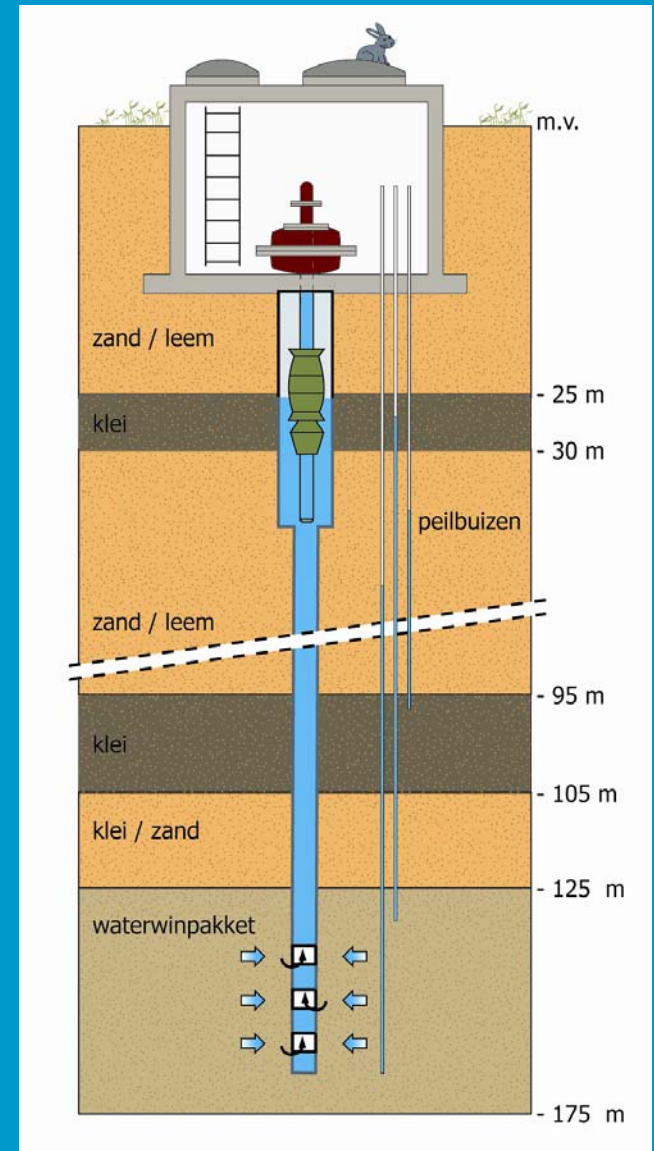
Grondwaterzuivering



Winputten



Winning



Beluchting



Beluchting

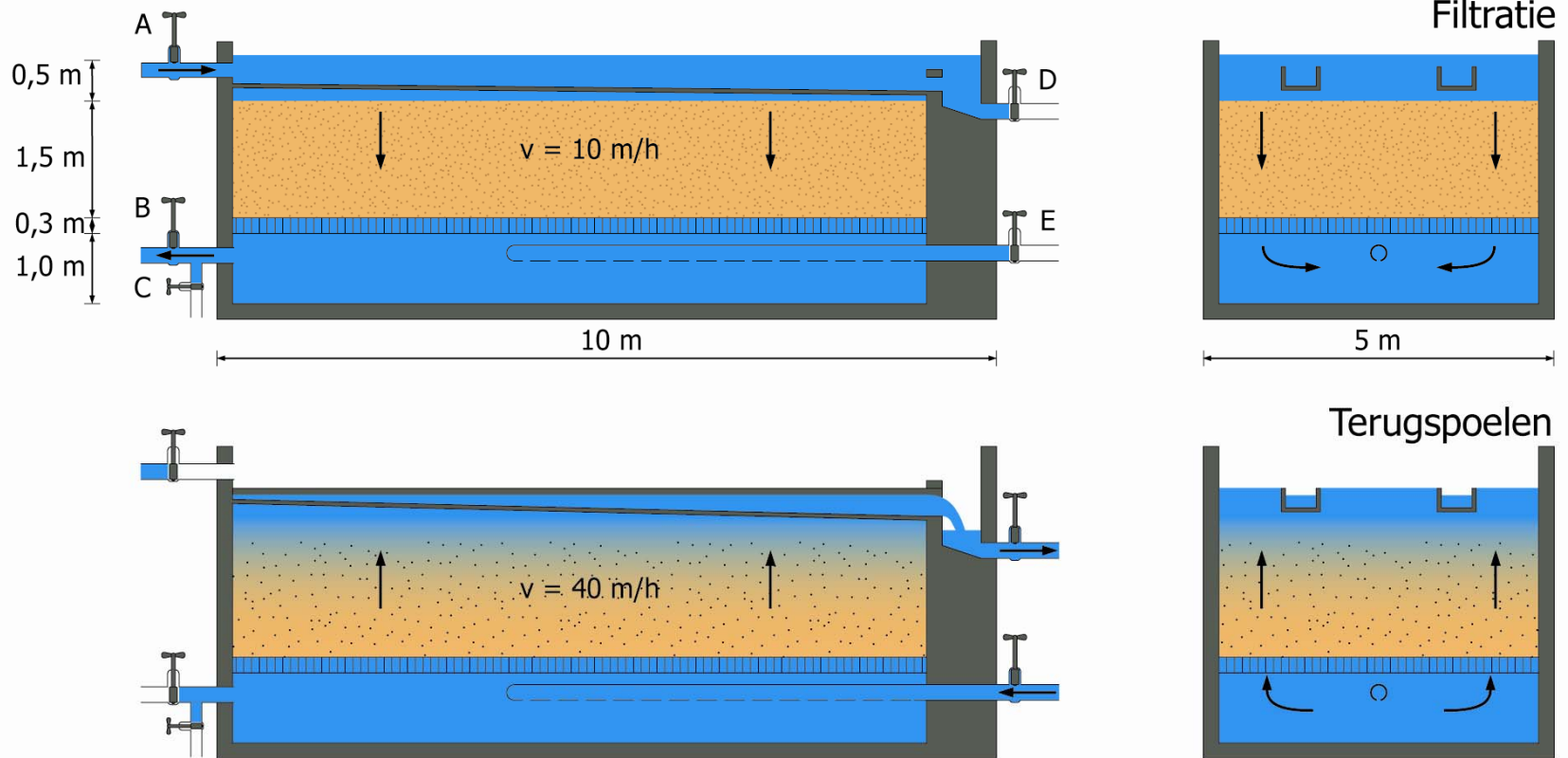
Cascade



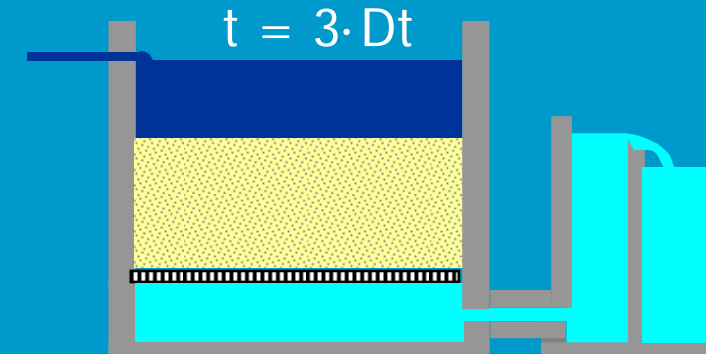
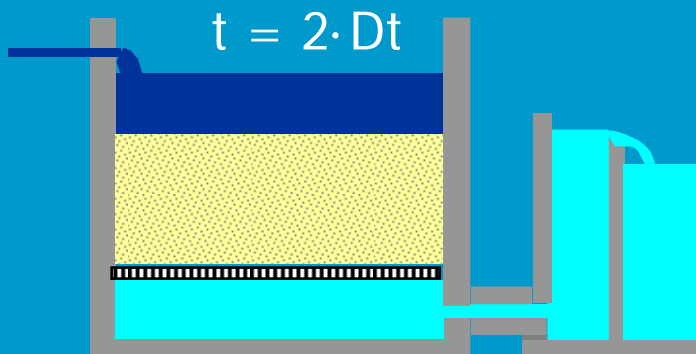
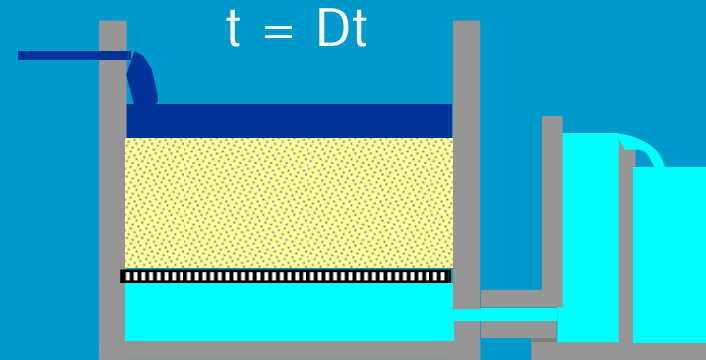
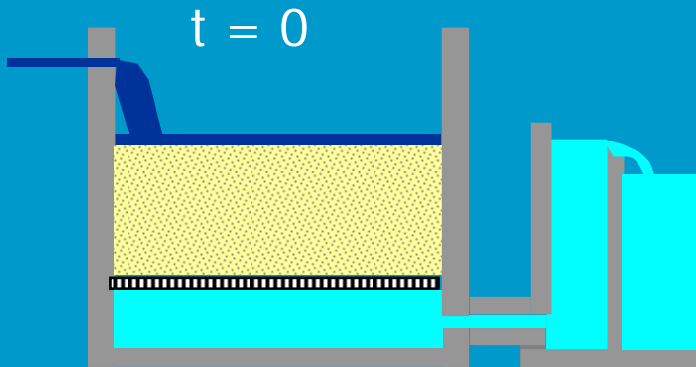
Sproeibeluchting



Grondwaterfiltratie



Toename filterweerstand

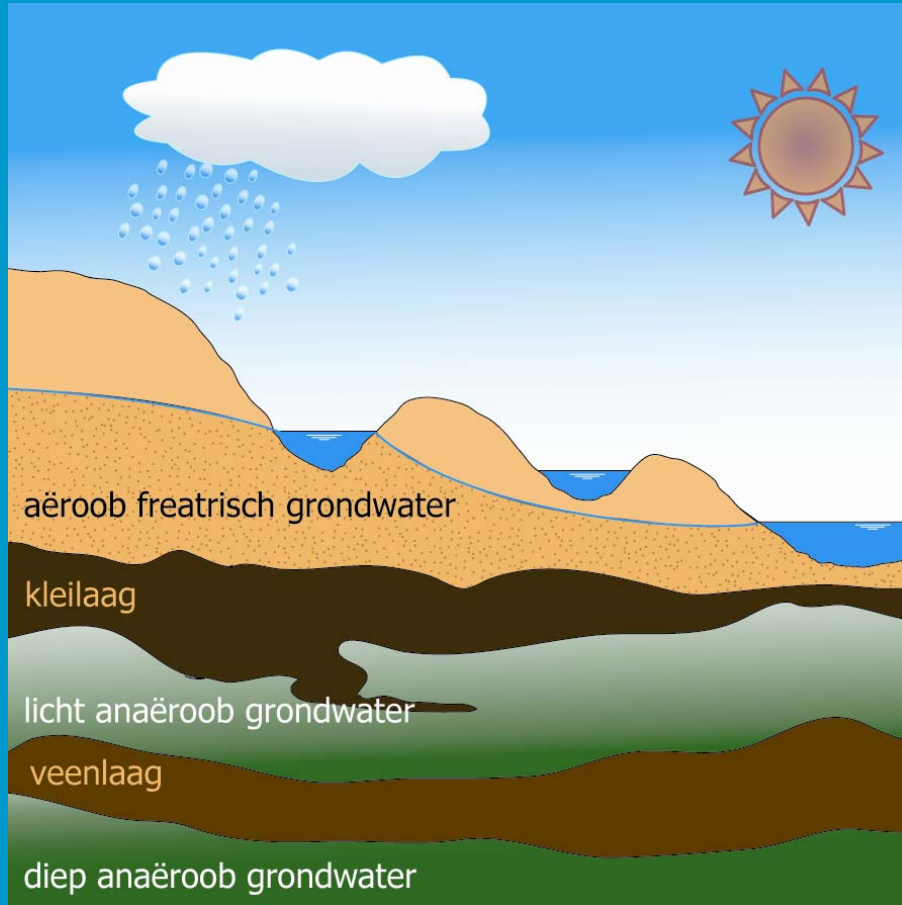




Terugspoelen

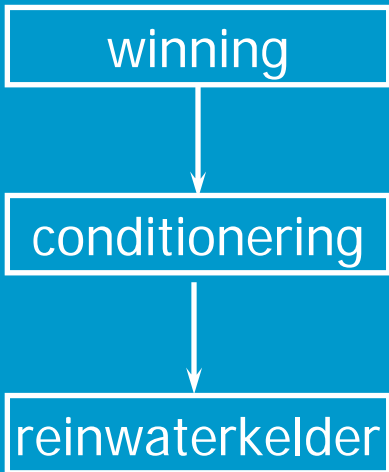


Soorten grondwater



Aëroob fretatisch grondwater

zuiveringsschema



kenmerken aëroob grondwater:
weinig tot geen zuivering

bij zandgronden:

agressief, lage pH --> marmerfiltratie



bij kalkhoudende gronden (Z-Limburg):

kalkafzettend --> ontharding



Marmerfiltratie & ontharding



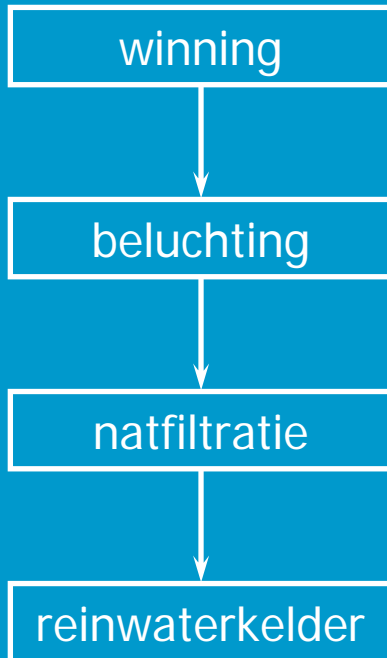
Aëroob freatisch grondwater

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Reinwater
Temperatuur	°C	9,6	10
pH	-	6,1	7,8
EGV	mS/m	9,3	14,3
SI	-	-3,4	-0,3
Troebelheid	FTU	-	<0,1
Na ⁺	mg/l	8,1	7,9
K ⁺	mg/l	1	1
Ca ²⁺	mg/l	8,6	22,5
Mg ²⁺	mg/l	1,6	1,6
Cl ⁻	mg/l	12	12
HCO ₃ ⁻	mg/l	21	63
SO ₄ ²⁻	mg/l	9	10
NO ₃ ⁻	mg/l	2,7	2,7
O ₂	mg/l	4,2	8
CH ₄	mg/l	-	-
CO ₂	mg/l	31	2
Fe ²⁺	mg/l	0,06	0,03
Mn ²⁺	mg/l	0,02	<0,01
NH ₄ ⁺	mg/l	<0,04	<0,04
DOC	mg/l	<0,2	<0,2
E-Coli	n/ 1000 ml	0	0
Bentazon	µg/l	-	-
Chloroform	µg/l	-	-
Bromaat	µg/l	-	-

Pompstation Hoenderloo

Licht anaëroob grondwater

zuiveringsschema



kenmerken licht anaëroob grondwater:
onder afsluitende laag

ammonium, ijzer en mangaan

Beluchting:

verwijdering CO₂; toename O₂



Filtratie:



1 mg ijzer gebruikt:

0.14 mg O₂

1 mg mangaan gebruikt:

0.29 mg O₂

1 mg ammonium gebruikt:

3.55 mg O₂

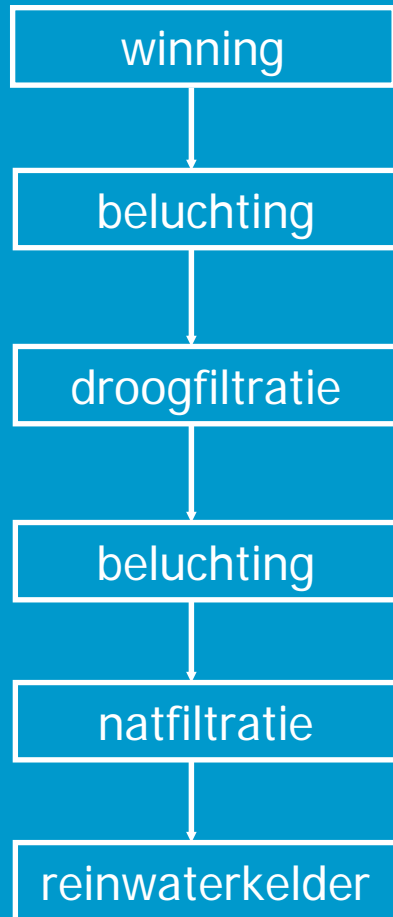
Licht anaëroob grondwater

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Reinwater
Temperatuur	°C	13,1	13,1
pH	-	7,7	7,9
EGV	mS/m	58	58
SI	-	-0,0	0,1
Troebelheid	FTU	-	<0,1
Na ⁺	mg/l	75	75
K ⁺	mg/l	6,7	6,7
Ca ²⁺	mg/l	47	46
Mg ²⁺	mg/l	7,8	8
Cl ⁻	mg/l	108	110
HCO ₃ ⁻	mg/l	185	177
SO ₄ ²⁻	mg/l	<1	<1
NO ₃ ⁻	mg/l	<0,1	2,8
O ₂	mg/l	0,4	9,5
CH ₄	mg/l	-	-
CO ₂	mg/l	7	4
Fe ²⁺	mg/l	0,39	0,03
Mn ²⁺	mg/l	0,03	<0,01
NH ₄ ⁺	mg/l	0,82	<0,04
DOC	mg/l	2	1,7
E-Coli	n/ 1000 ml	0	0
Bentazon	µg/l	-	-
Chloroform	µg/l	-	-
Bromaat	µg/l	-	-

Pompstation Zutphenseweg

Diep anaëroob grondwater

zuiveringsschema



kenmerken diep anaëroob grondwater:
onder afsluitende laag

hoge concentratie ammonium,
geen zuurstof en nitraat

Filtratie:



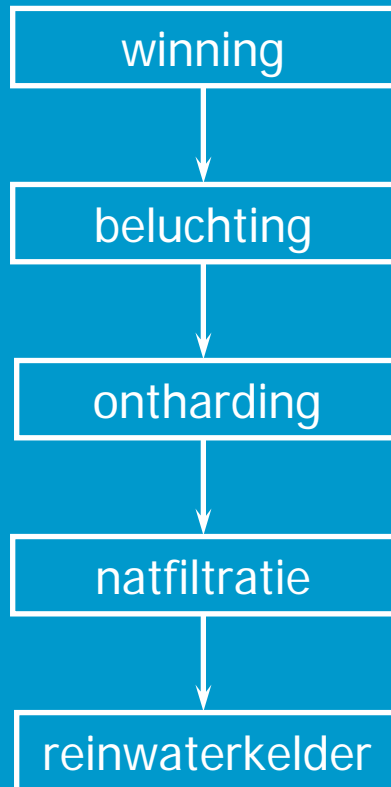
Diep anaëroob grondwater

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Reinwater
Temperatuur	°C	10,5	10,5
pH	-	6,9	7,6
EGV	mS/m	51	48
SI	-	-0,04	0,2
Troebelheid	FTU	-	<0,1
Na ⁺	mg/l	23	21
K ⁺	mg/l	3	3
Ca ²⁺	mg/l	82	77
Mg ²⁺	mg/l	5,2	6,3
Cl ⁻	mg/l	41	41
HCO ₃ ⁻	mg/l	267	241
SO ₄ ²⁻	mg/l	18	21
NO ₃ ⁻	mg/l	0,07	1,6
O ₂	mg/l	0	10,7
CH ₄	mg/l	2	<0,05
CO ₂	mg/l	63	11
Fe ²⁺	mg/l	8,8	0,04
Mn ²⁺	mg/l	0,3	<0,01
NH ₄ ⁺	mg/l	2,2	<0,01
DOC	mg/l	7	6
E-Coli	n/ 1000 ml	0	0
Bentazon	µg/l	-	-
Chloroform	µg/l	-	-
Bromaat	µg/l	-	-

Pompstation St. Jans klooster

Grondwaterzuivering met ontharding

zuiveringschema

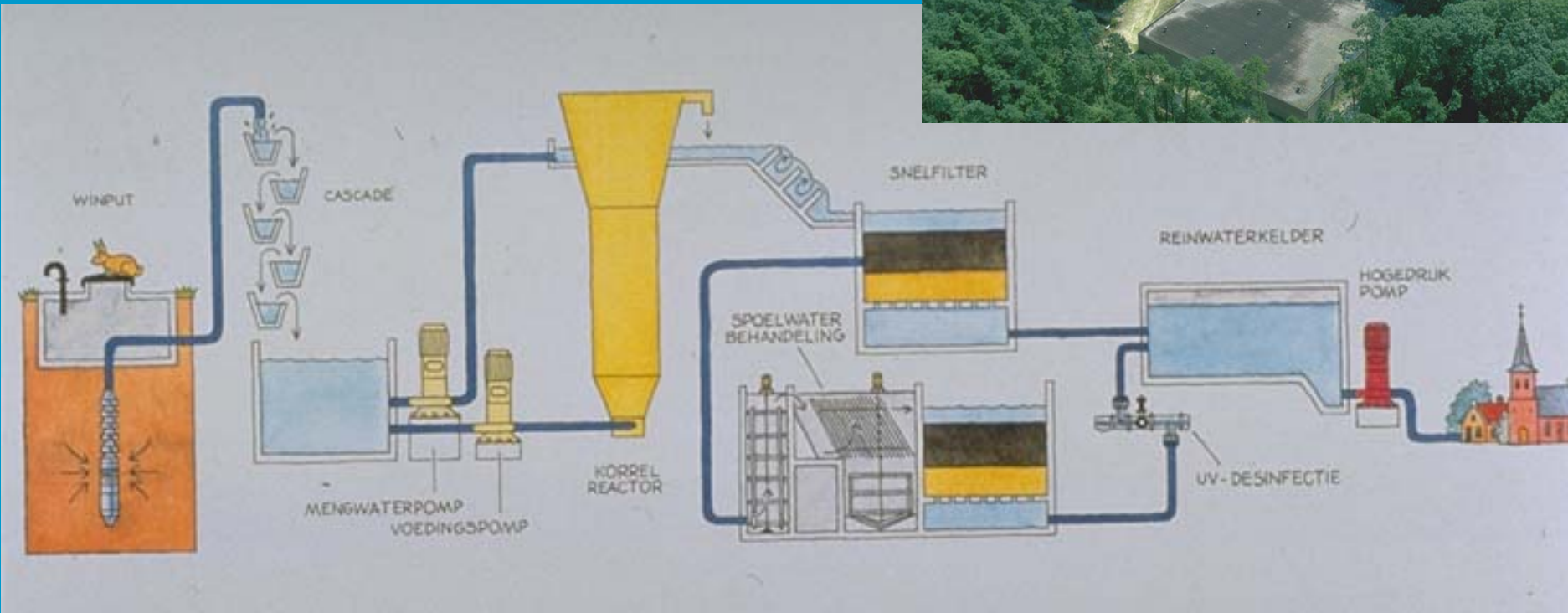


Kenmerken grondwaterzuivering met ontharding:

- hoge hardheid

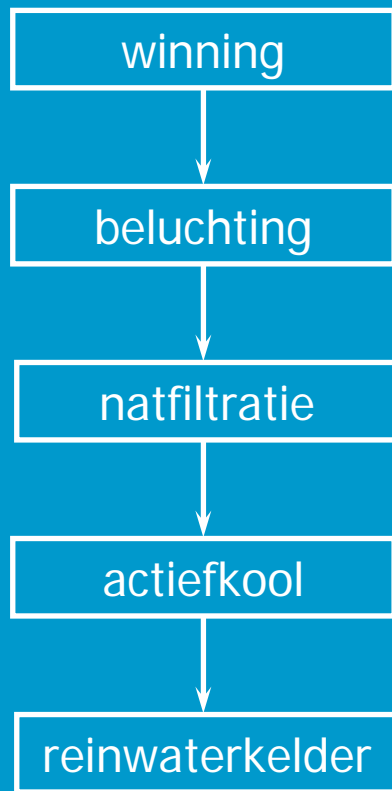


Pompstation Seppe



Grondwaterzuivering met actief koolfiltratie

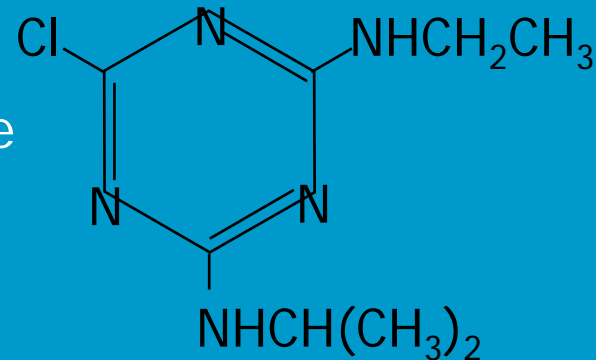
zuiveringschema



Kenmerken grondwaterzuivering met actief koolfiltratie:

- bestrijdingsmiddelen
- geur, smaak, kleur

atrazine



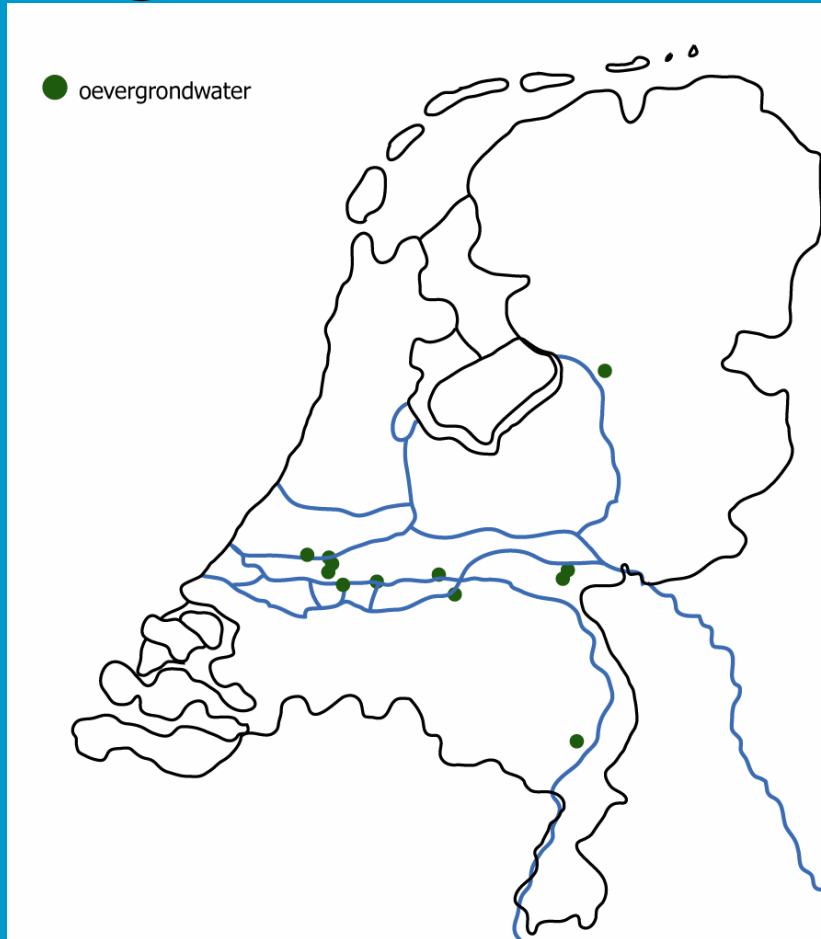
Pompstation Hendrik Ido Ambacht



Oevergrondwater



Oevergrondwater locaties



Kenmerken oevergrondwater

Voordelen

- voldoende beschikbaarheid
- geringe kwetsbaarheid
- hygiënisch betrouwbaar
- gelijkmatige samenstelling
- biologisch en chemisch stabiel

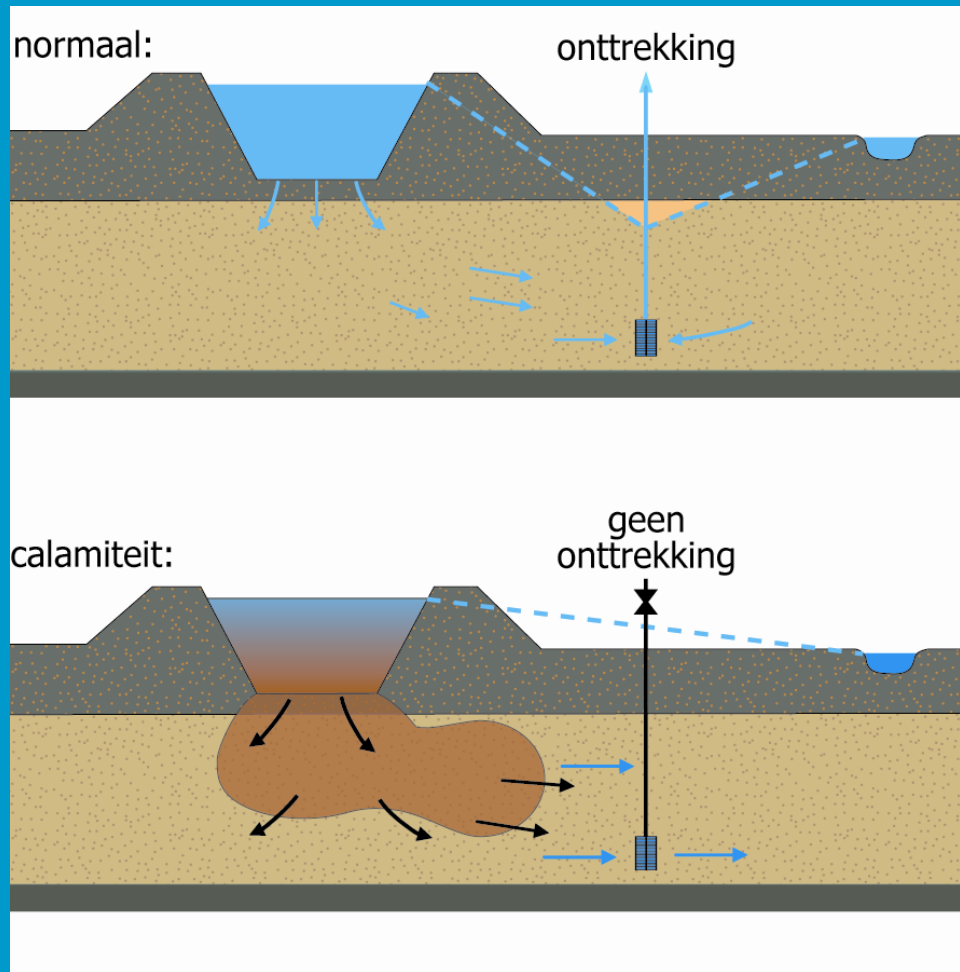
Nadelen

- continue belasting oppervlaktewater en landbouw
- zoutbelasting Rijn
- putverstoppingen en zettingen

Opzet infrastructuur

- gering ruimtebeslag
- grote transportafstand

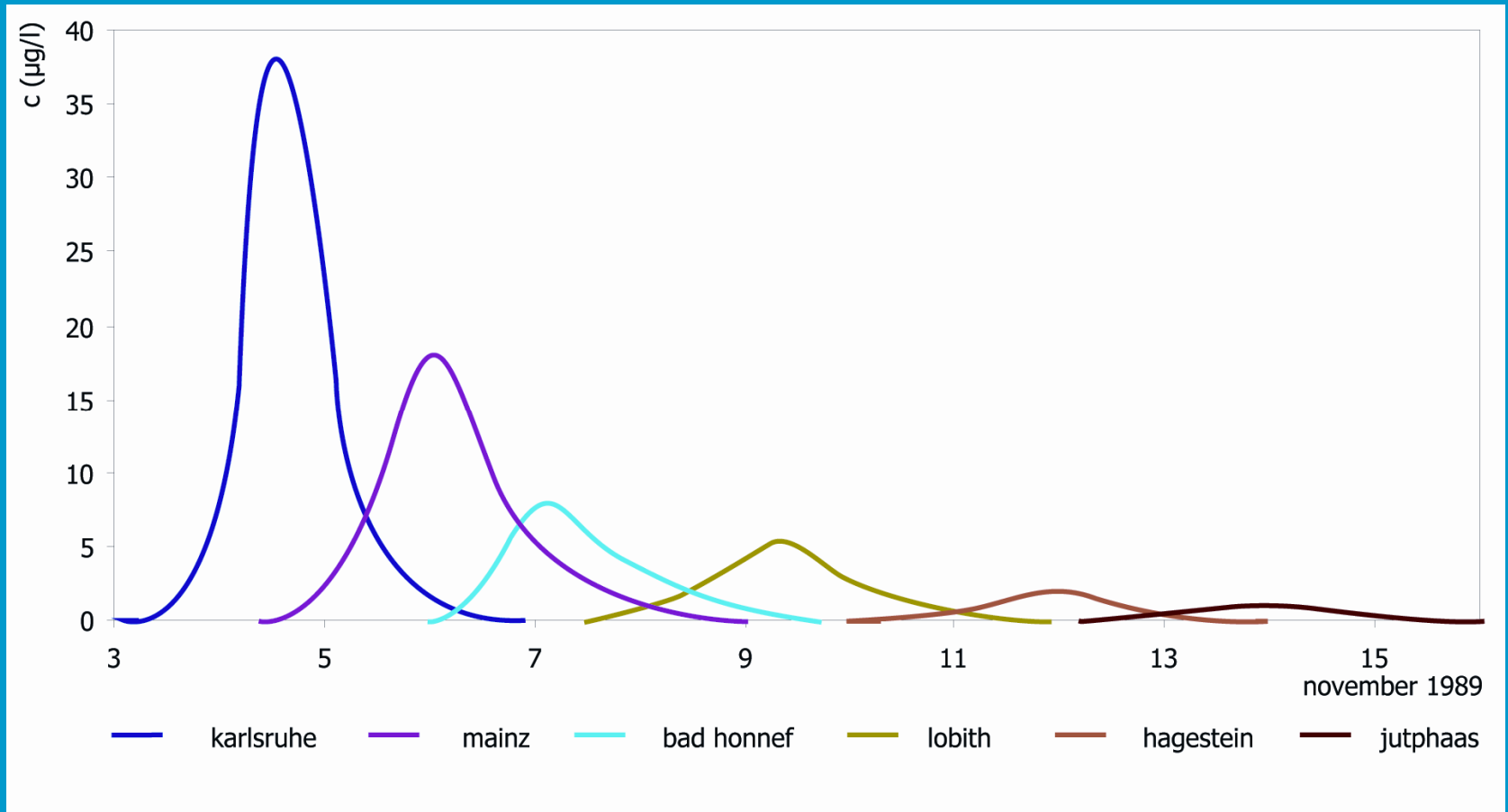
Historische vergissing?



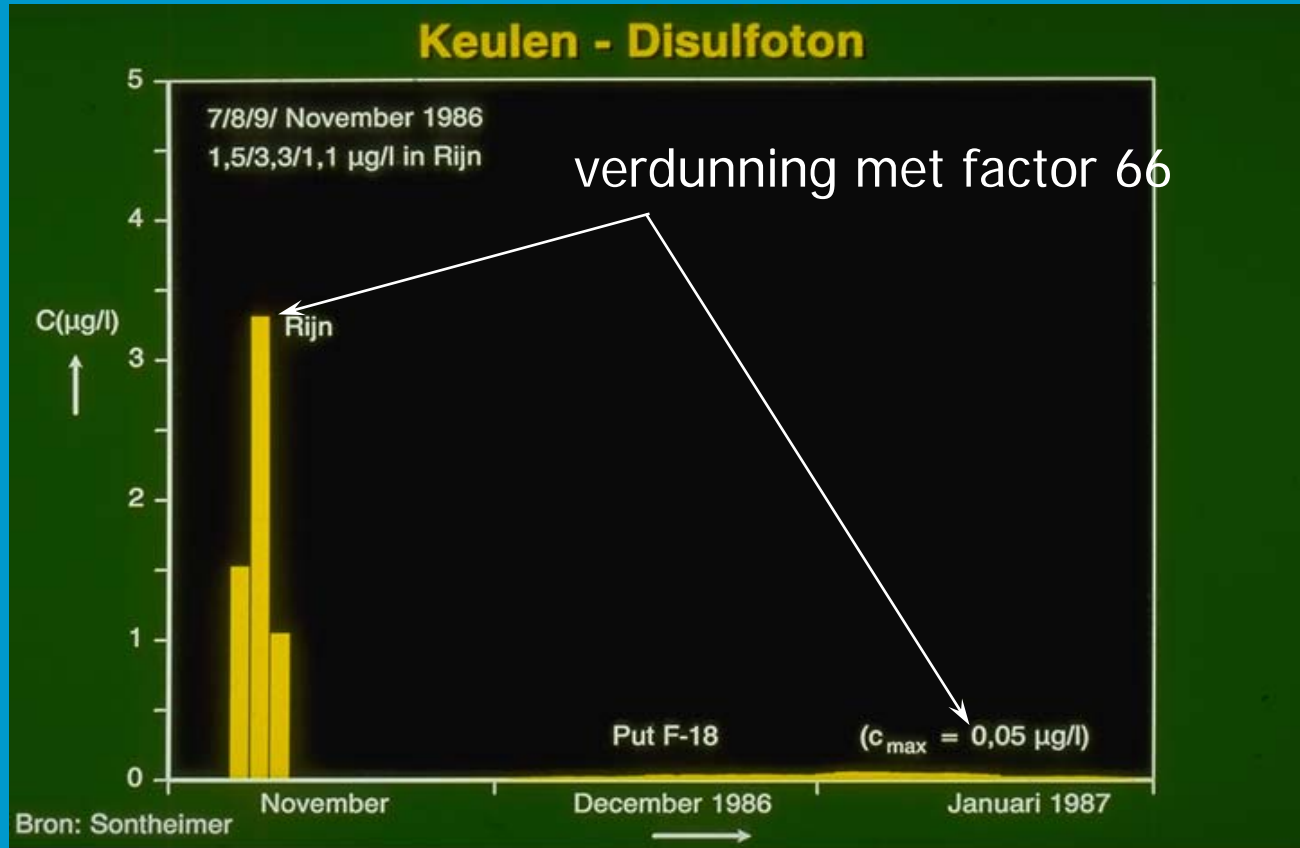
Sandozramp

1 november 1986	brand Sandoz in Rijn geloosd 10 - 30 ton BM
november 1986	visbestand tot Mainz volledig vernietigd insectenlarven volledig en kreeftachtigen gedeeltelijk vernietigd drinkwaterinname buiten bedrijf
medio november 1986	microbiologische activiteit hersteld drinkwaterinname overal hervat
voorjaar 1987	visbestand gedeeltelijk hersteld
najaar 1987	geen negatieve gevolgen meer

Sandozramp



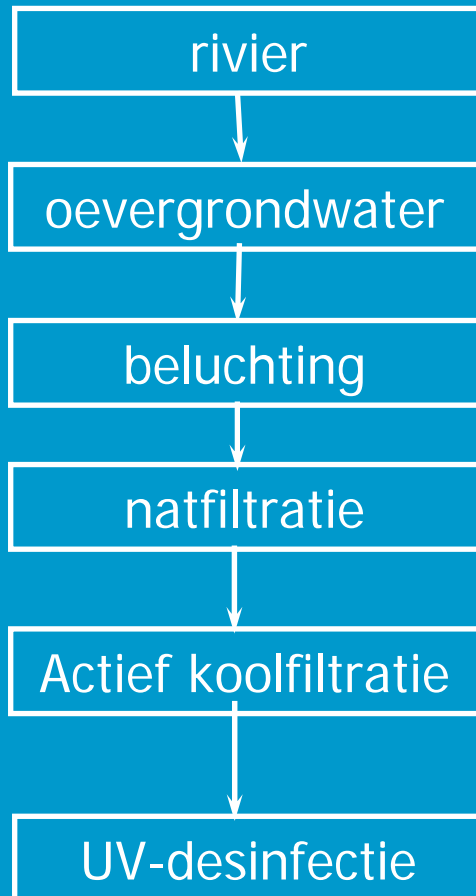
Afvlakking oeevergrondwater



Moraal:

Und die Moral von der Geschicht
Die stoßbelastung stört uns nicht

Zuivering oevergrondwater



Oevergrondwater
verwijdering micro-organismen,
afvlakking, afbraak, chemische en
biologische stabiliteit

Beluchting:
toename zuurstof, verwijdering CH₄

Natfiltratie:
verwijdering mangaan, ammonium, ijzer

Actief koolfiltratie
verwijdering bestrijdingsmiddelen

UV-desinfectie:
afsterven micro-organismen

Oevergrondwater met ammonium en pesticiden

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Reinwater
Temperatuur	°C	12	12
pH	-	7,3	7,4
EGV	mS/m	78,4	77
SI	-	-0,1	-0,1
Troebelheid	FTU	-	<0,1
Na ⁺	mg/l	69	70
K ⁺	mg/l	4	4
Ca ²⁺	mg/l	84	84
Mg ²⁺	mg/l	12	12
Cl ⁻	mg/l	128	135
HCO ₃ ⁻	mg/l	223	187
SO ₄ ²⁻	mg/l	55	59
NO ₃ ⁻	mg/l	<0,1	2,3
O ₂	mg/l	0,8	5,7
CH ₄	mg/l	1	<0,05
CO ₂	mg/l	20	14
Fe ²⁺	mg/l	3,8	0,02
Mn ²⁺	mg/l	0,9	<0,01
NH ₄ ⁺	mg/l	3	<0,03
DOC	mg/l	3	2,5
E-Coli	n/ 1000 ml	0	0
Bentazon	µg/l	0,32	<0,05
Chloroform	µg/l	-	-
Bromaat	µg/l	-	-

Pompstation De put