

Oppervlaktewaterzuivering

Prof. ir. Hans van Dijk



Kenmerken directe zuivering oppervlaktewater

Voordelen

- beschikbaarheid voldoende

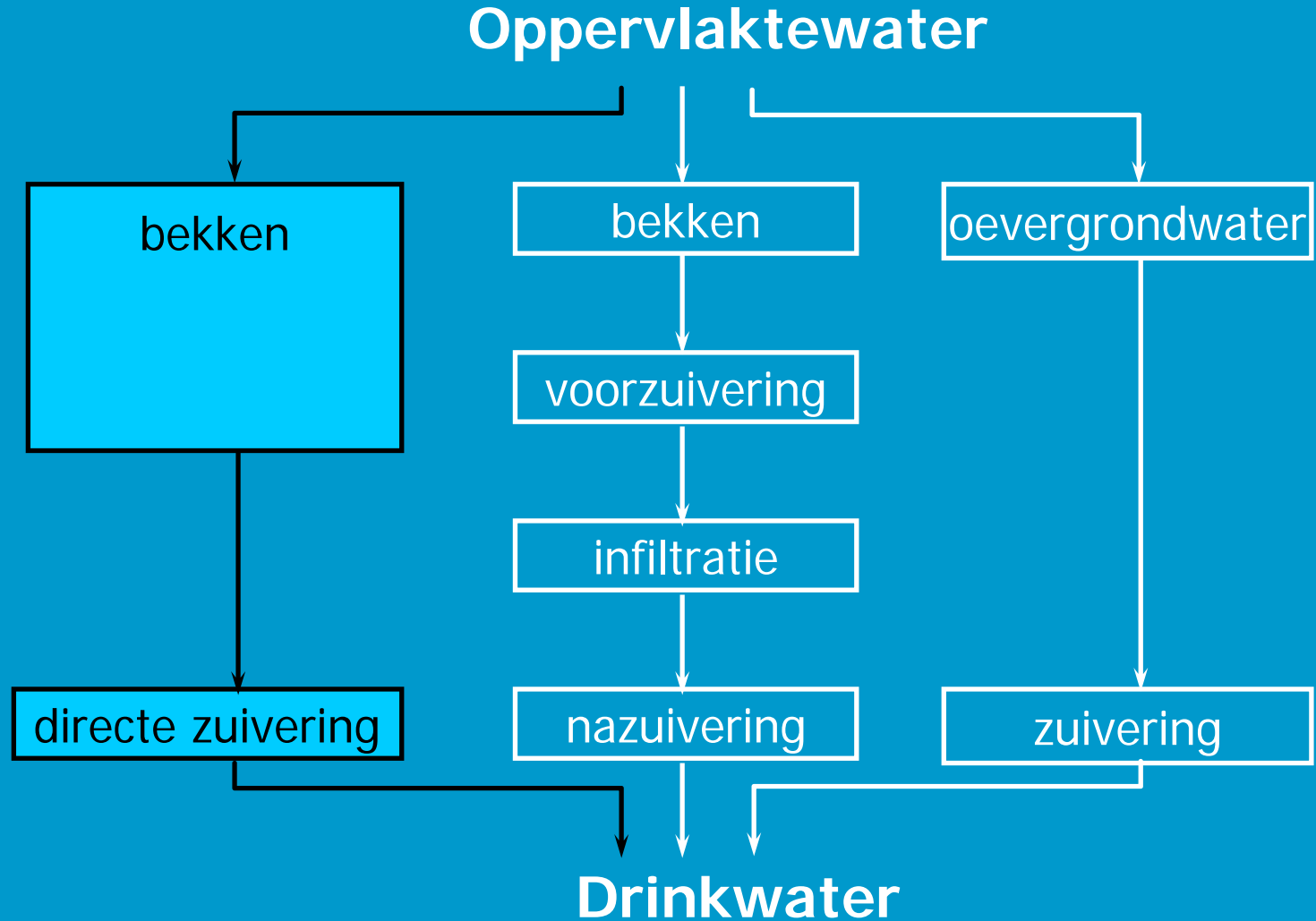
Nadelen

- biologisch en chemisch niet stabiel
- desinfectie noodzakelijk
- sterke variatie temperatuur
- sterke variatie kwaliteit
- gevoelig voor calamiteiten
- vrij groot ruimtebeslag

Opzet infrastructuur

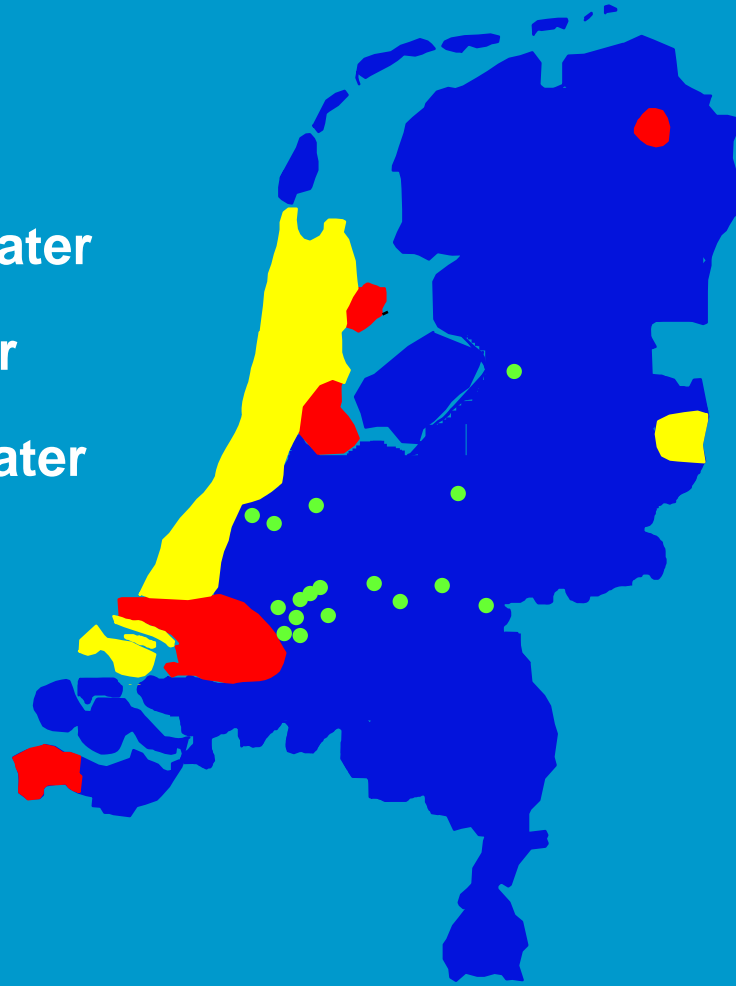
- grootschalig

Zuivering oppervlaktewater



Bronnen van drinkwater

- grondwater
- oppervlaktewater
- infiltratiewater
- oevergrondwater



Functie bekkens

analyse

- verblijftijd: 1 week
- inrichting: propstroom + spuivoorziening

zelfreiniging

- verblijftijd: 1 maand
- inrichting: propstroom

afvlakking

- verblijftijd: 6 maanden
- inrichting: menging

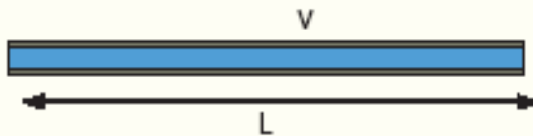
voorraadvorming

- verblijftijd: 2 weken (calamiteit) - 6 maanden (selectieve inname, zout)
- inrichting: niveauvariatie

Menging of propstroming?

plug flow

$$T = \frac{L}{v}$$



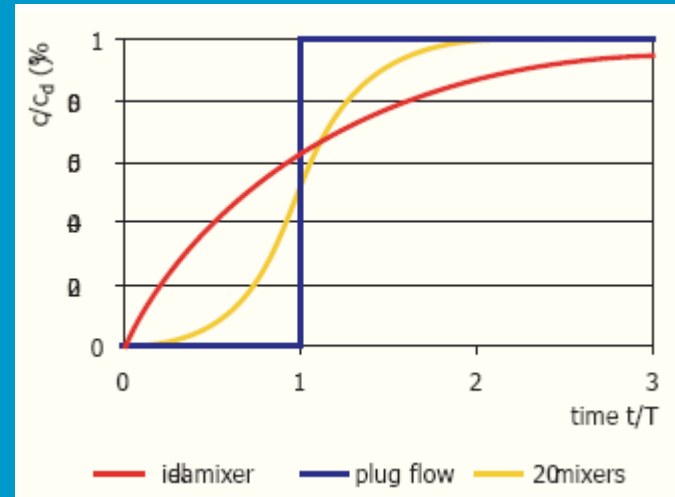
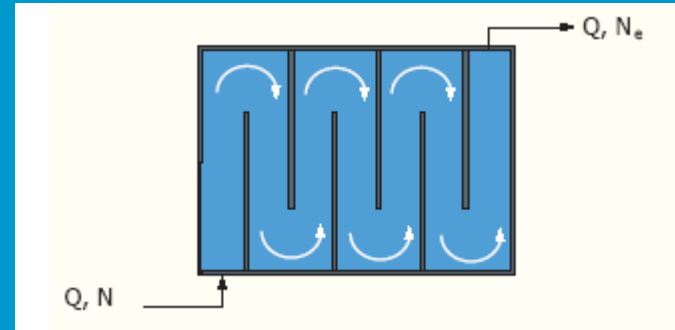
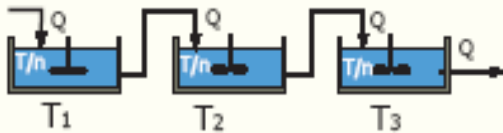
complete mixing

$$T = \frac{V}{Q}$$



complete mixing (n reservoirs in series)

$$T_1 = \frac{V_1}{Q} \quad T_{tot} = \frac{V_{tot}}{Q}$$

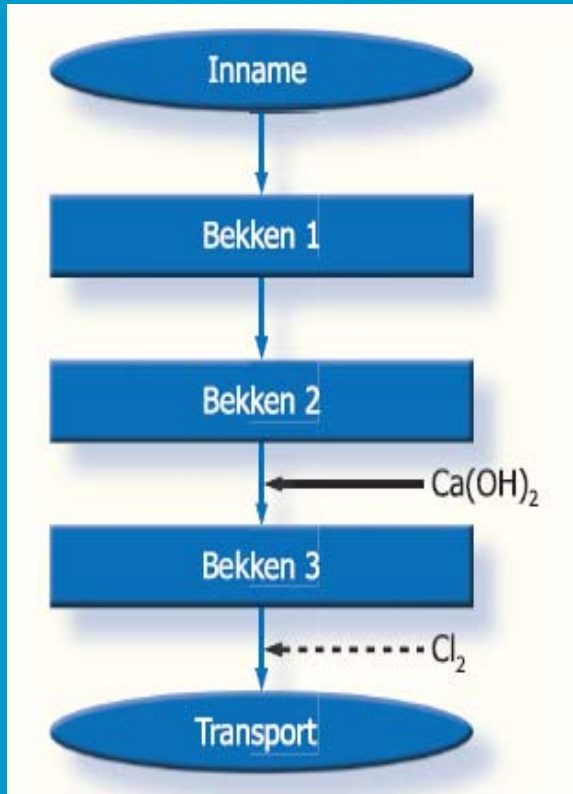


Kenmerken directe zuivering oppervlaktewater

Innamestops voor calamiteiten 1985 - 1991

	Aantal	Duur
WRK I/II (Jutphaas)	10	3 - 11 dagen
WRK III (Enkhuizen)	-	-
PWN (Andijk)	3	Enkele dagen
GWA (Loenderveen)	-	-
WBB (Biesbosch)	20	2 - 21 dagen
DZH (Brakel)	1	2 dagen
WOT (Enschede)	1	7 dagen

Biesbosch bekkens



Biesboschbekkens

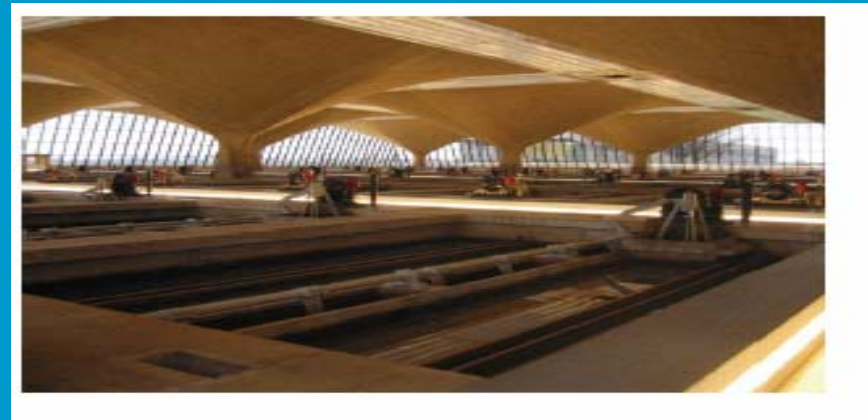
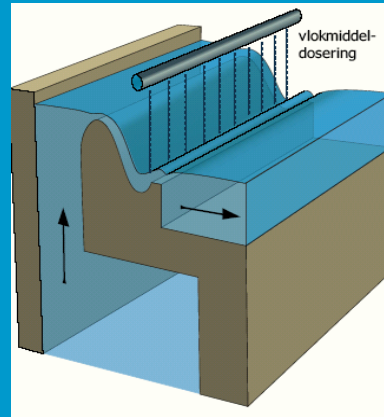
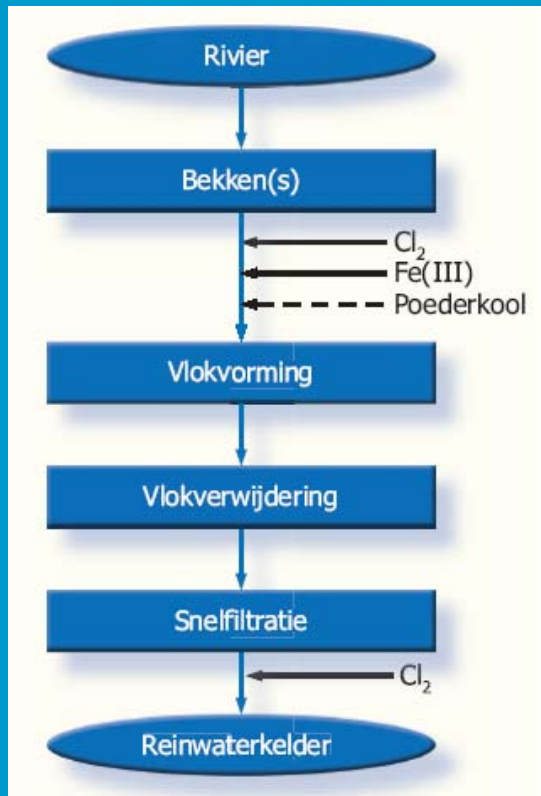


Parameter	Eenheid	Ruwwater	Reinwater
Temperatuur	°C	13,5	11,9
pH	-	7,9	9
EGV	mS/m	51	51
SI	-	0,2	0,9
Troebelheid	FTU	10	2
Na ⁺	mg/l	37	46
K ⁺	mg/l	6	6
Ca ²⁺	mg/l	63	51
Mg ²⁺	mg/l	8	8
Cl ⁻	mg/l	61	72
HCO ₃ ⁻	mg/l	154	87
SO ₄ ²⁻	mg/l	52	64
NO ₃ ⁻	mg/l	4	3
O ₂	mg/l	9,7	11,1
CH ₄	mg/l	-	-
CO ₂	mg/l	3,5	-
Fe ²⁺	mg/l	-	-
Mn ²⁺	mg/l	-	-
NH ₄ ⁺	mg/l	-	-
DOC	mg/l	4,1	3,6
E-Coli	n/100 ml	4800	100
Bentazon	µg/l	0,2	0,2
Chloroform	µg/l	0	0
Bromaat	µg/l	< 2,0	< 2,0

Eisen traditionele zuivering oppervlaktewater

- helderheid
- geur/smaak
- hygiënische betrouwbaarheid
- selectieve inname

Traditionele zuivering oppervlaktewater



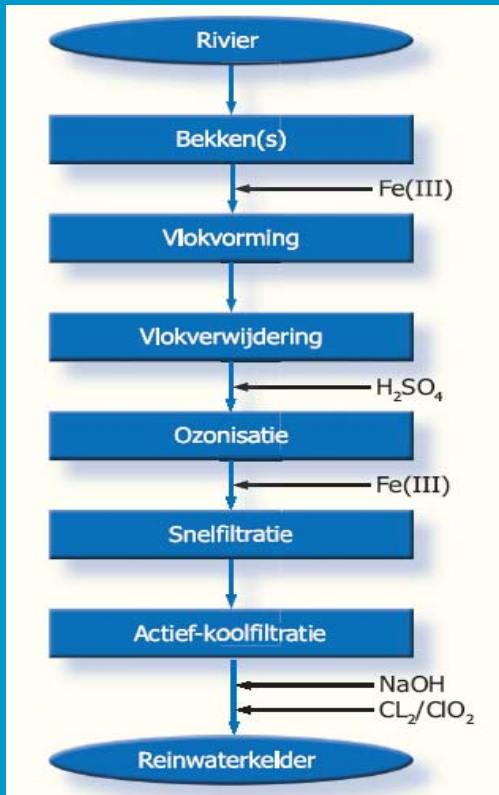
Eisen huidige zuivering oppervlaktewater

- helderheid
- geur/smaak
- hygiënische betrouwbaarheid
- selectieve inname

- desinfectie bijproducten (1973 trihalomethanen)

- bestrijdingsmiddelen (1987 bentazon)

Huige zuivering oppervlaktewater



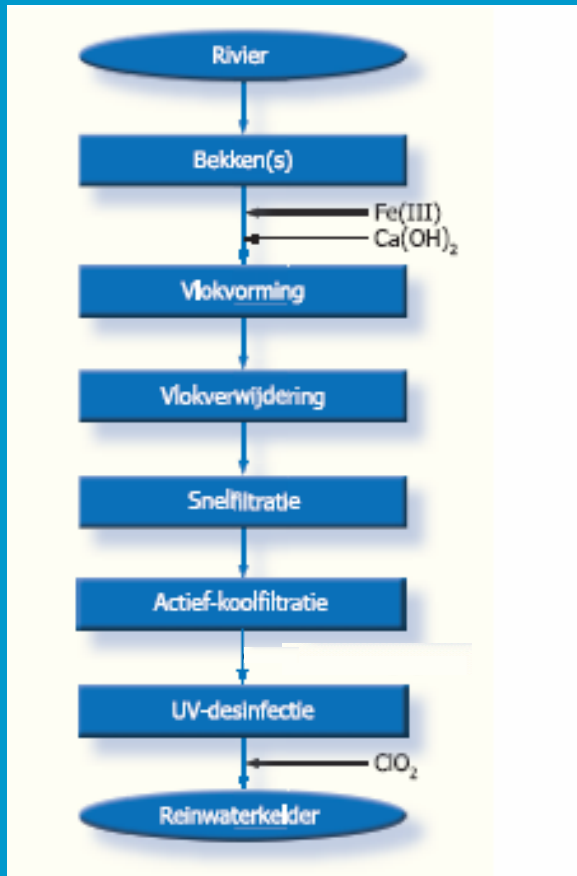
Kralingen



Parameter	Eenheid	Ruwwater	Reinwater
Temperatuur	°C	11,9	12,1
pH	-	9	8,2
EGV	mS/m	51	55
SI	-	0,9	0,1
Troebelheid	FTU	2	0,05
Na ⁺	mg/l	46	52
K ⁺	mg/l	6	6
Ca ²⁺	mg/l	51	51
Mg ²⁺	mg/l	8	8
Cl ⁻	mg/l	72	73
HCO ₃ ⁻	mg/l	87	94
SO ₄ ²⁻	mg/l	64	65
NO ₃ ⁻	mg/l	3	3
O ₂	mg/l	11,1	10,2
CH ₄	mg/l	-	-
CO ₂	mg/l	-	0,9
Fe ²⁺	mg/l	-	-
Mn ²⁺	mg/l	-	-
NH ₄ ⁺	mg/l	-	-
DOC	mg/l	3,6	1,9
E - Coli	n/100 ml	100	0
Bentazon	µg/l	0,2	< 0,1
Chloroform	µg/l	0	1,8
Bromaat	µg/l	< 2,0	3,9



Huidige zuivering oppervlaktewater



Berenplaat

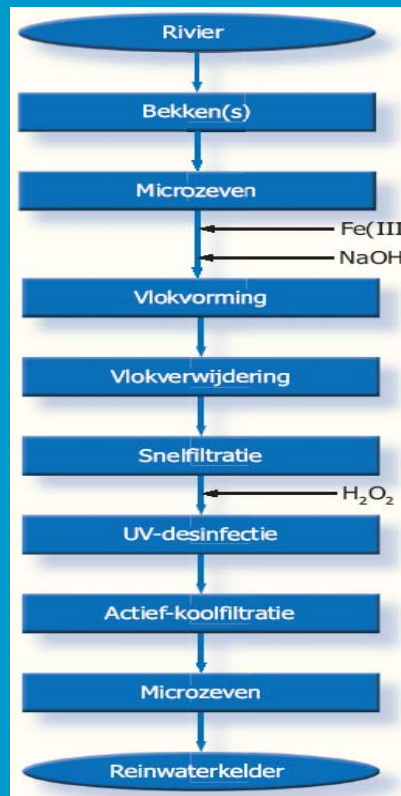


Parameter	Eenheid	Ruwwater	Reinwater
Temperatuur	°C	11,9	11,9
pH	-	9	8,1
EGV	mS/m	51	54
SI	-	0,9	0,1
Troebelheid	FTU	2	0,1
Na ⁺	mg/l	46	49
K ⁺	mg/l	6	6
Ca ²⁺	mg/l	51	54
Mg ²⁺	mg/l	8	8
Cl ⁻	mg/l	72	74
HCO ₃ ⁻	mg/l	87	95
SO ₄ ²⁻	mg/l	64	63
NO ₃ ⁻	mg/l	3	3
O ₂	mg/l	11,1	10,8
CH ₄	mg/l	-	-
CO ₂	mg/l	-	1,3
Fe ²⁺	mg/l	-	-
Mn ²⁺	mg/l	-	-
NH ₄ ⁺	mg/l	-	-
DOC	mg/l	3,6	2,6
E - Coli	n/100 ml	100	0
Bentazon	µg/l	0,2	< 0,1
Chloroform	µg/l	0	0
Bromaat	µg/l	< 2	< 2

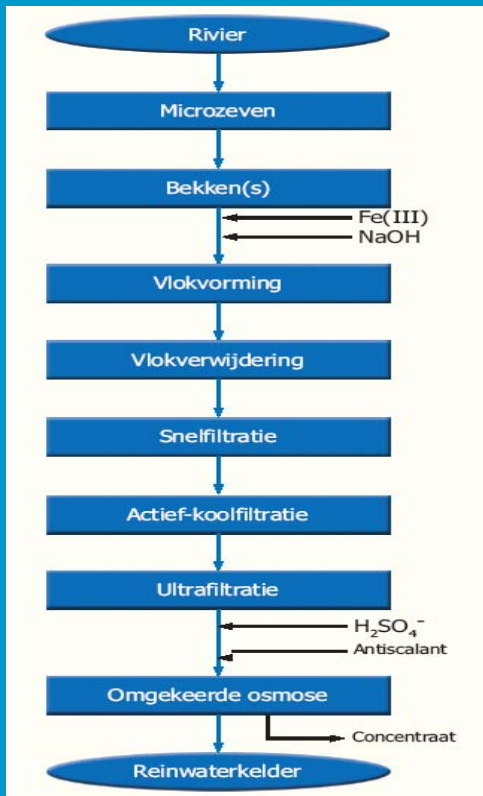
Toekomst zuivering oppervlaktewater



Chemische zuivering Andijk

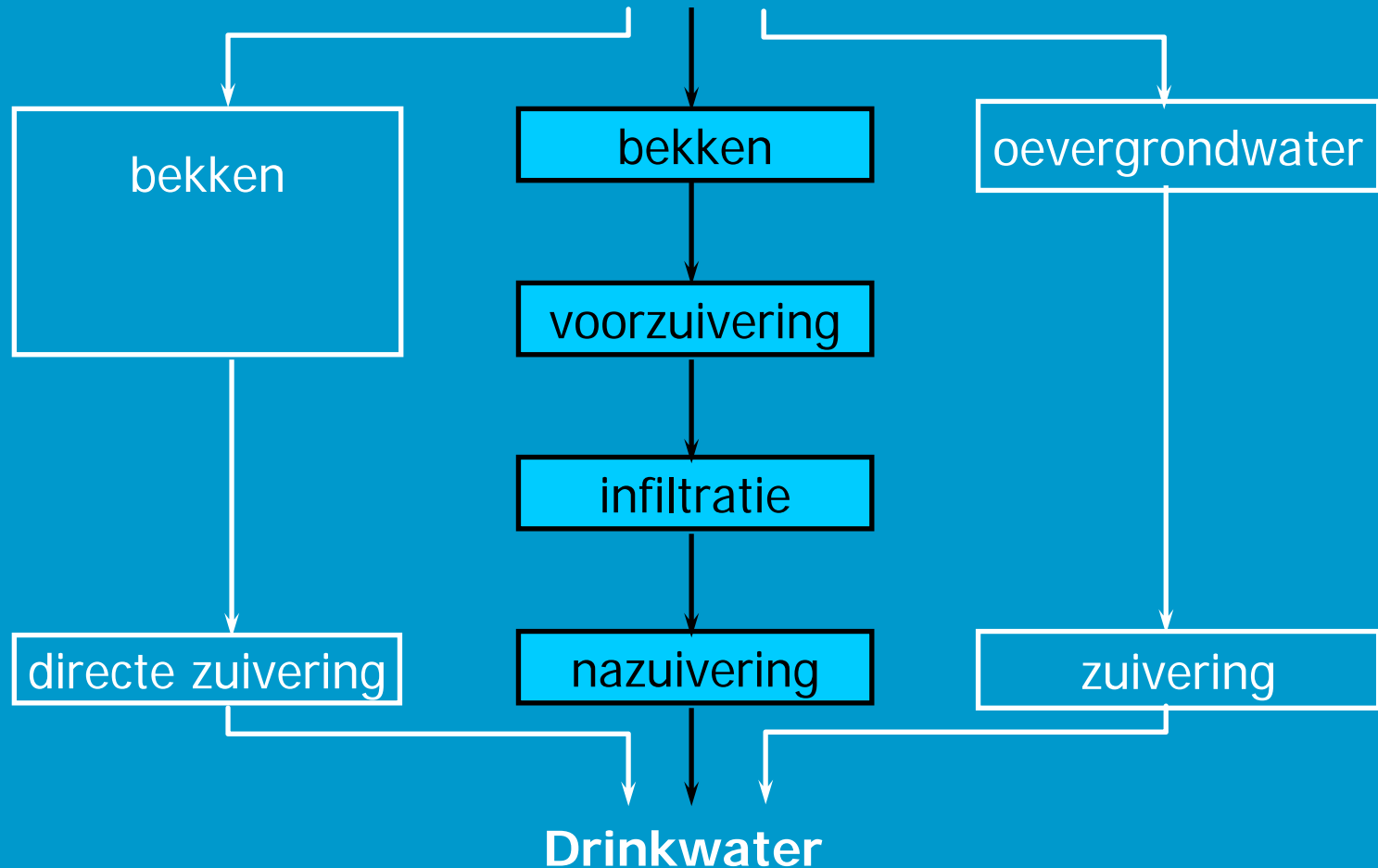


Fysische zuivering Heemskerk



Zuivering oppervlaktewater

Oppervlaktewater



Kenmerken infiltratiewater

Voordelen oppervlaktewater

- beschikbaarheid voldoende

Voordelen grondwater

- hygiënische betrouwbaarheid
- biologisch en chemisch stabiliteit
- constante temperatuur
- gelijkmatige kwaliteit
- ongevoelig voor calamiteiten

Opzet infrastructuur

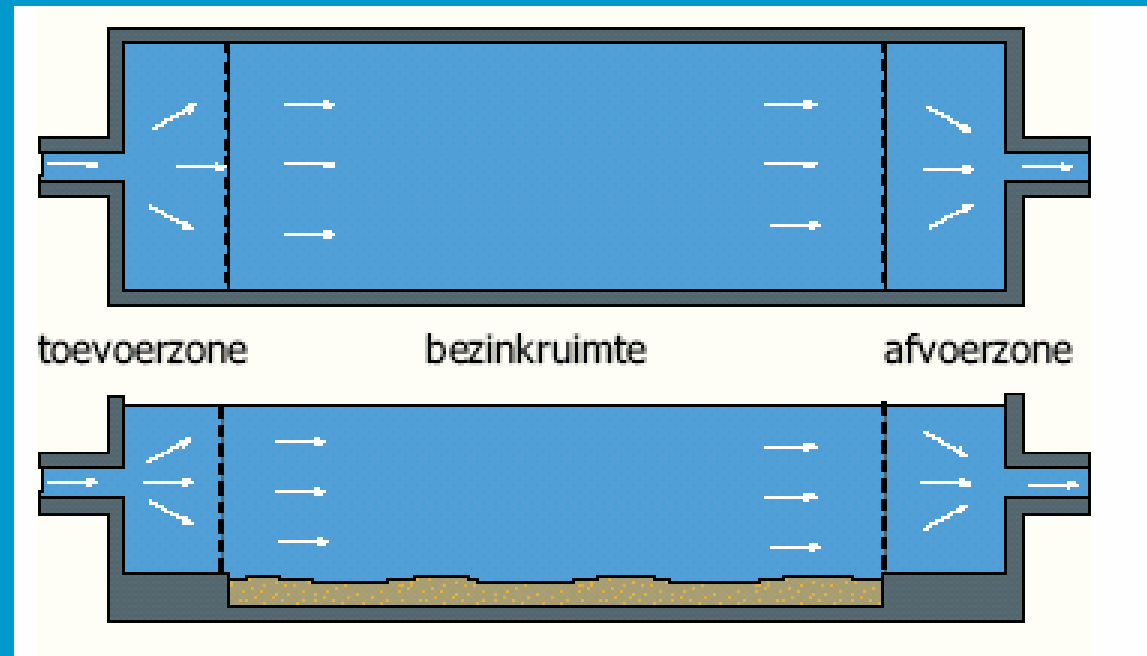
- grootschalig
- ruimtebeslag beperkt
- positieve natuurwaarde



Infiltratiewater



Voorzuivering WRK



Voorzuivering WRK I/II

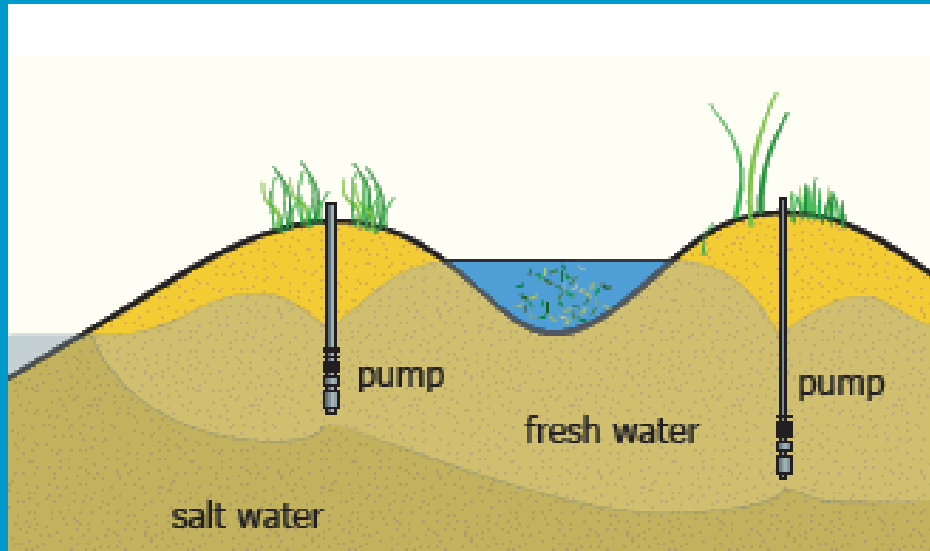


Parameter	Eenheid	Ruwwater	Reinwater
Temperatuur	°C	12,5	12,5
pH	-	8	7,8
EGV	mS/m	80	80
SI	-	0,4	0,2
Troebelheid	FTU	10,4	0,2
Na ⁺	mg/l	80	81
K ⁺	mg/l	6	6
Ca ²⁺	mg/l	81	81
Mg ²⁺	mg/l	11	11
Cl ⁻	mg/l	149	155
HCO ₃ ⁻	mg/l	157	156
SO ₄ ²⁻	mg/l	66	67
NO ₃ ⁻	mg/l	4	4
O ₂	mg/l	9,2	7,3
CH ₄	mg/l	-	-
CO ₂	mg/l	2,6	4,4
Fe ²⁺	mg/l	-	-
Mn ²⁺	mg/l	-	-
NH ₄ ⁺	mg/l	-	-
DOC	mg/l	3,9	3
E - Coli	n/100 ml	5000	50
Bentazon	µg/l	0,2	0,2
Chloroform	µg/l	0	0
Bromaat	µg/l	< 2,0	< 2,0

Infiltratievoorzieningen

infiltratie in duinen via open infiltratiepanden
verblijftijd in ondergrond enige maanden

functie infiltratie: afvlakking, voorraad, desinfectie



alternatieven: (gedeeltelijke) rechtstreekse zuivering
diepinfiltratie

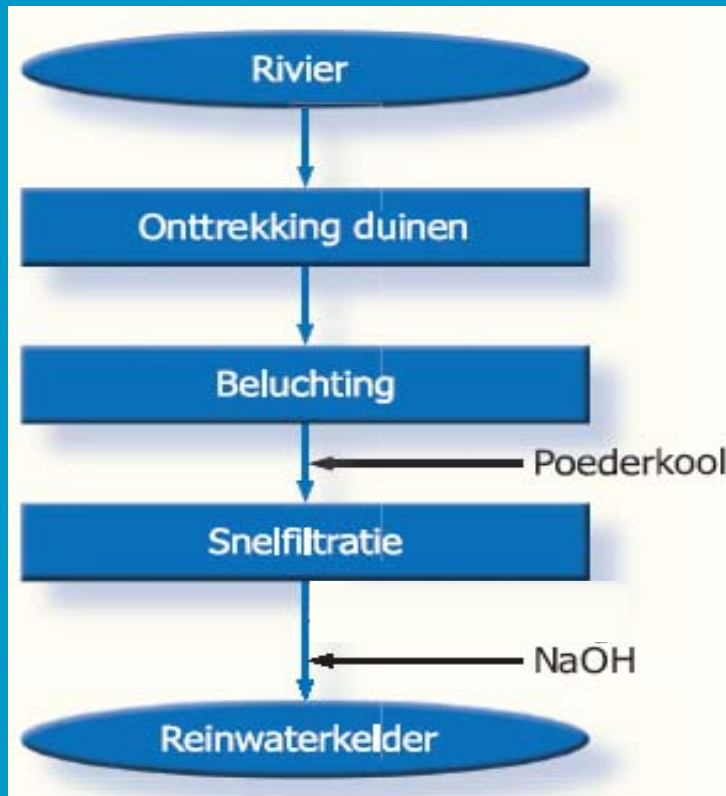
Infiltratievoorzieningen



Infiltratiepand



Nazuivering duinen



Parameter	Eenheid	Ruwwater	Reinwater
Temperatuur	°C	11,7	12
pH	-	7,6	7,7
EGV	mS/m	86	86
SI	-	0,1	0,0
Troebelheid	FTU	-	0,1
Na ⁺	mg/l	78	78
K ⁺	mg/l	7	7
Ca ²⁺	mg/l	89	90
Mg ²⁺	mg/l	13	12
Cl ⁻	mg/l	147	149
HCO ₃ ⁻	mg/l	192	198
SO ₄ ²⁻	mg/l	92	93
NO ₃ ⁻	mg/l	1	1
O ₂	mg/l	0,2	8
CH ₄	mg/l	0	0
CO ₂	mg/l	9	7
Fe ²⁺	mg/l	0,6	0,03
Mn ²⁺	mg/l	0,1	< 0,01
NH ₄ ⁺	mg/l	0,31	< 0,03
DOC	mg/l	3	3
E - Coli	n/100 ml	0	0
Bentazon	µg/l	< 0,1	< 0,1
Chloroform	µg/l	0	0
Bromaat	µg/l	< 2,0	< 2,0

Nazuivering infiltratiewater

