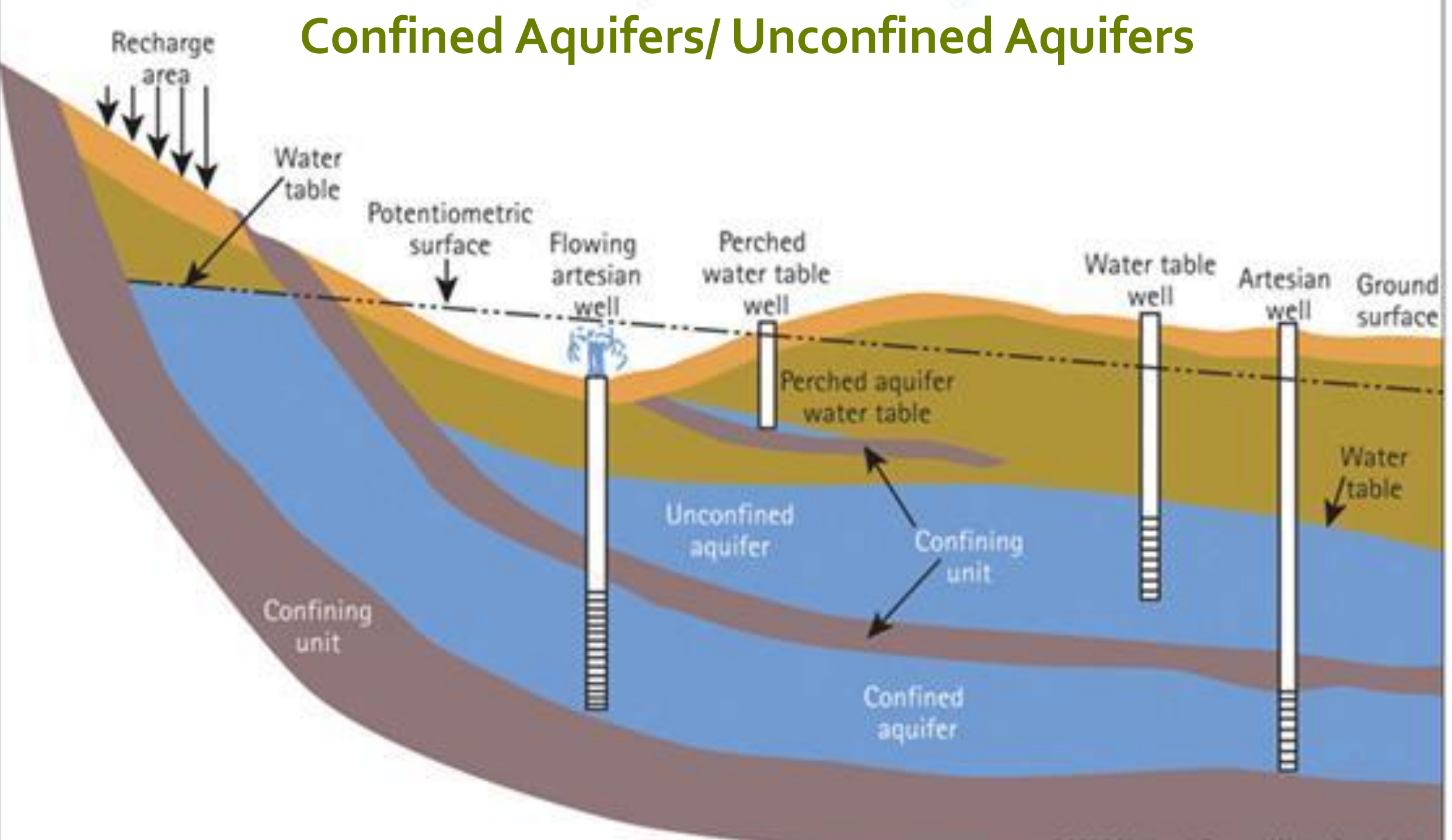


Groundwater Management & Remediation

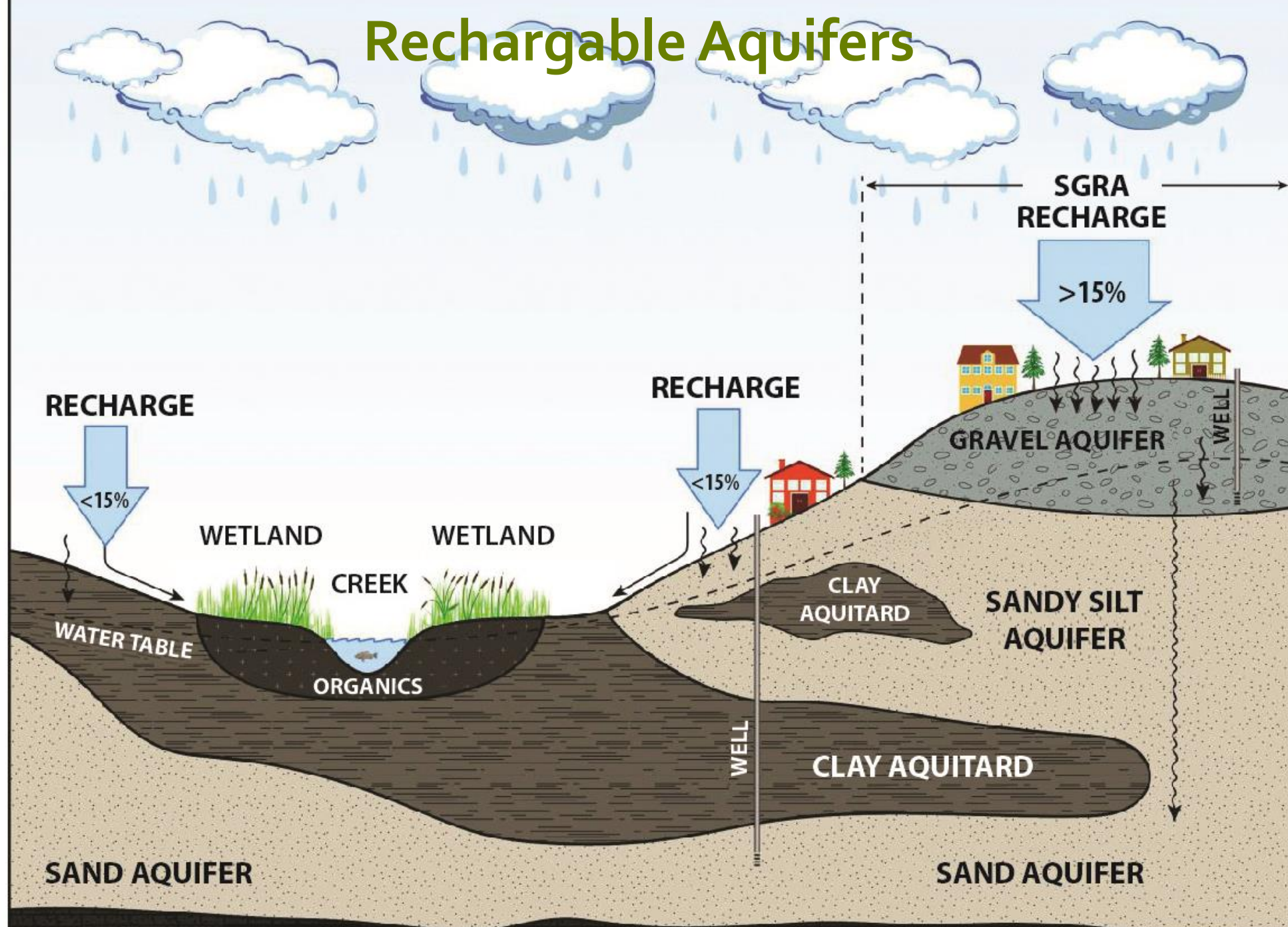
Prof. Max Huisden, PhD, ND



Confined Aquifers/ Unconfined Aquifers

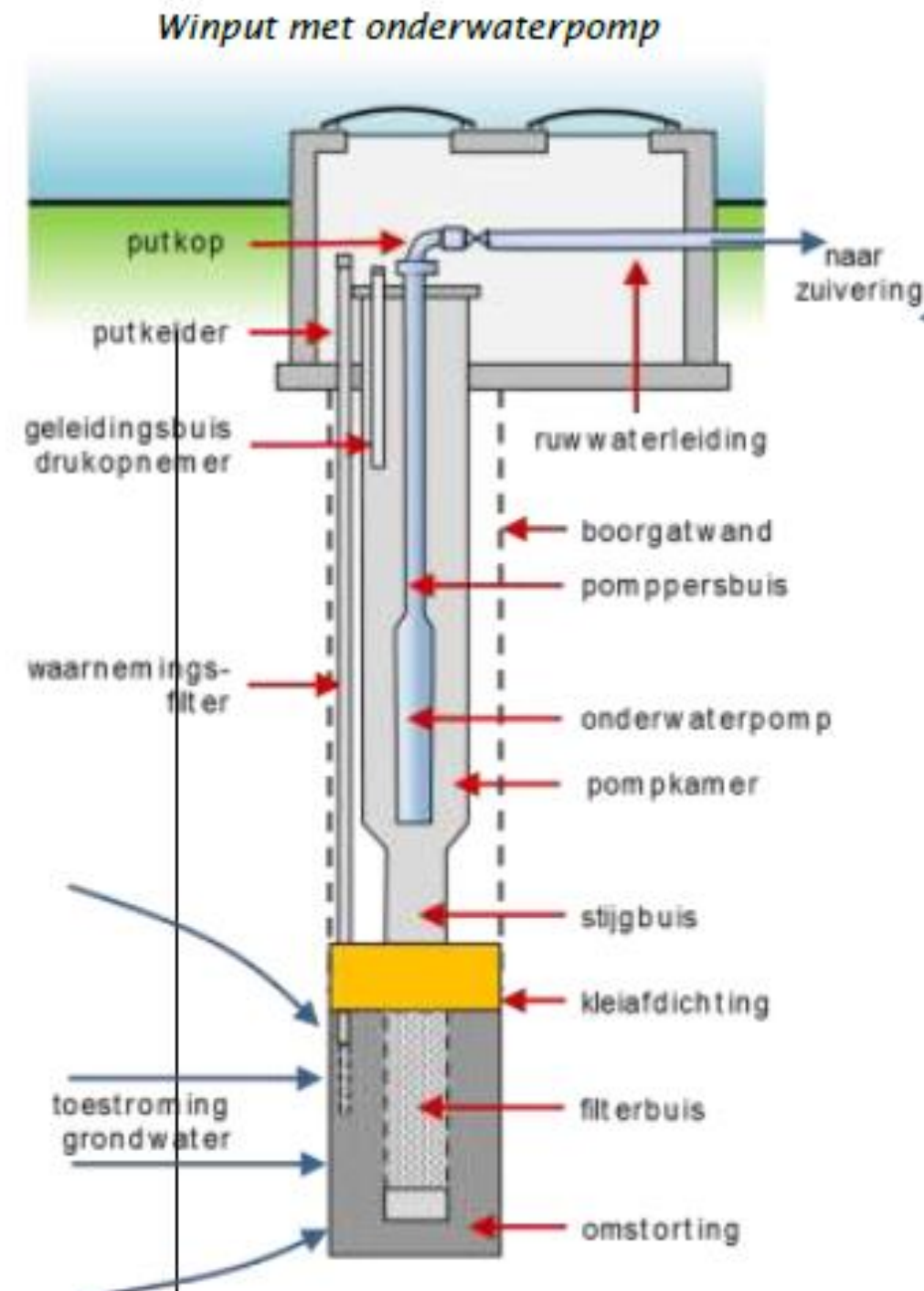


Rechargeable Aquifers

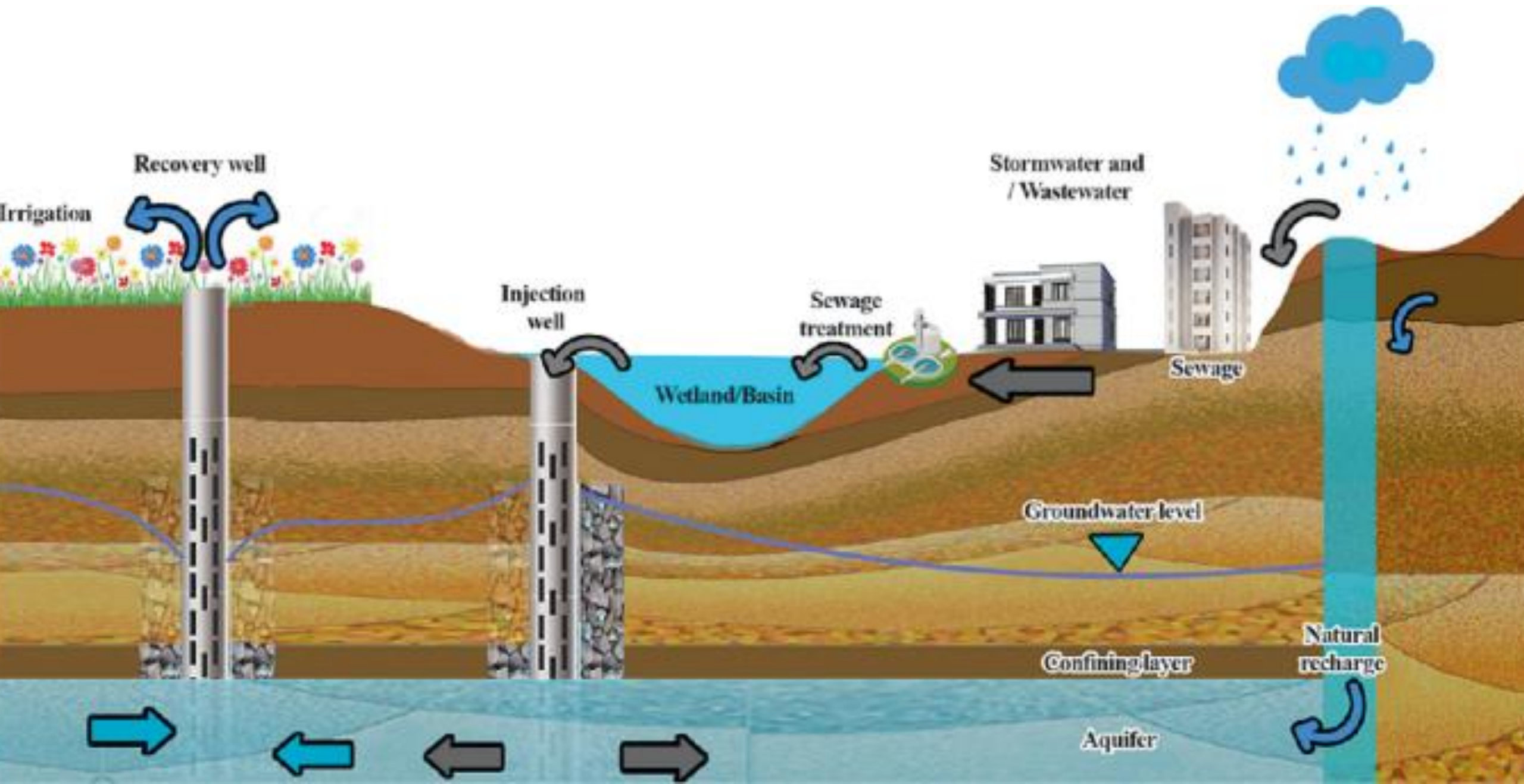


Winning - Bron

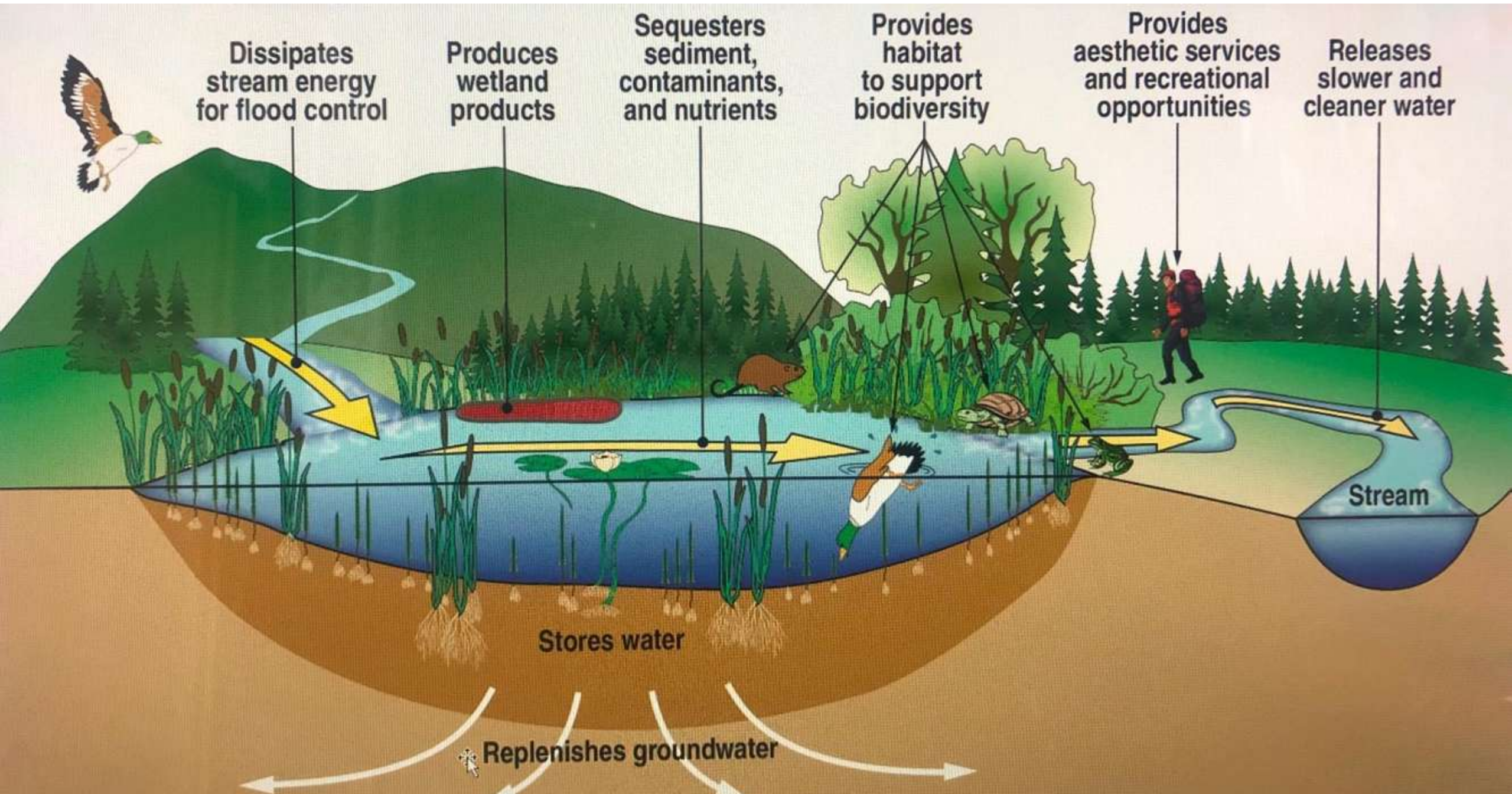
- Met behulp van een onderwaterpomp wordt het grondwater onttrokken en gepompt naar de oppervlakte.



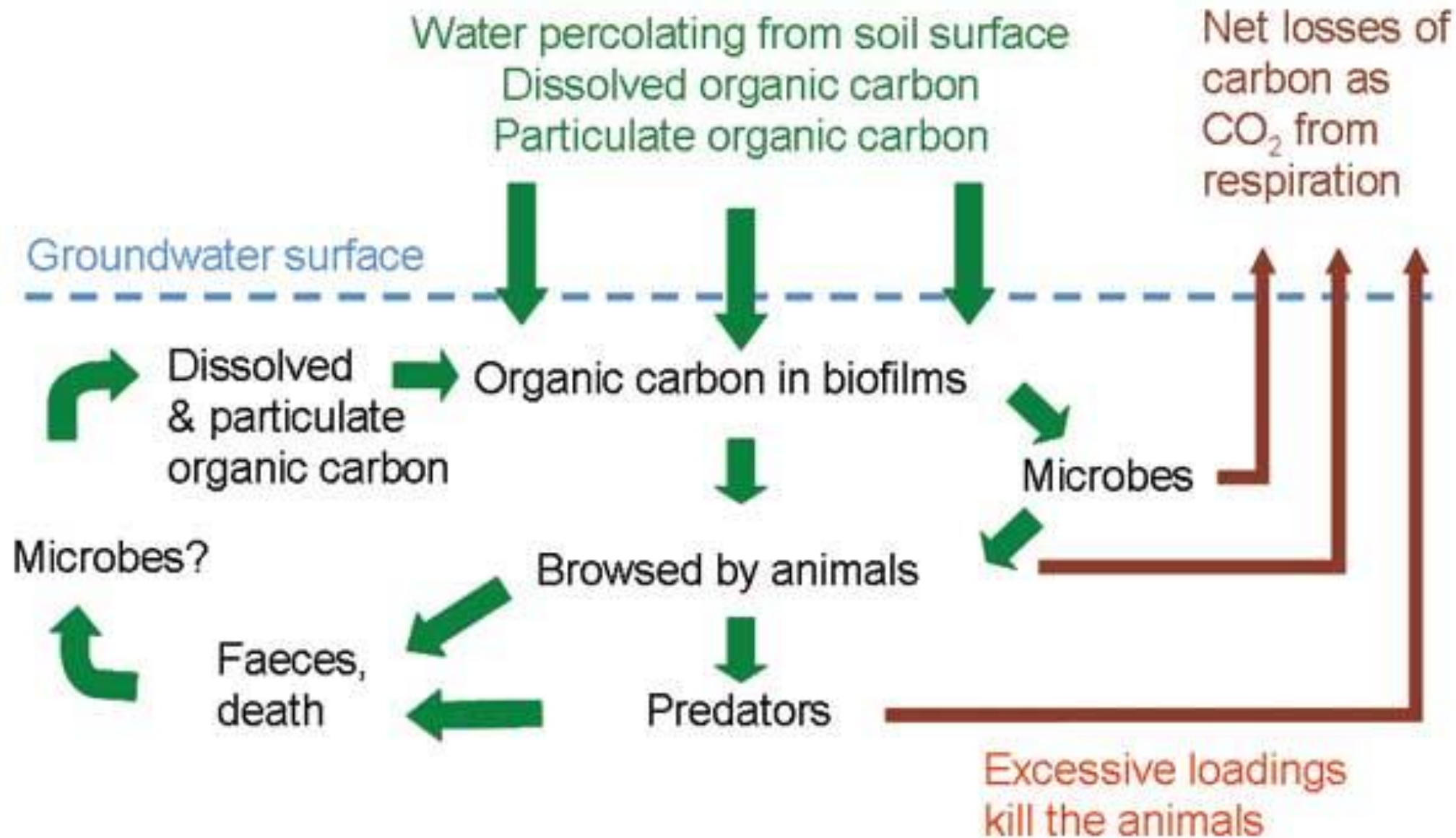
Recovery/ Recharge Aquifer



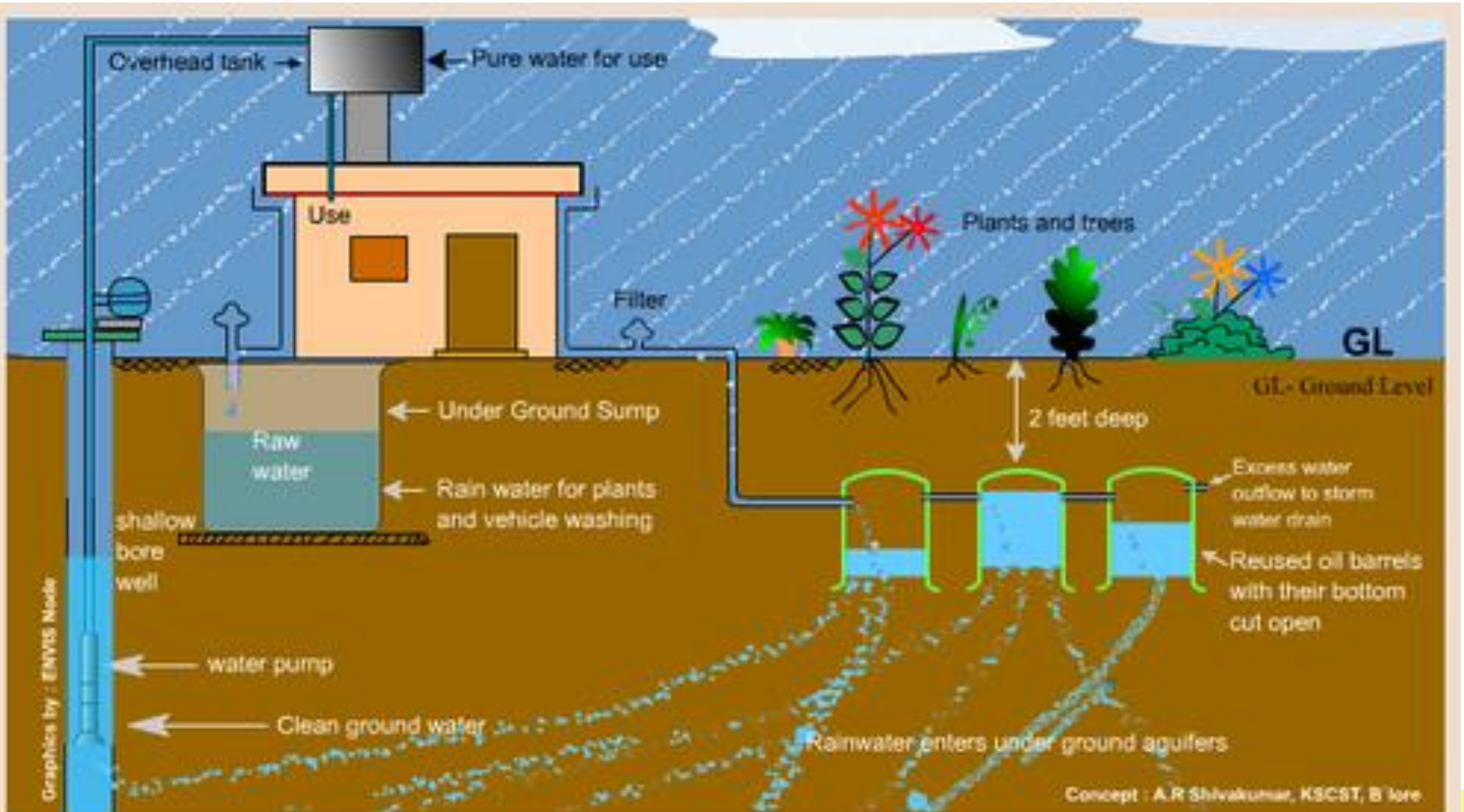
Natural Purification Groundwater



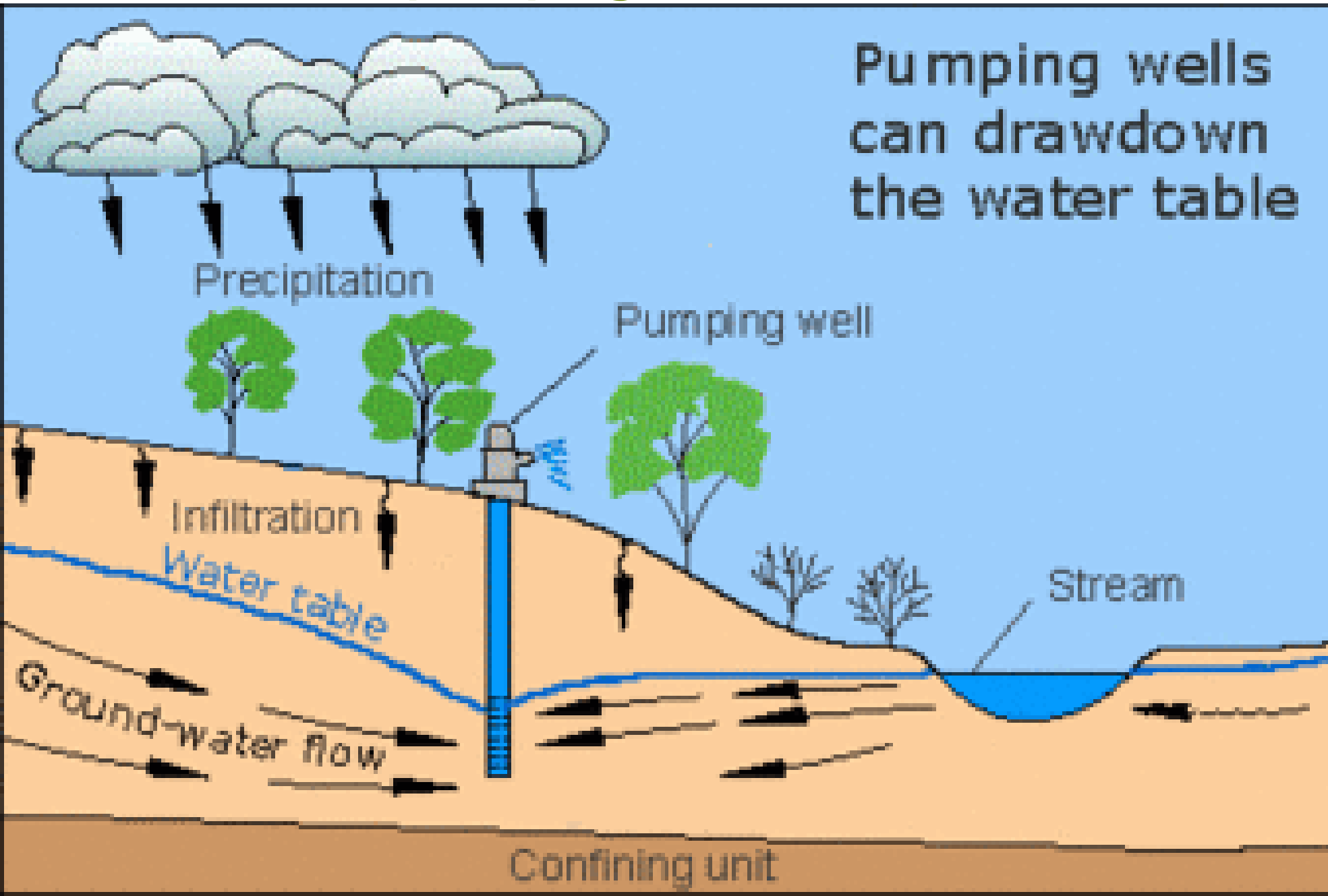
Organic carbon flows in groundwater



Groundwater harvesting

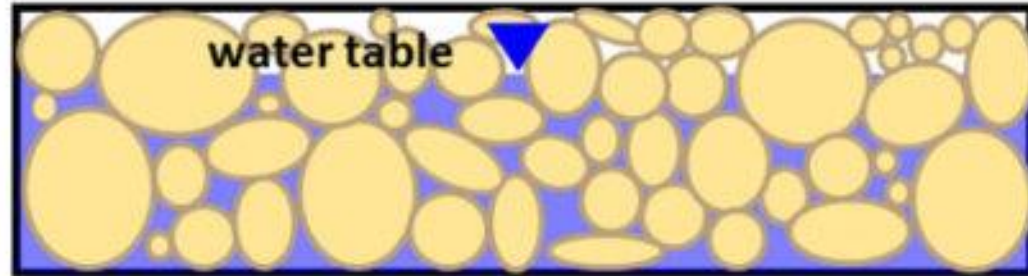


Groundwater pumping

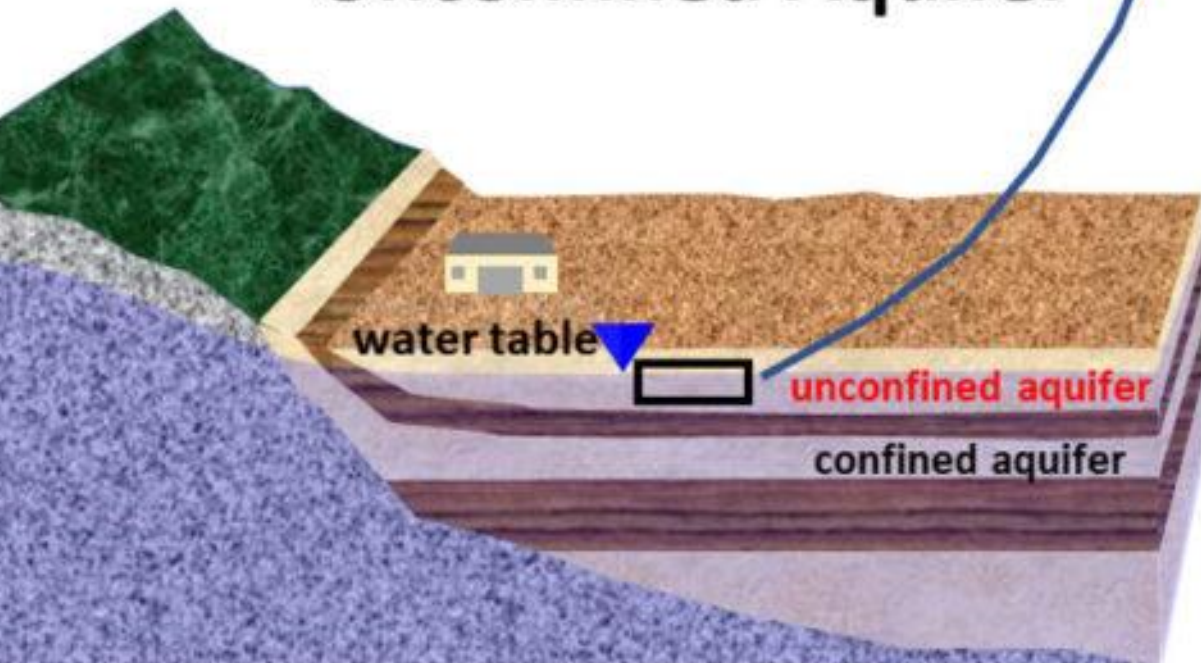


Groundwater pumping

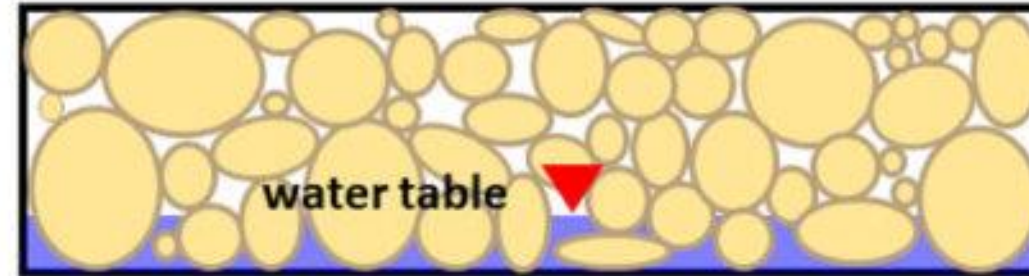
Before Pumping



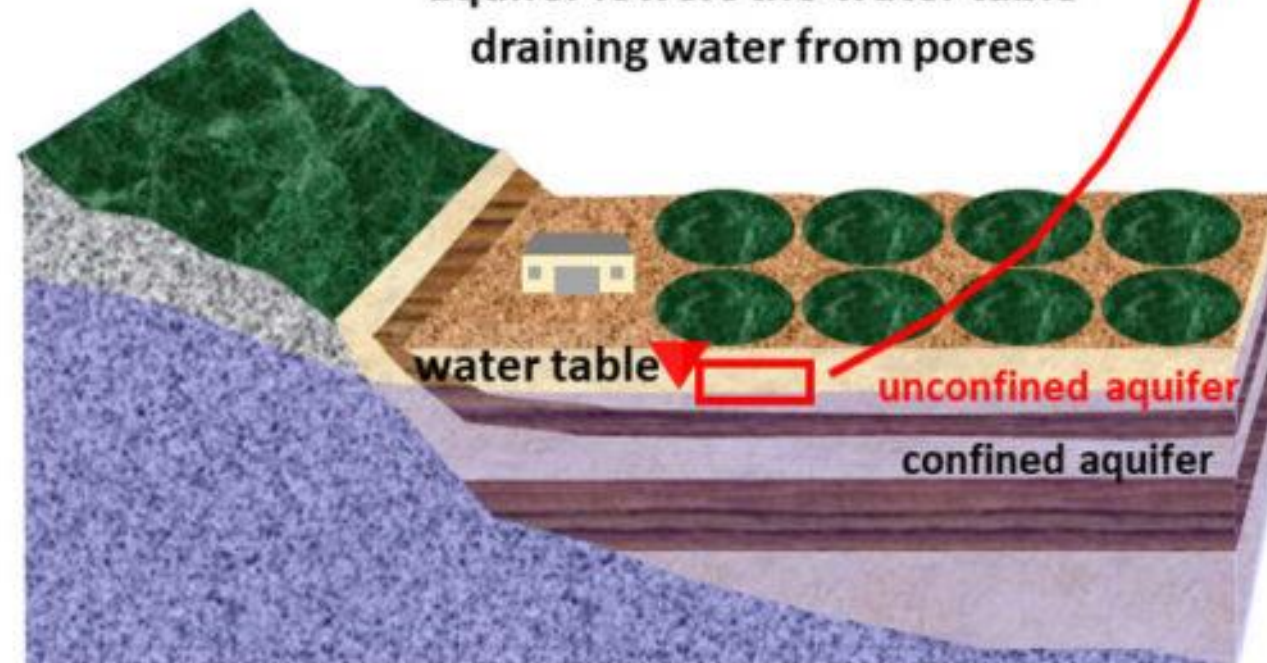
Unconfined Aquifer



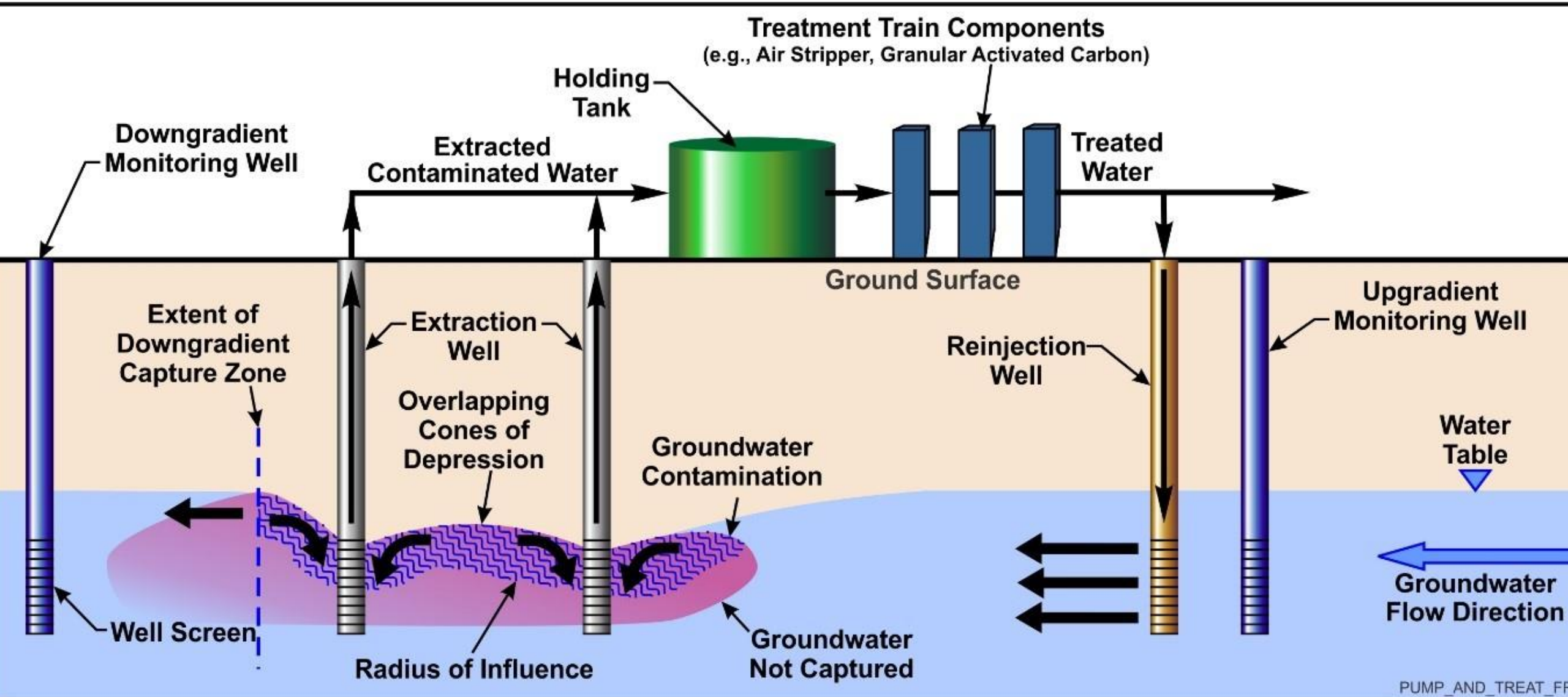
After Pumping



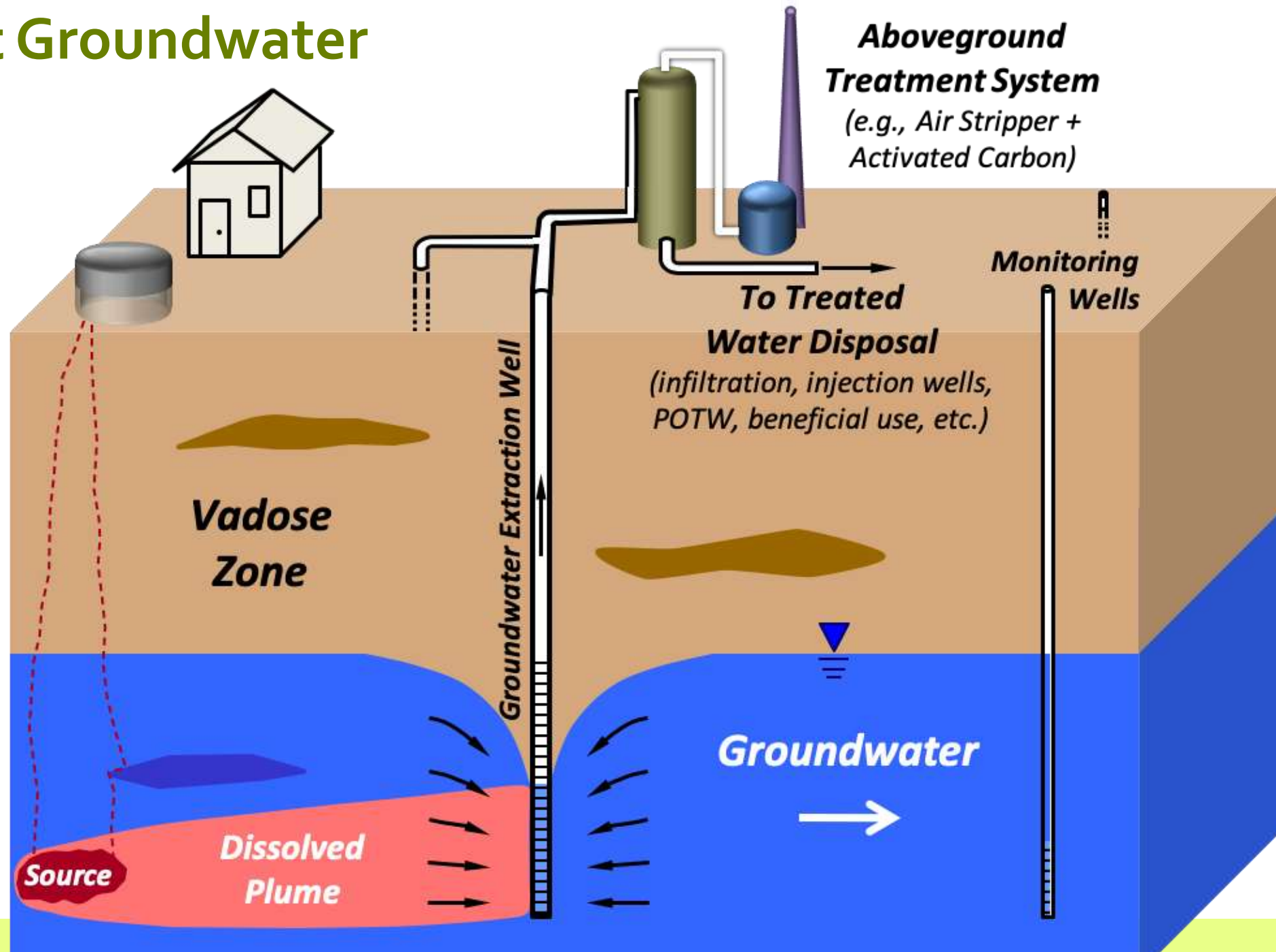
heavy irrigation from an **unconfined** aquifer lowers the water table draining water from pores



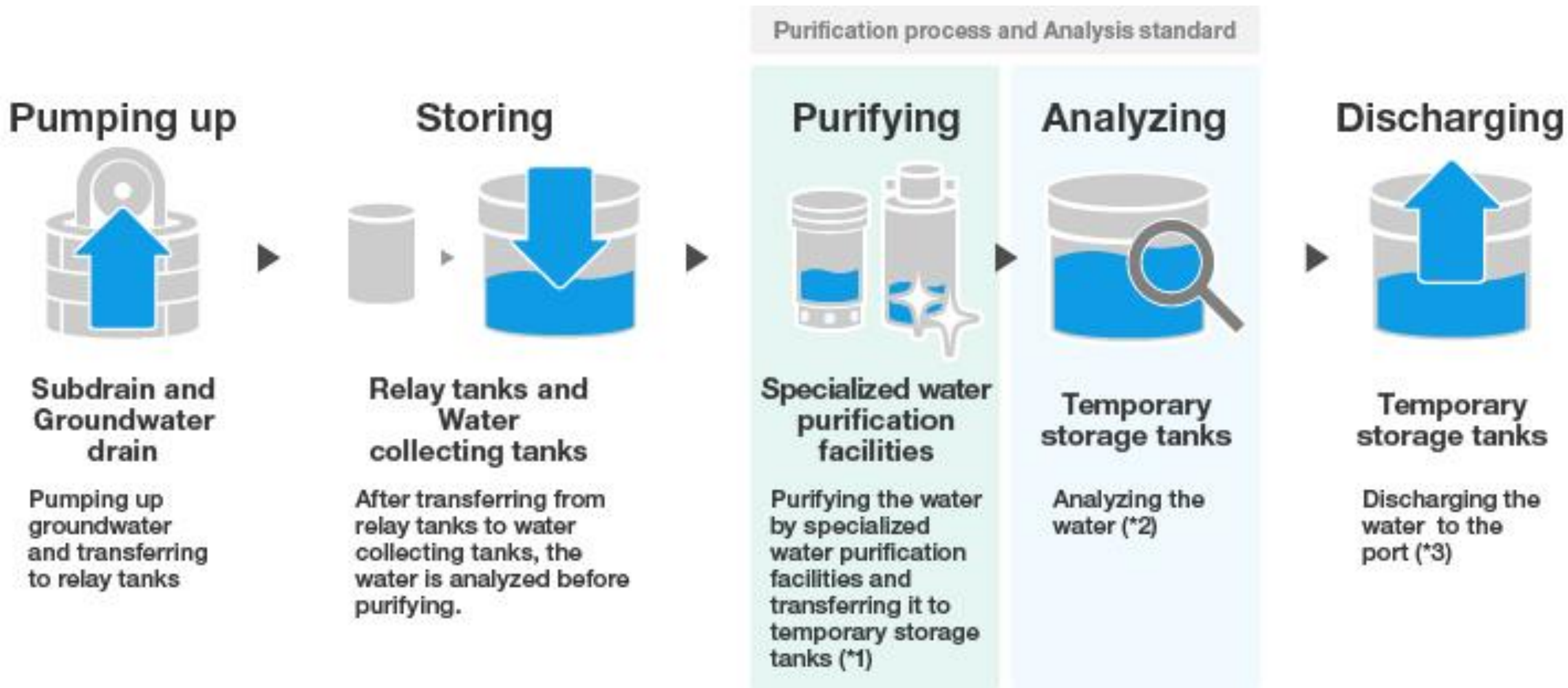
Groundwater pumping system



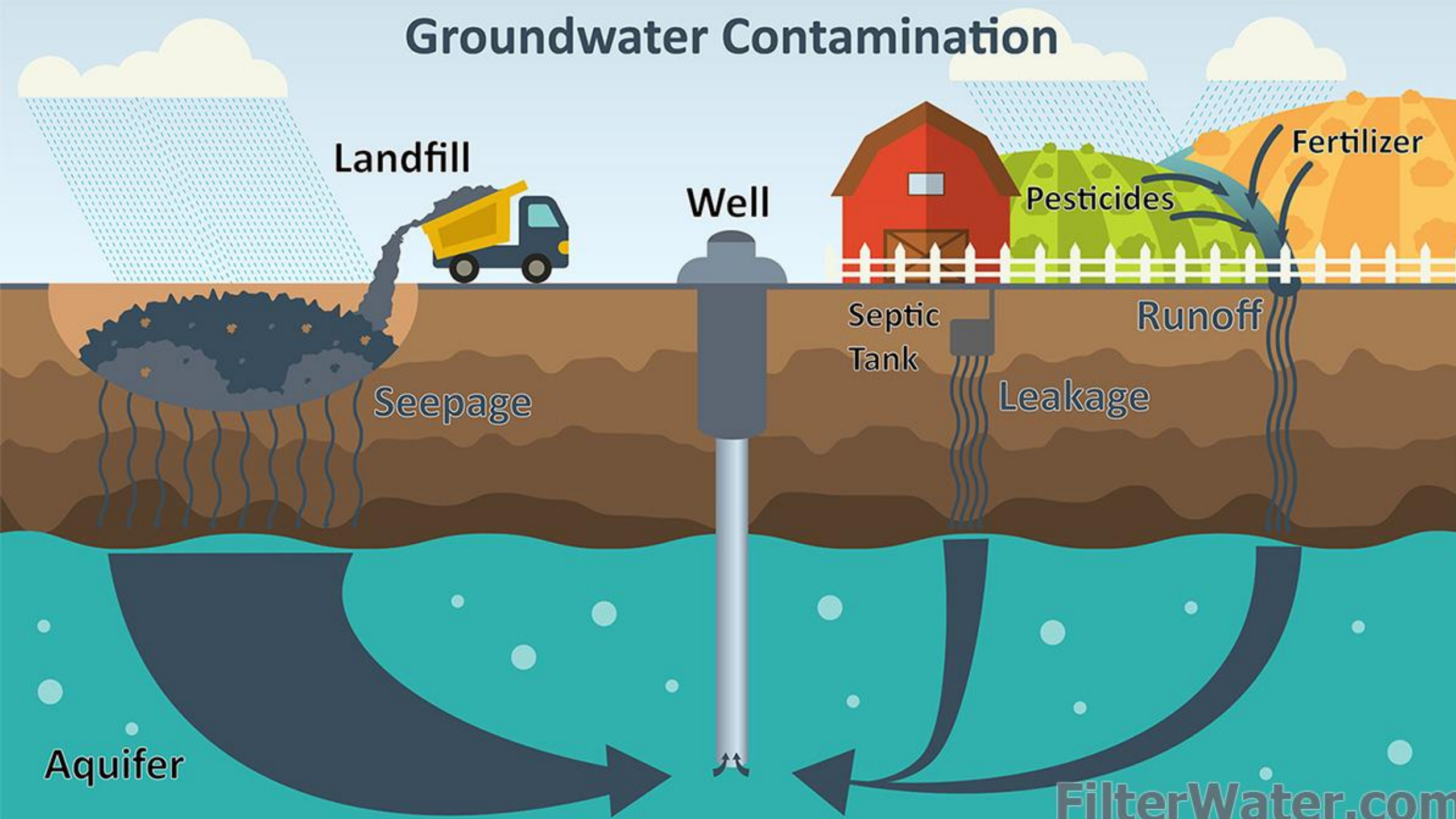
Pump and Treat Groundwater



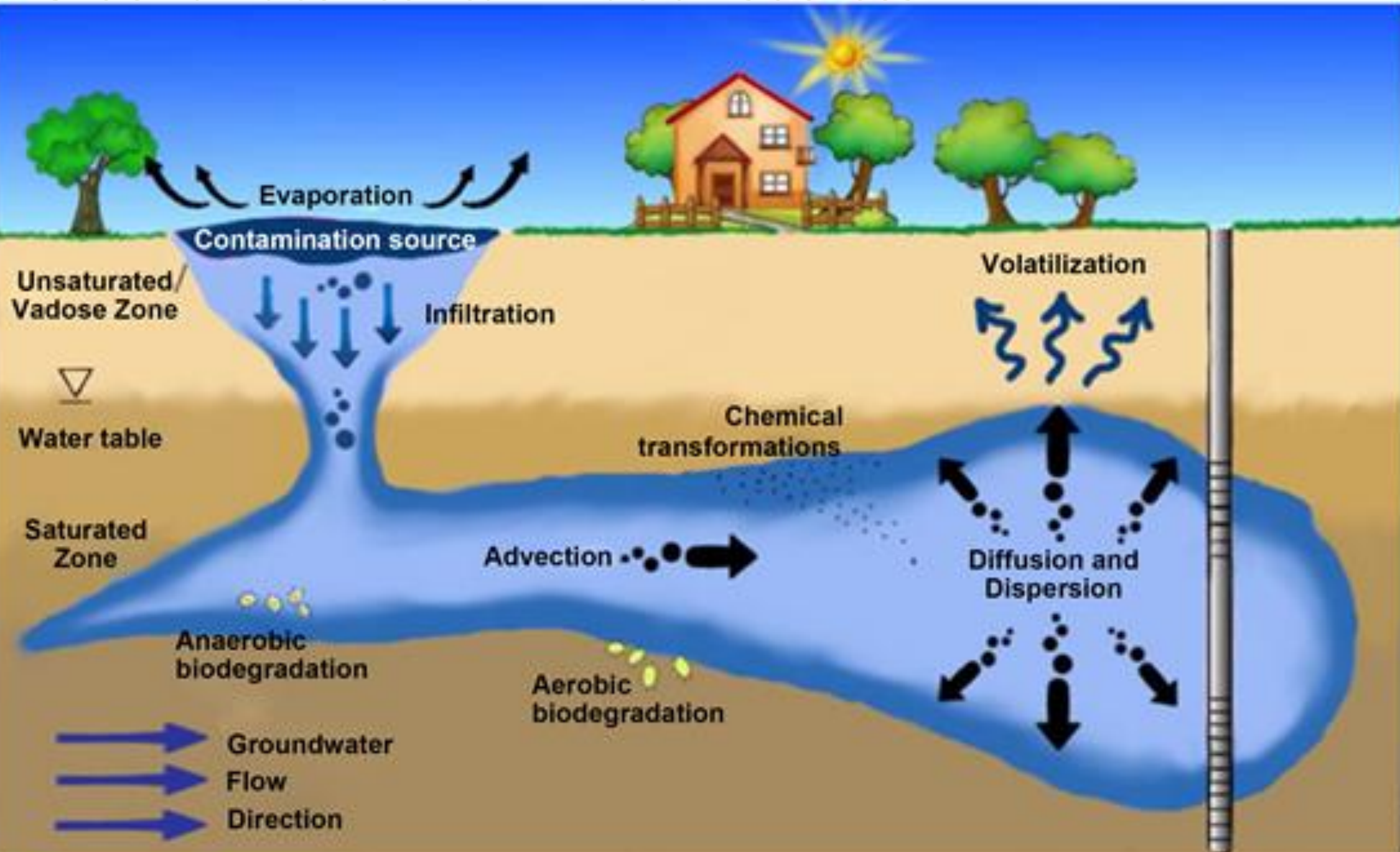
Pumping-Discharging



Groundwater Contamination



Groundwater contamination sources

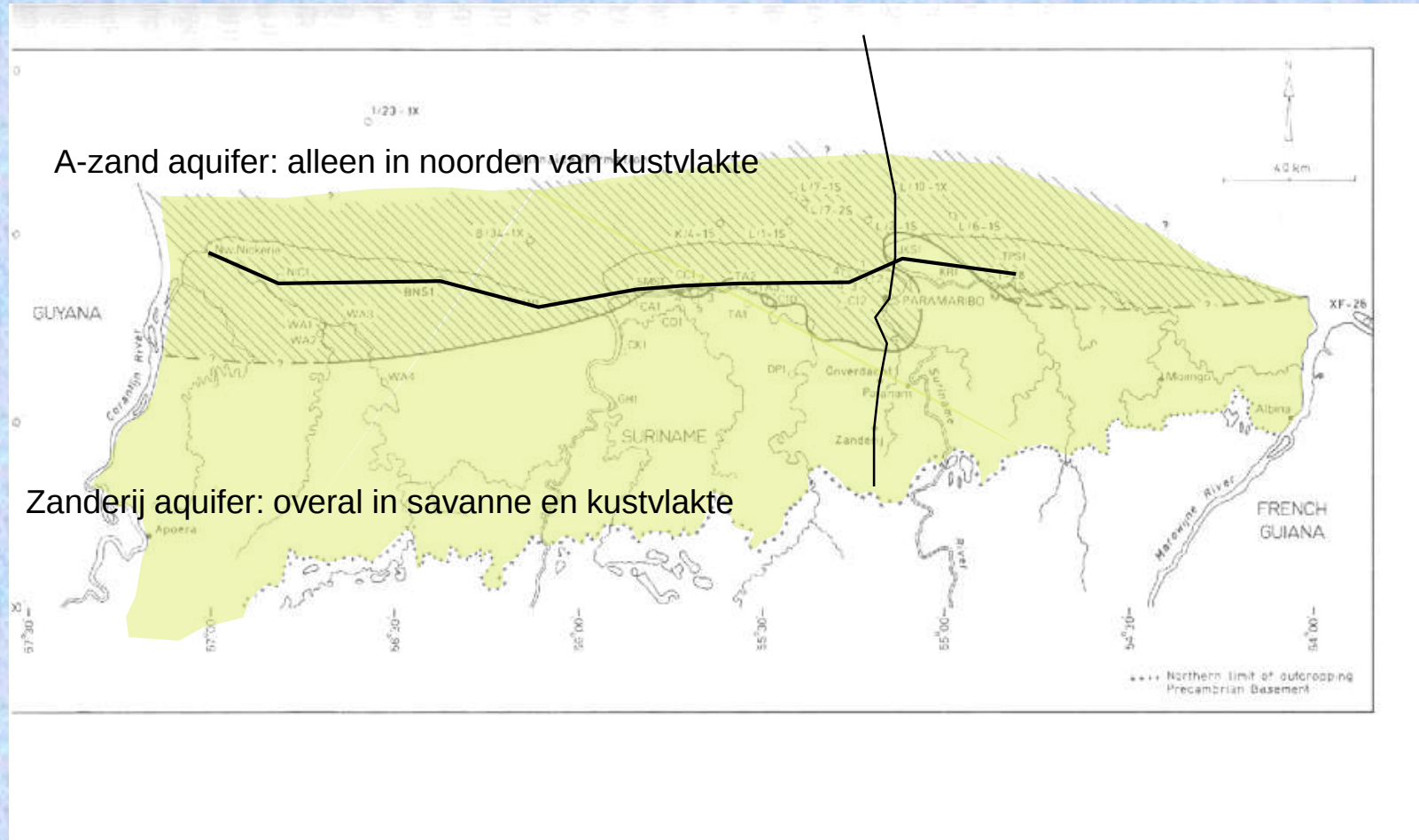


Drinking water standards

Parameter	USPH	WHO	European standard	ICMR
PH	6.0-8.5	6.5-9.2	6.5-8.5	6.5-8.5
EC, μ mho/cm	300	300	400	-
TDS	500	500	500	500-1500
Total Hardness	500	-	-	300
Total Alkalinity	-	-	-	-
Calcium	100	75	100	75
Magnesium	30	50	-	50
Sulphate	250	200	-	200
Chloride	250	200	250	250
Fluoride	1.5	1.0-1.5	1.0	1.0
Nitrate	-	45	-	45
BOD	5.0	6.0	-	-
COD	4.0	10.0	5	-

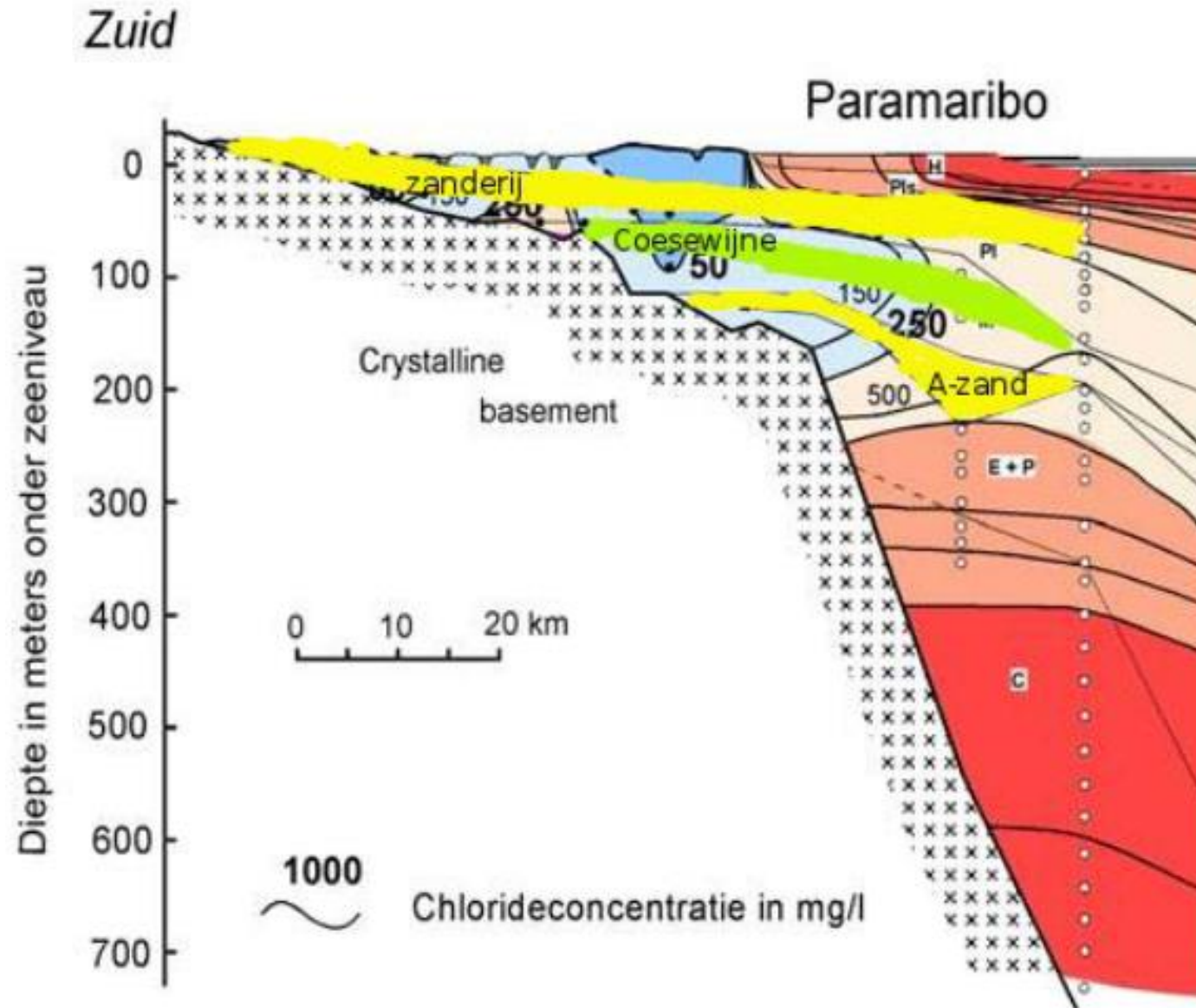
USPH - *United States Public Health*
WHO - *World Health Organisation*
ICMR - *Indian Council of Medical Research*

Grondwater in Suriname

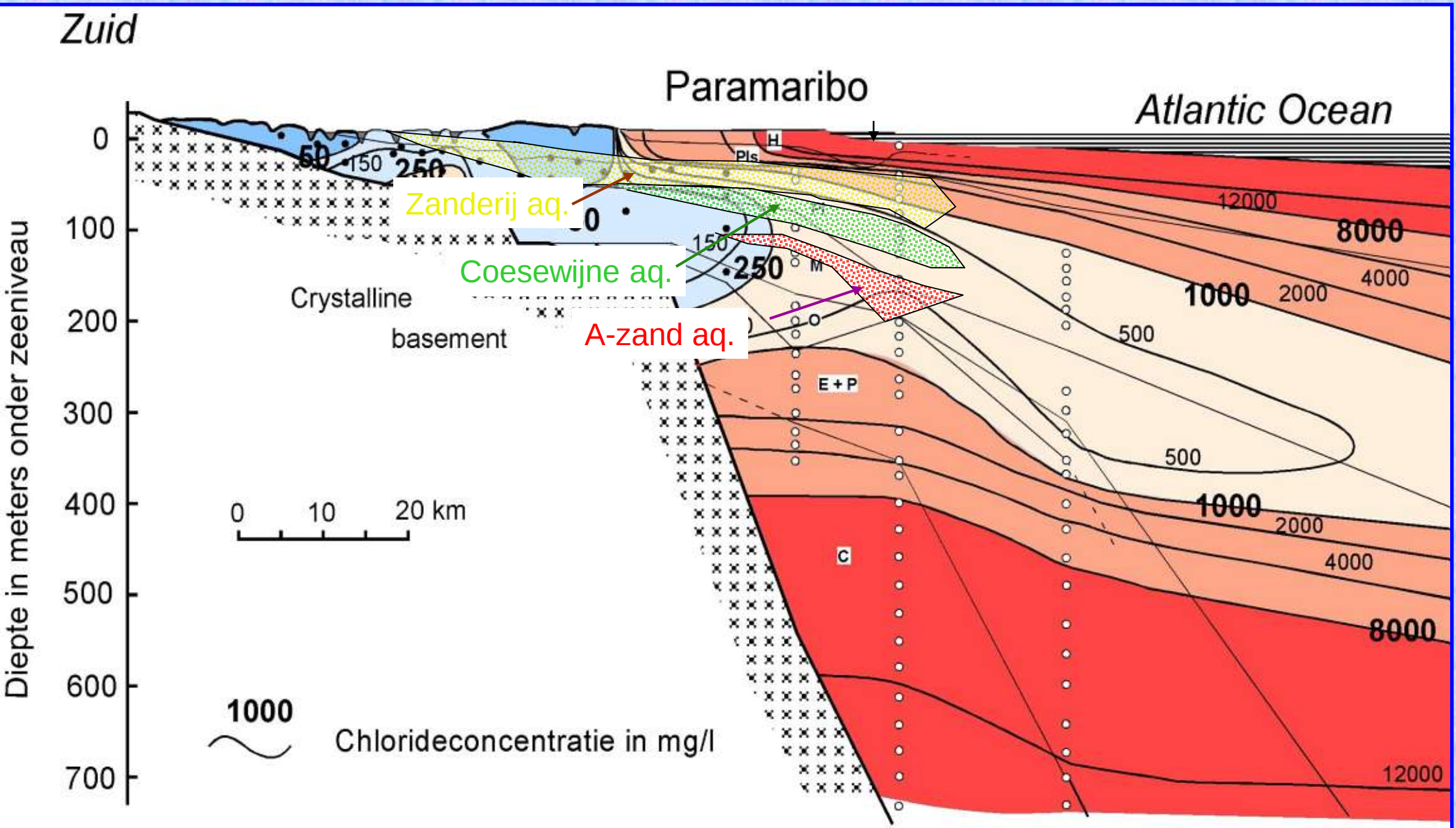


Winning- Aquifers

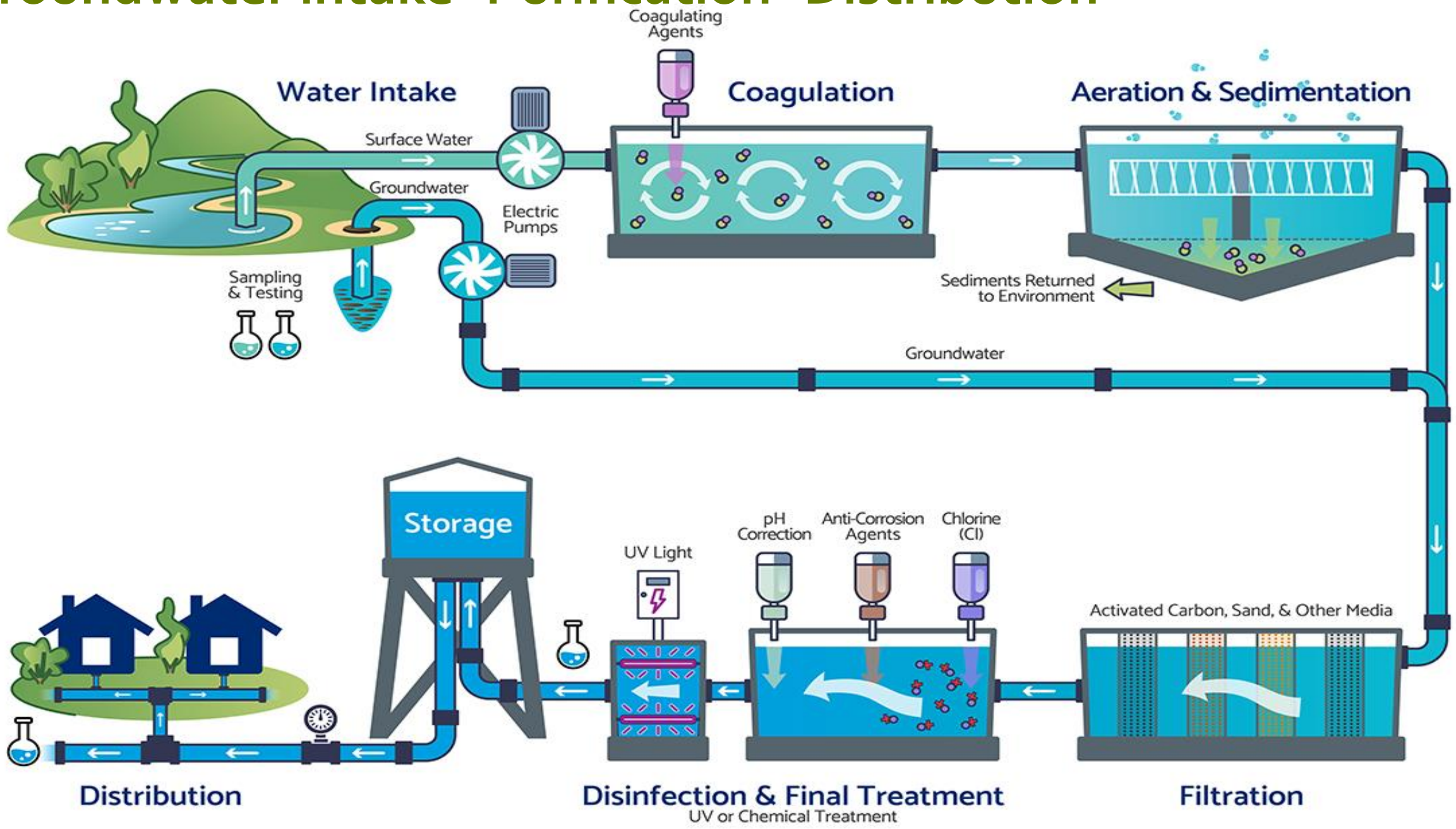
- Suriname heeft 7 aquifers (waterhoudende laag).
- De SWM onttrekt het grondwater uit 3 aquifers:
 - Zanderij
 - Coesewijne
 - A-zand



Grondwater in Suriname



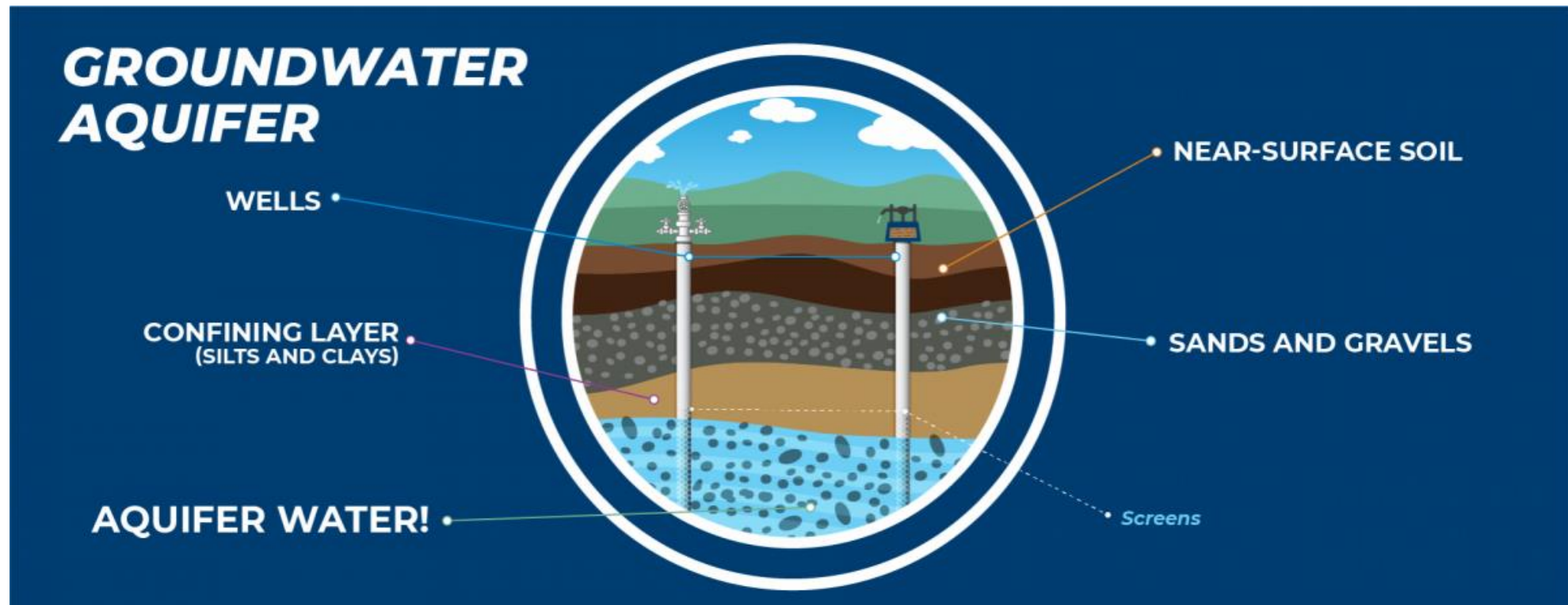
Groundwater intake- Purification- Distribution



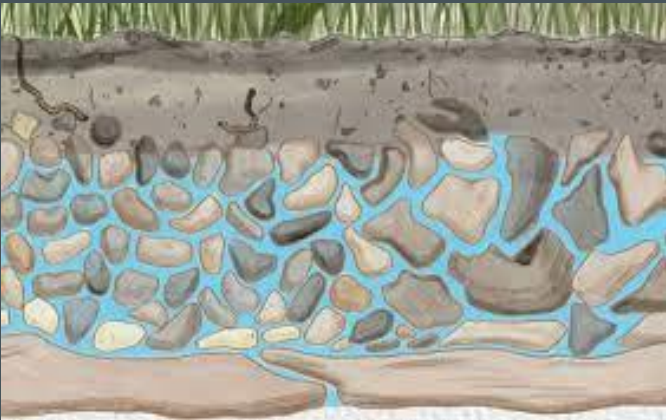


GROUNDWATER MANAGEMENT AND REMEDIATION

SHARMAINE ARTIST



INHOUDSOPGAVE



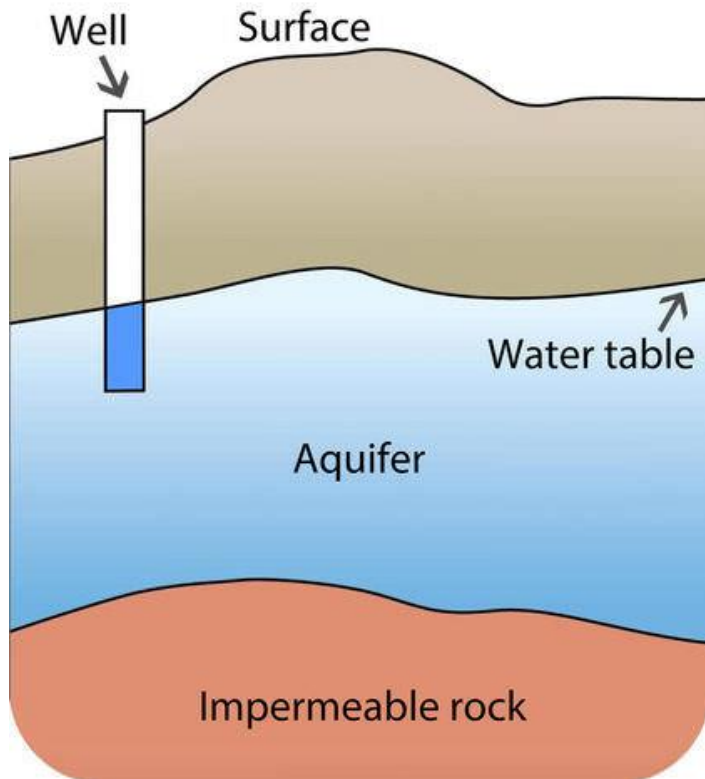
- Introductie/Recap
- Leerdoelen
- Aquifers in Suriname
- Water winning in Suriname
- Zuivering & Distributie

LEERDOELEN



- Inzicht hebben in de complexiteit van het watersysteem
- Inzicht hebben in de verschillende eisen van water en methoden om deze eisen op een duurzame manier met elkaar overeen te stemmen.

INTRODUCTIE



Wat is een aquifer?

Een lichaam van gesteente en sediment dat verzadigd is. Er zit water in en eromheen. Verder kan er water doorheen stromen. Het kan worden gemaakt van zand en grind, zandsteen, zandsteen en carbonaat en andere gesteenten.

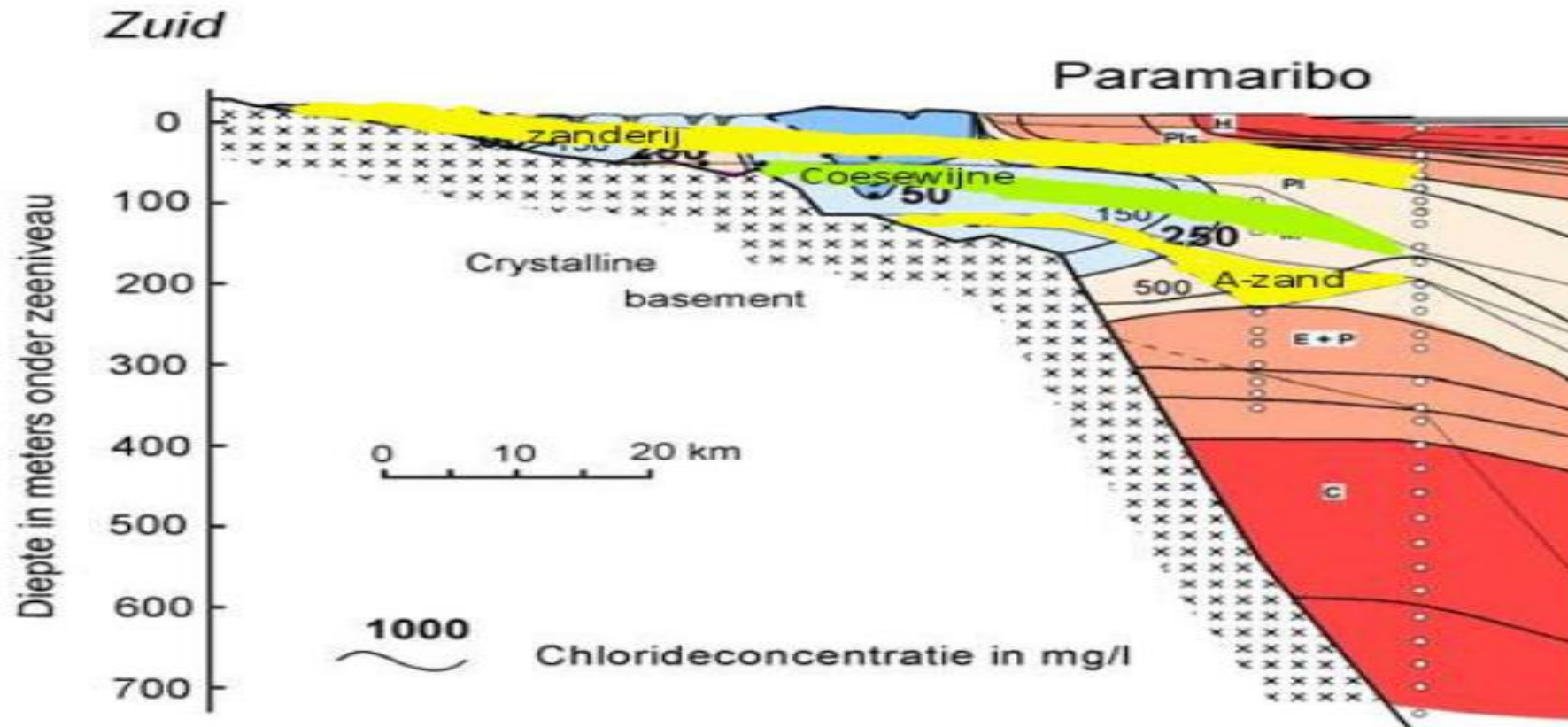
Wat is een ander naam voor aquifer?

Watervoerende laag
Watervoerend pakket
Waterdoorlatende laag

Hoeveel aquifers heft Suriname?

7

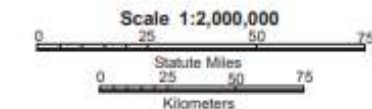
AQUIFERS IN SURINAME





SURINAME

- International boundary
- District boundary
- National Capital
- Populated places
- District capital



GROUND WATER RESOURCES

District Boundaries

- | | |
|---------------------|---------------|
| 1 Paramaribo (city) | 6 Saramacca |
| 2 Wanica | 7 Coronie |
| 3 Para | 8 Nickerie |
| 4 Brokopondo | 9 Marowijne |
| 5 Commewijne | 10 Sipaliwini |

Map Unit FRESH WATER GENERALLY PLENTIFUL

- 1** Very small to large quantities of fresh water available from the Tertiary age Coesewijne and A Sand artesian aquifers consisting of nonconsolidated and consolidated clastic sediments of clay and sandy clay, and coarse-grained sandstone. Depth to the Coesewijne aquifer ranges from 70 to 110 m in the Paramaribo area and up to 280 m in the western part of the country. Depth to the A Sand aquifer ranges from 120 m in the coastal area to 340 m in the western part of the country.

- 2** Small to large quantities of freshwater available primarily from the Tertiary age Zanderij aquifer consisting of non-consolidated to consolidated sediments of sandstone, siltstone, and gravel. Depth to aquifer is less than 80 m.

FRESH WATER LOCALLY PLENTIFUL

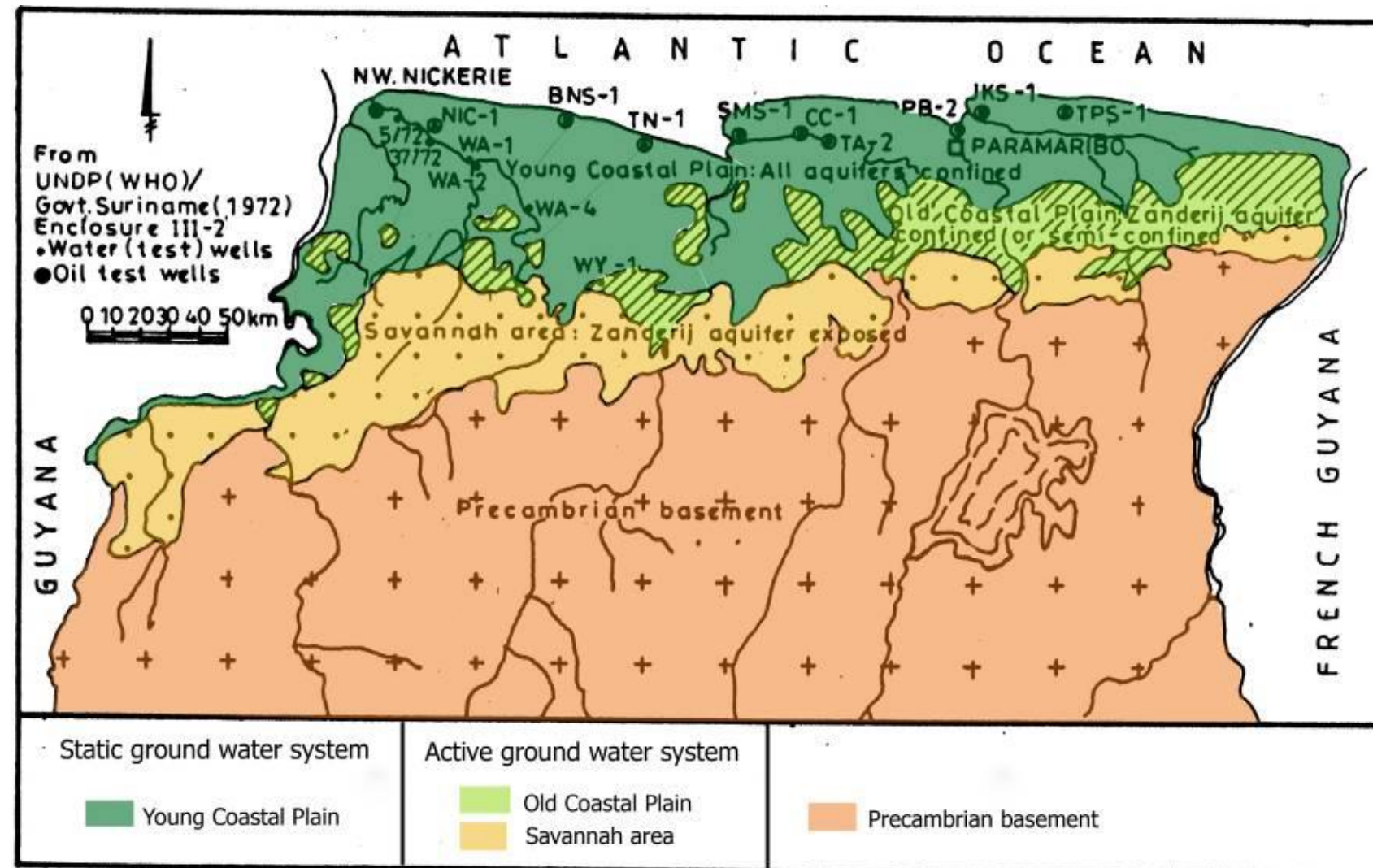
- 3** Meager to large quantities of fresh water available locally from fractured and weathered zones in Precambrian age sedimentary, metaclastic and carbonate rocks. Depth to aquifer is less than 70 m.

FRESH WATER SCARCE OR LACKING

- 4** Meager to moderate quantities of brackish to saline water available from fractured and weathered zones in Precambrian age granite and gneiss. Depth to aquifer is less than 70 m.

Note: Map unit numbers refer to entries in table C-2.

GRONDWATER SYSTEEM



Bekken van onze kustvlakte

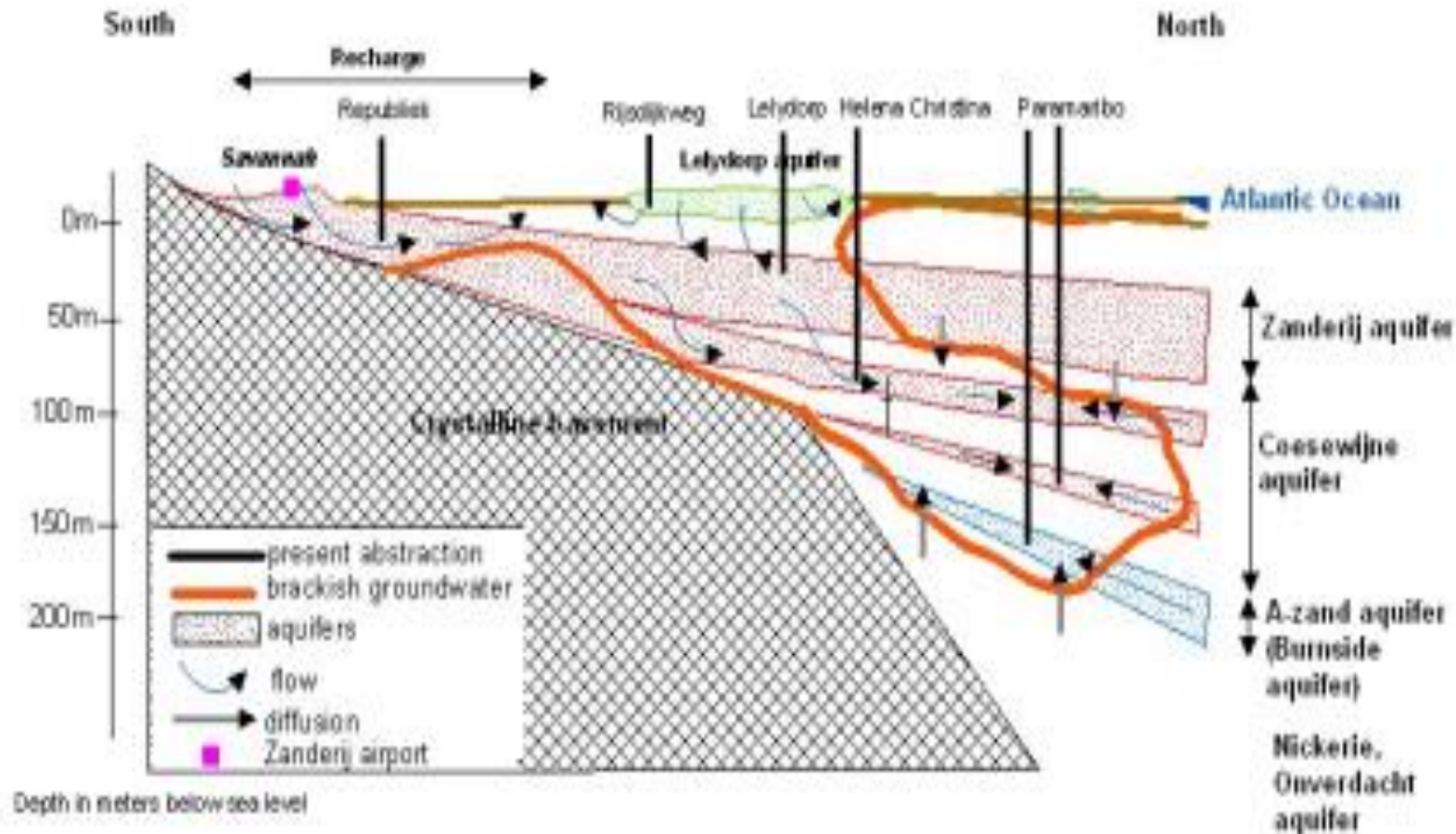
Noordelijk deel: Jonge kustvlakte

- Statistisch grondwater syteem
- Dateert van 13.000 tot 20.000 BP
- Niet hernieuwbaar

Zuidelijk deel: Savanne en de oude kustvlakte

- Actief grondwater system
- Verversing door regenwater
- Hernieuwbaar

AQUIFERS



1. Zanderij
2. Coesewijne
3. A-zand
4. Nickerie
5. Onverdacht
6. Coropina
7. Demerara

AQUIFERS

Aquifer	Specificatie
Zanderij	• Onder Paramaribo is het water brak, maar vanaf 15 km zuidelijker is er zoet water • 1 – 20m diep (neemt in dikte toe van zuid naar noord) • Enige aquifer die aangevuld kan worden
Coesewijne	• Vanwege de mindere doorlaatbaarheid, ook minder geschikt als waterleverancier voor Paramaribo. • In Wanica, Saramacca, Coronie en Nickerie (oost) heeft deze aquifer een hoge doorlaatbaarheid en is het water van hoge kwaliteit. • Er is geen aanvulling mogelijk bij deze aquifer
A- Zand	• Belangrijkste waterleverancier voor Paramaribo, Meerzorg en Saramacca. • 120 -150 m diep • Het zoetwatervolume is beperkt en er is geen aanvulling mogelijk bij deze aquifer
Nickerie	• Opgebouwd uit zand en grind, waardoor doorlatendheid ontstaat • Bevat brak water en is daarom ongeschikt als waterleverancier • Er is geen aanvulling mogelijk bij deze aquifer

AQUIFERS

Aquifer	Specificatie
Onverdacht	• Komt voor net onder de bauxietvoorvallen in Overtoom, Lelydorp en Paranam • Rijk aan klei en dit vermindert de doorlaatbaarheid van de aquifer • 200 m diep • Bevat brak water en is ongeschikt als waterleverancier • Er is geen aanvulling mogelijk bij deze aquifer
Coropina	• Deze laag is in wezen een kleiformatie • Bevat afwisselend zoet en brak water en daarom ongeschikt als waterleverancier • Er is geen aanvulling mogelijk bij deze aquifer
Demerara	



De belangrijkste zoetwatervoerende lagen waaruit water wordt onttrokken zijn:

- 1.** A- zand aquifer: op een diepte van 130 – 190 m
- 2.** Coesewijne aquifer: op een diepte van 70 – 110 m
- 3.** Zanderij aquifer: op een diepte van 15 – 60 m

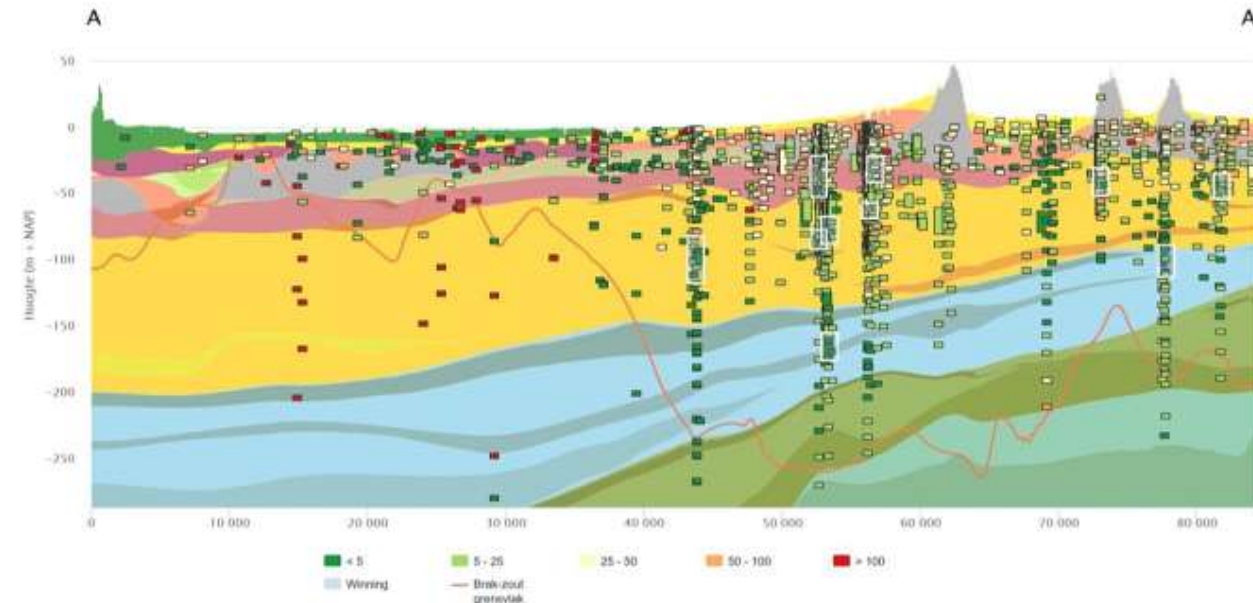
Waterwinning



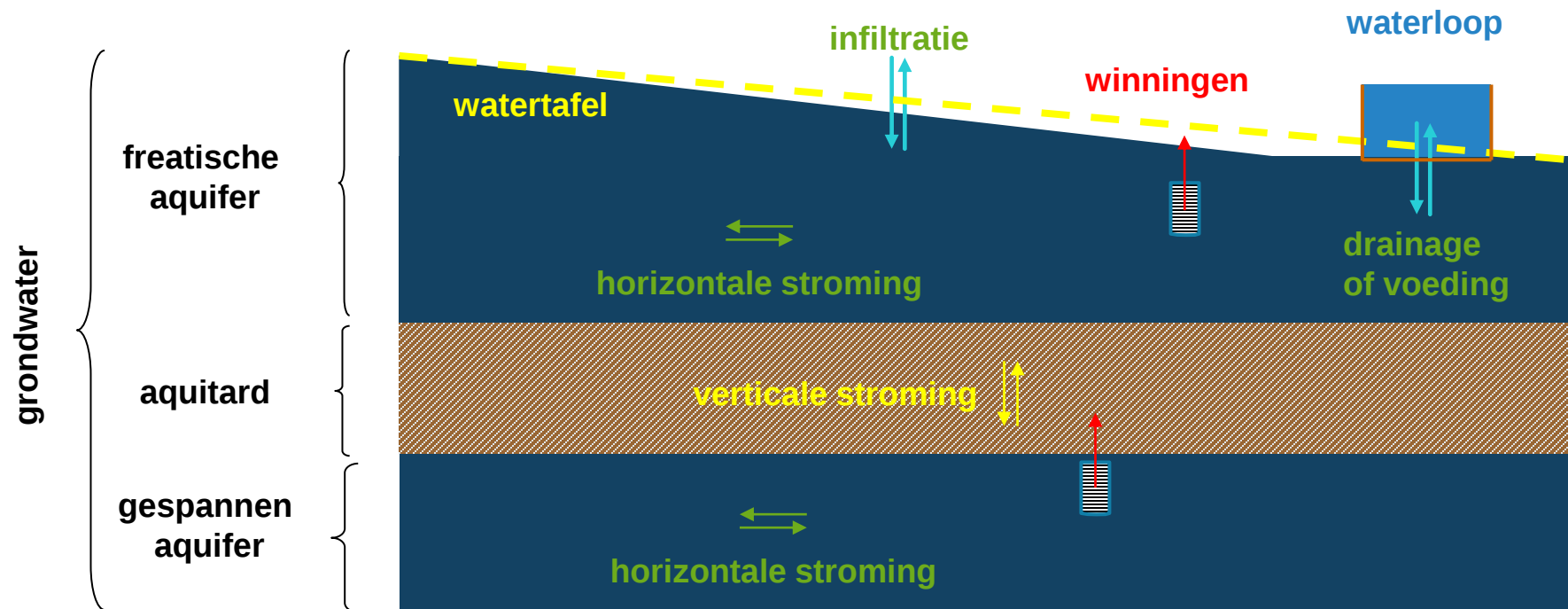
HET PROCES

1. Locatie en evaluatie van een geschikte aquifer

- Onderzoek gedaan om een geschikte locatie te vinden waar water in voldoende hoeveelheid en kwaliteit beschikbaar is. Geologische en hydrologische gegevens worden geanalyseerd om de beste aquifers te identificeren.
- Geologische kaarten en surveys worden gebruikt om de geologische kenmerken van een bepaald gebied te identificeren, waaronder de aanwezigheid van verschillende gesteentelagen en structuren die relevant kunnen zijn voor de opslag van water.



GRONDWATERSTROMINGSMODEL



2. Boringen en kernmonsters

- Boringen worden uitgevoerd om de verschillende lagen in de ondergrond te bereiken. Kernmonsters worden verzameld tijdens het boren (stukjes van de gesteentelagen). Deze monsters worden geanalyseerd om de fysische en chemische eigenschappen van de lagen te bepalen en om te bepalen wat er in het water aanwezig is.





Boorbeschrijving LL19

Door : S. Zuiderduin

Methode : Zuigboren/luichtillen ø 70 mm

Datum : week 44 2006

diepte

</

1. Verschillende lagen → kernmonster
2. Zandliniaal heeft voorbeeldmonsters , om dus een eerste aanwijzing te verkrijgen van de korrelgrootteverdeling
3. Boorstaten → een overzicht waarop gezien kan worden welke grondsoorten zich op welke diepte bevinden.

3. Monitoringsputten

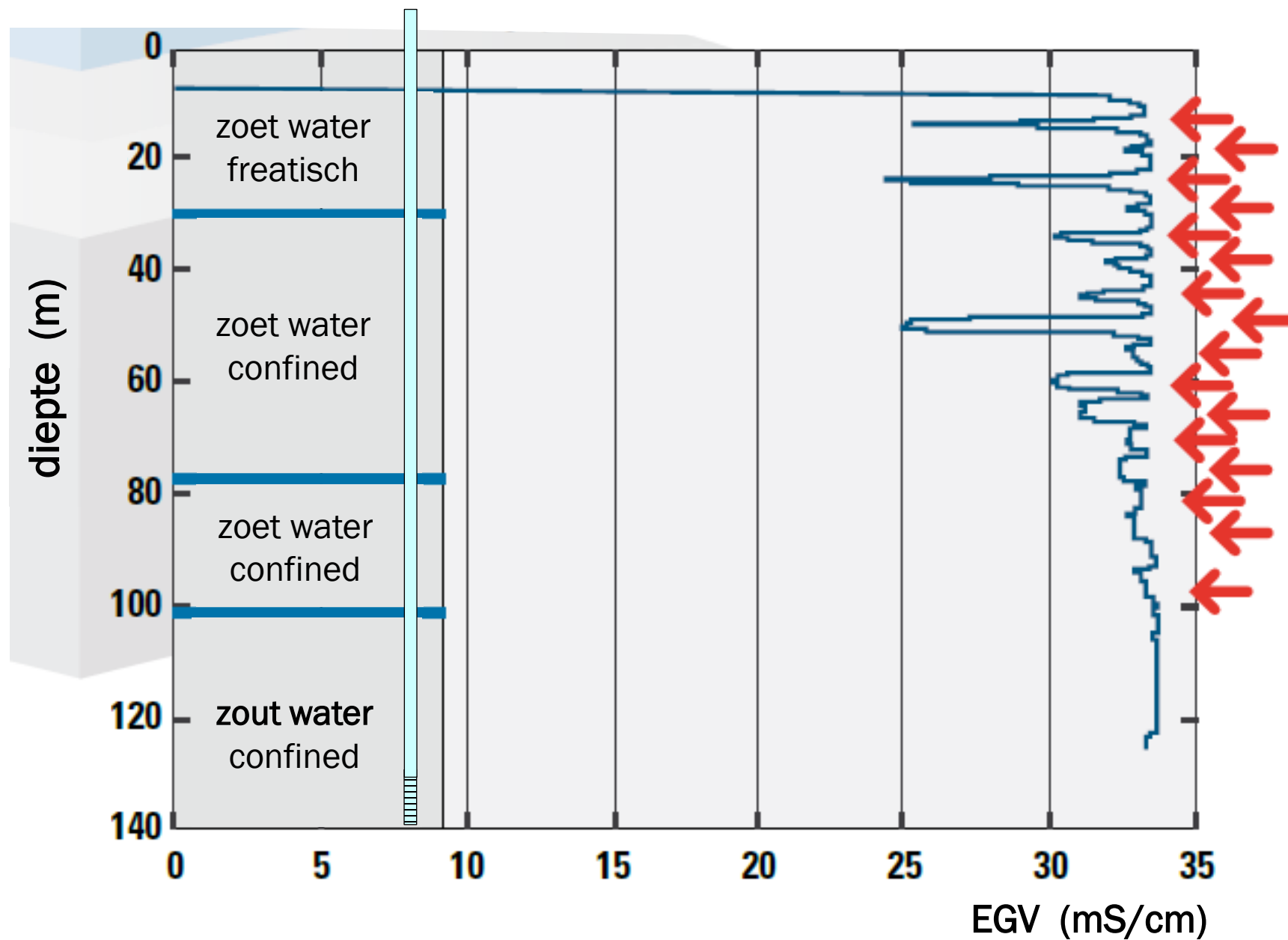
- Deze worden geïnstalleerd in potentiële aquifers om de grondwaterstanden en de variabiliteit in de tijd te meten. Deze metingen helpen bij het begrijpen van de stroomsnelheid, de richting van de grondwaterstroming en de fluctuaties in het grondwaterpeil.

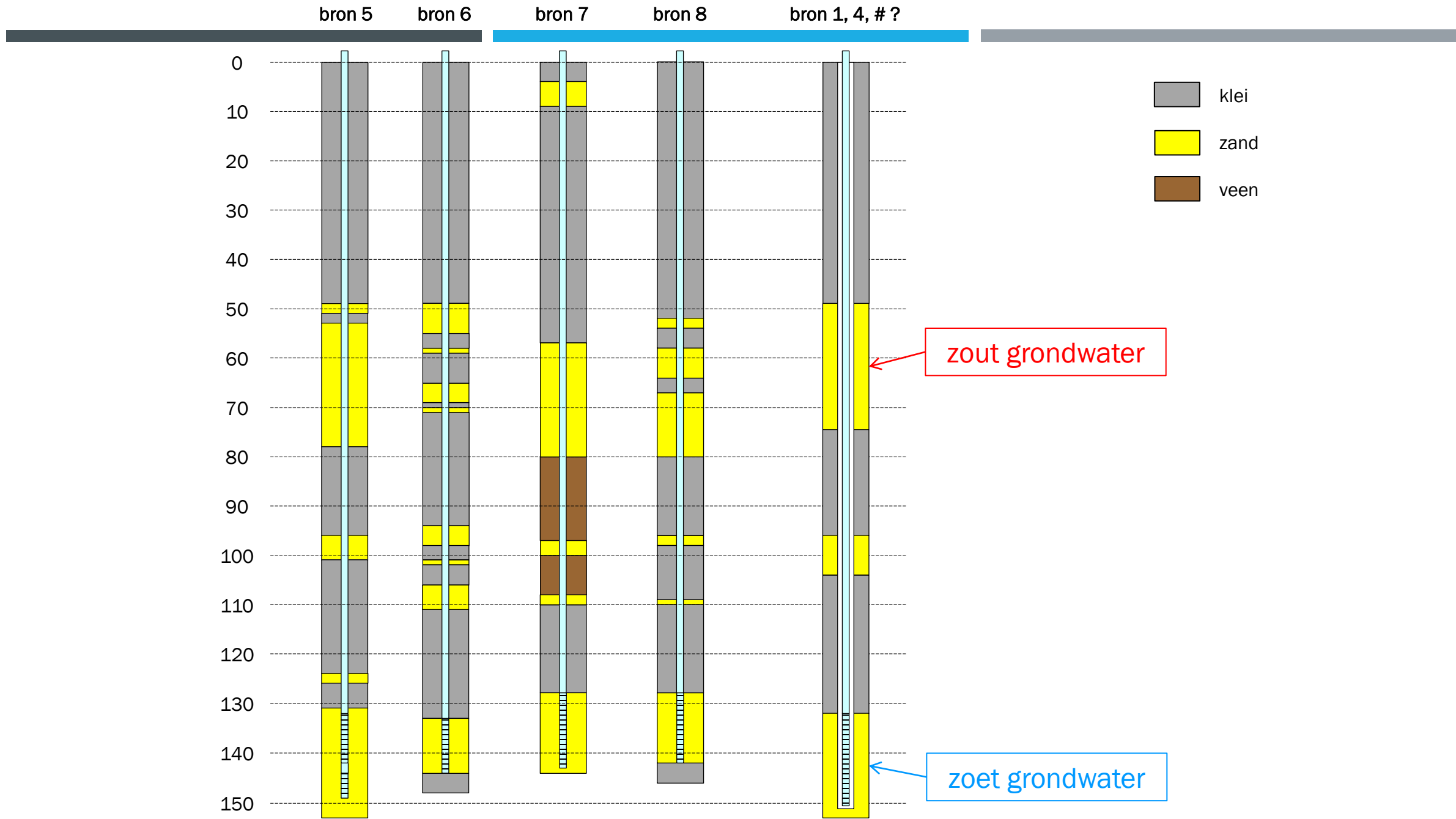


4. Grondwaterkwaliteitsonderzoek

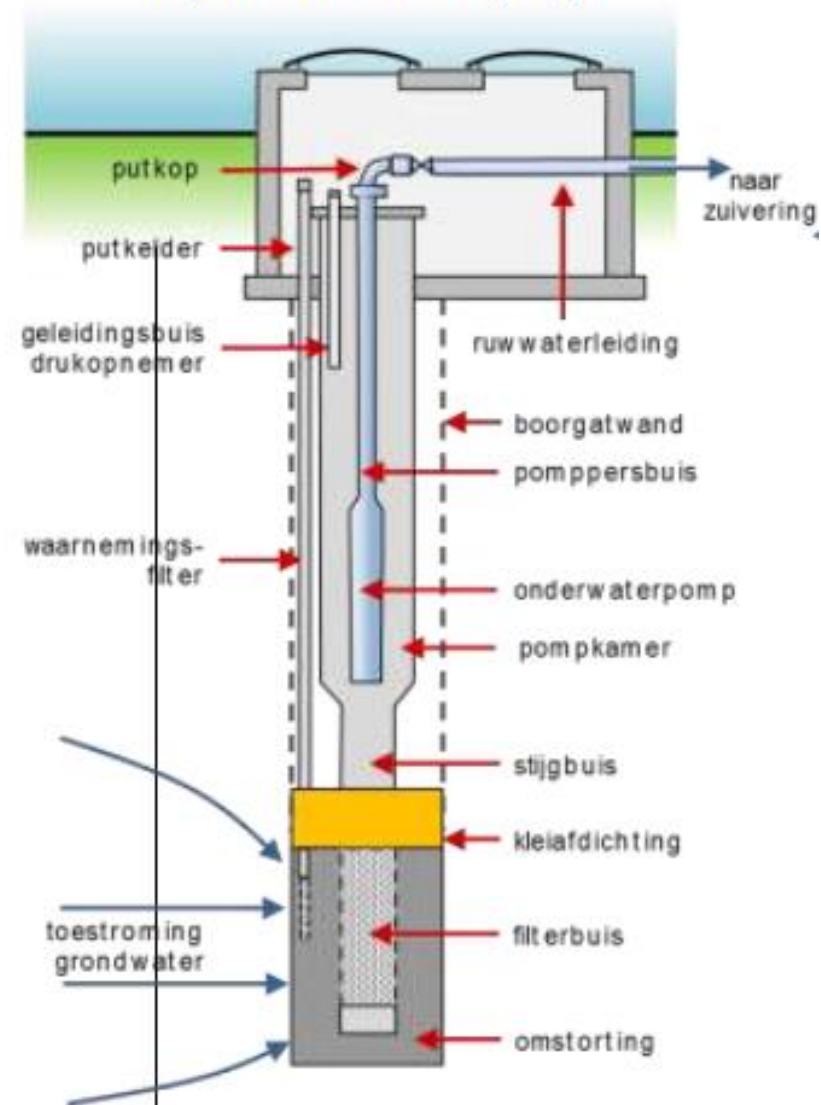
- Monsters van grondwater worden geanalyseerd op hun chemische samenstelling om de kwaliteit ervan te bepalen. Dit is van cruciaal belang om te zorgen dat het gewonnen grondwater geschikt is voor het beoogde gebruik, drinkwater.







Winput met onderwaterpomp



RISICO

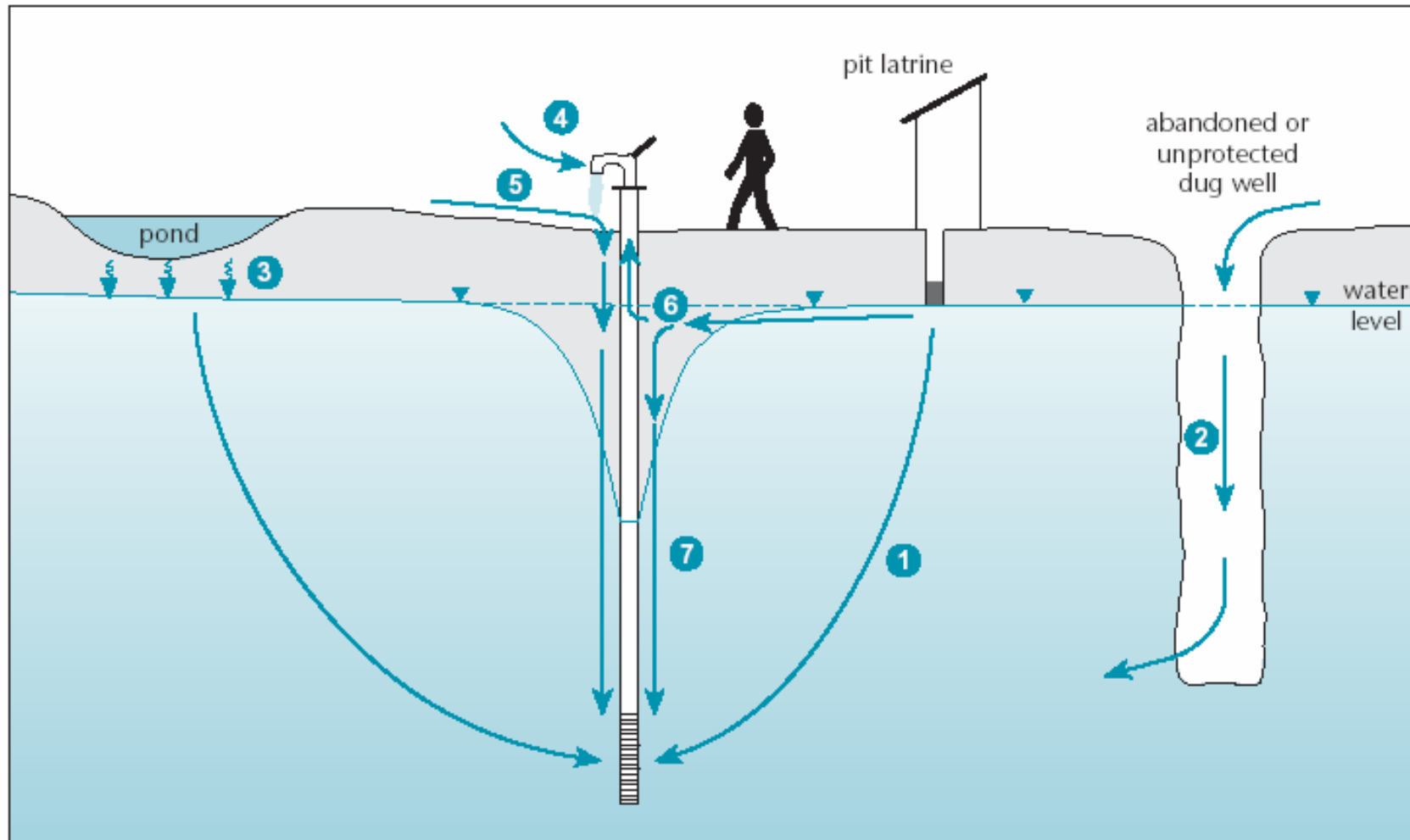
Ontrekking

- Ingreep in de kringloop van water.
- Het water wordt geforceerd bovengronds gehaald, we gebruiken het en lozen het grotendeels op het oppervlaktewater.

Overexploitatie (lang termijn)

- Bij de diepe aquifers; geen aanvulling door regenwater
- Toenemende grondwaterverlaging
- Toenemende verzilting

■ Invloed van de omgeving



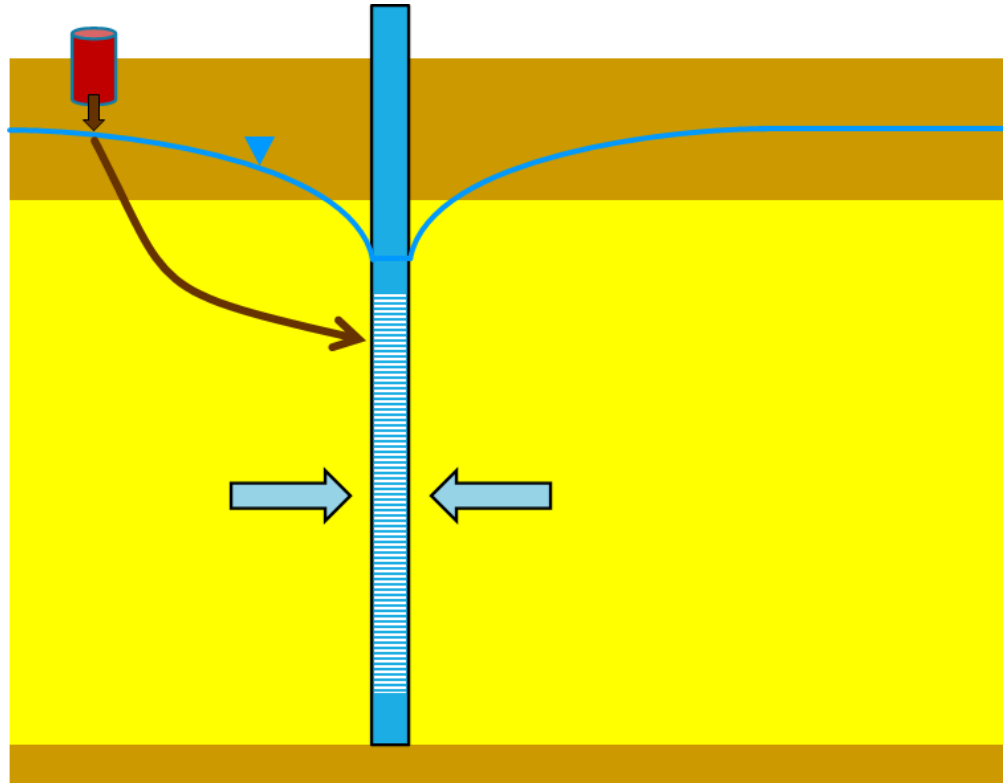
Aquifer pollution pathways

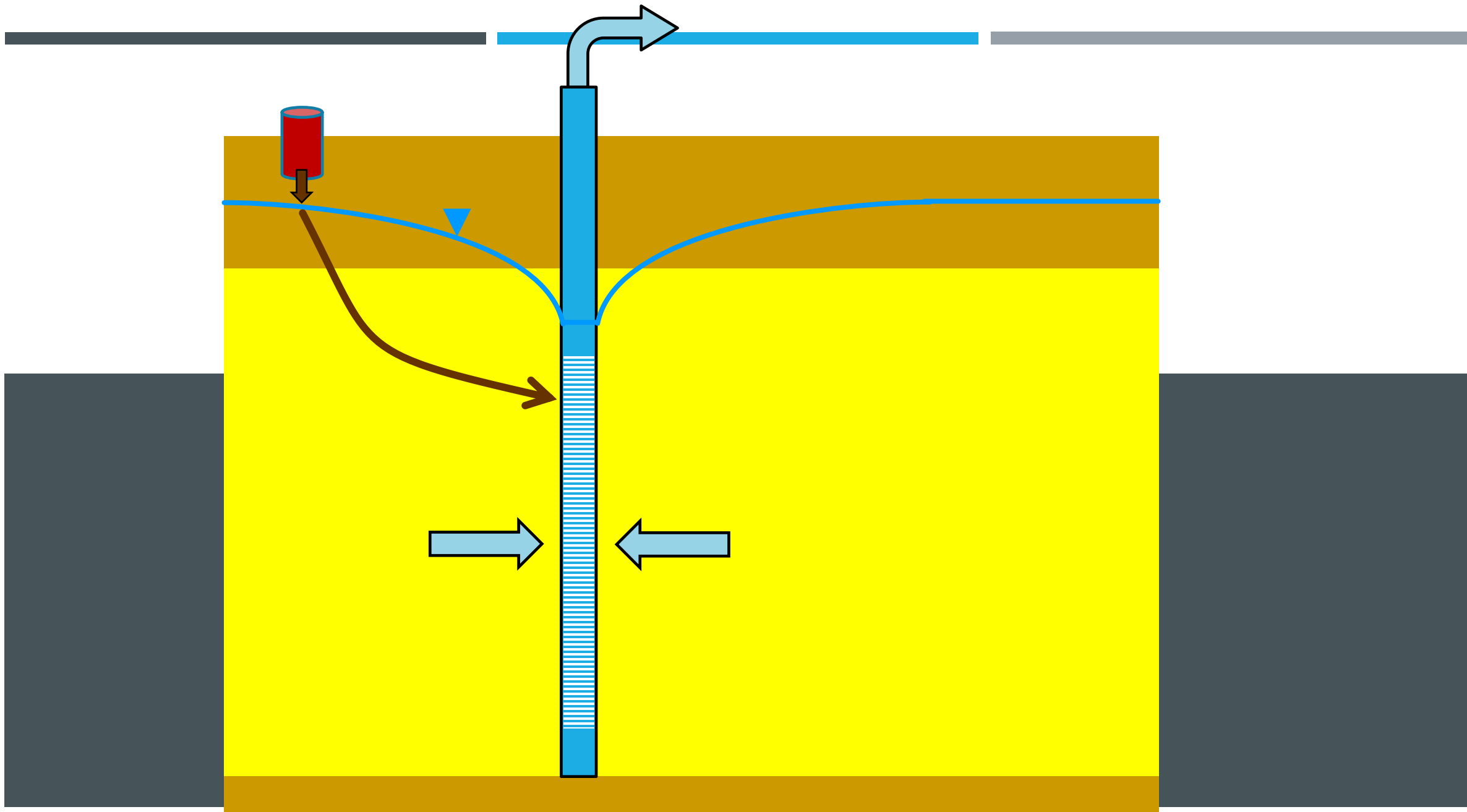
Pathways direct from pit latrine

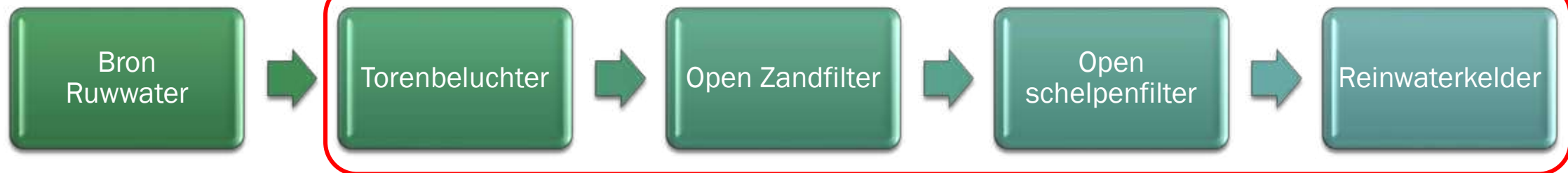
- 1 Deep penetration through strata
- 2 Contamination via abandoned/unprotected dug well
- 3 Infiltration from a contaminated surface water body

Localised/indirect pathways

- 4 Direct contamination of spout (by dirty hands)
- 5 Surface water seepage behind tubewell casing
- 6 Lateral migration at water table and entry through defective casing
- 7 Lateral migration at water table and percolation behind the casing to the screen

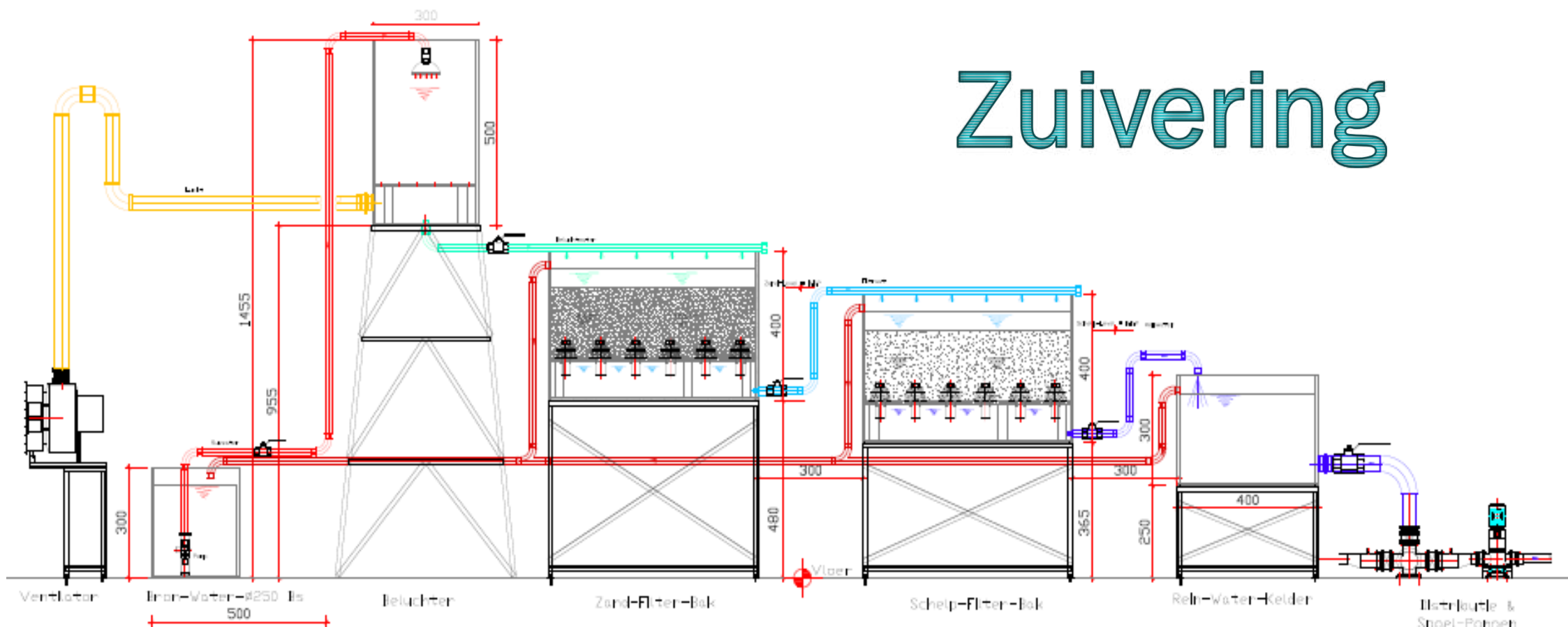






De volgorde van de zuiveringscomponenten is afhankelijk van de ruwwaterkwaliteit

Zuivering



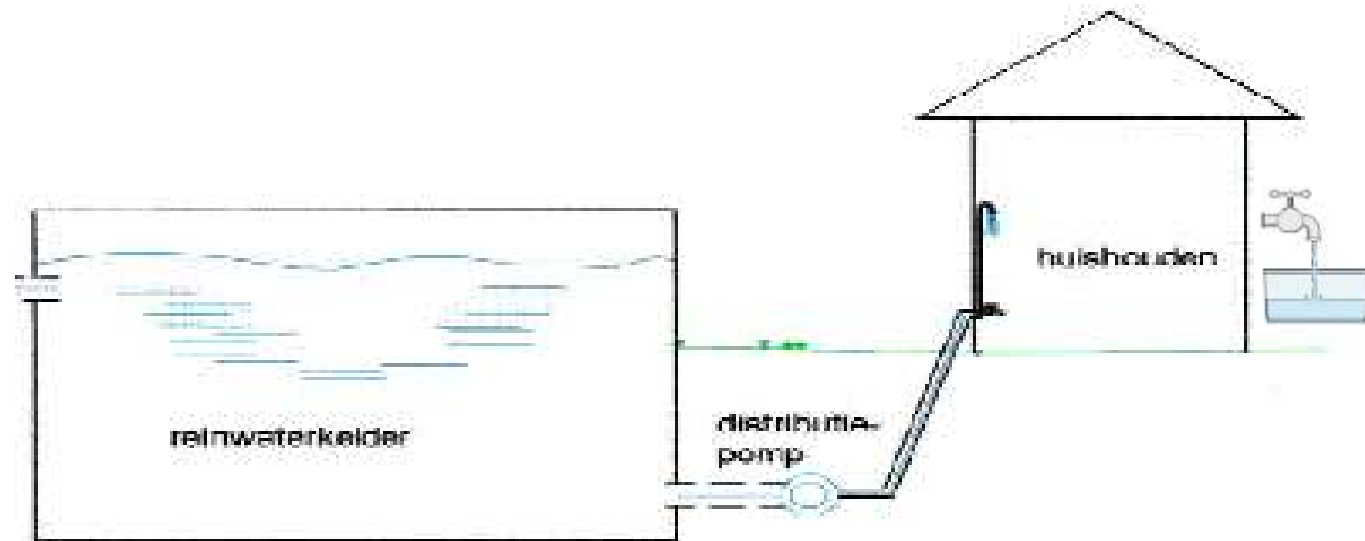
DISTRIBUTIE NETWERK

- Leidingen worden aangelegd: transportleidingen, hoofddistributieleidingen en distributieleidingen.



DISTRIBUTIE NETWERK

- Vanuit de reinwaterkelder wordt het water middels distributiepompen verpompt naar de klant



Vragen/ Discussie

