



Wastewater Treatment and Effluent Reuse

SHARMAINE ARTIST

25 JULI 2023

INHOUDSOPGAVE

INTRODUCTIE

LEERDOELEN

WASTEWATER TREATMENT PROCESSES

- Wat is afvalwater/rioleringswater?
- Watervervuiling
- Wat zit er in afvalwater?
- Afvalwaterzuivering

DUURZAME OPLOSSINGEN

AFVALWATERBEHEER IN SURINAME





LEERDOELEN

- Algemene kennis van afvalwaterzuivering, waarbij theoretische kennis in toegepaste chemie en microbiologie wordt afgestemd op praktisch procesontwerp.
- Kunnen toepassen van kennis over duurzame rioleringen en afvalwaterzuivering in specifieke situaties.
- In staat zijn een systematische begrip en bewustzijn aan te tonen van aspecten van afvalwaterkwaliteit en –behandeling, met inbegrip van hun implicaties voor volkgezondheid en milieugezondheid en de stedelijke waterkringloop.



LEERDOELEN

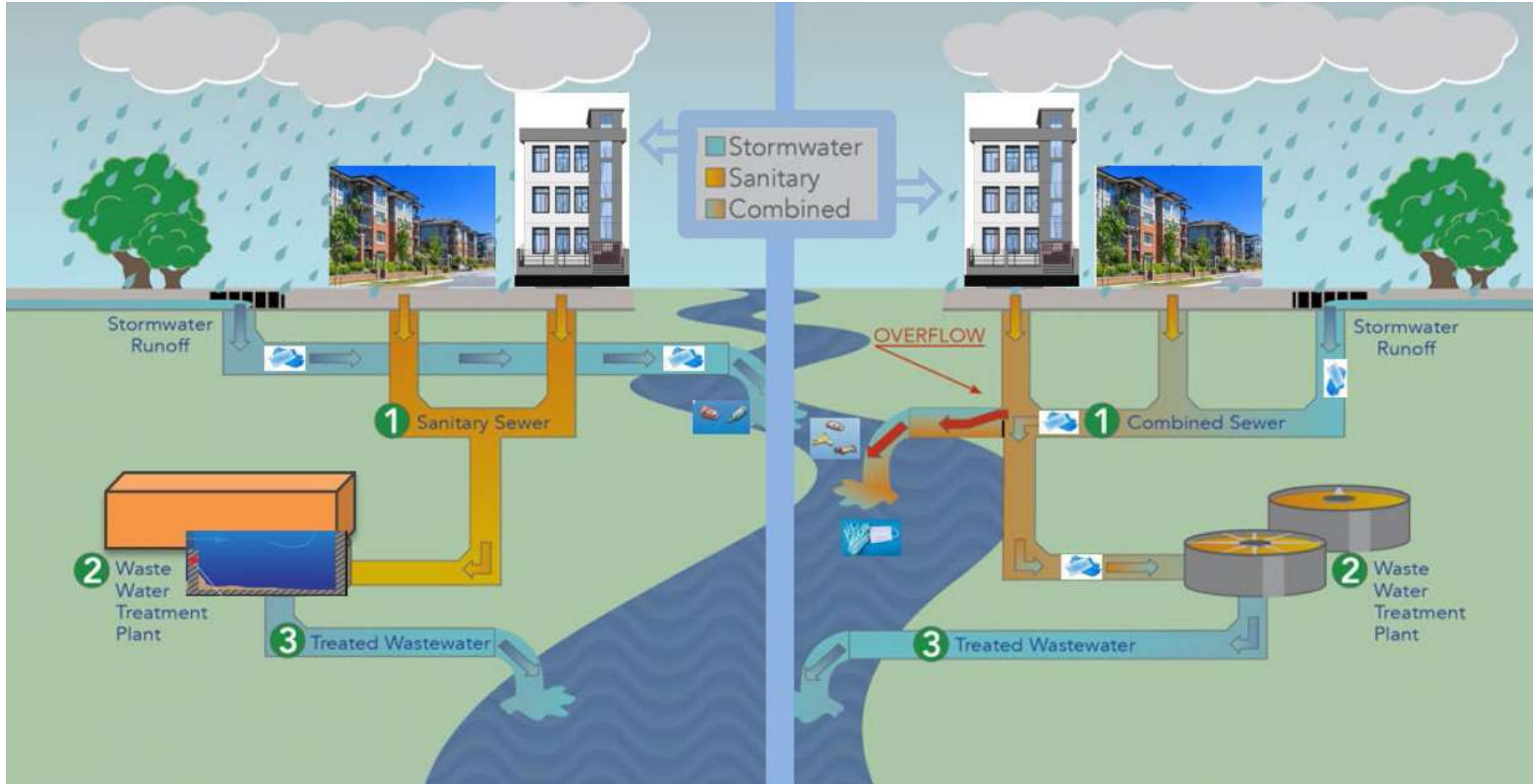
- Analyse van de functies van eenheidsprocessen die samenhangen met een aantal afvalwaterzuiveringssystemen.
- Uitvoeren, kritisch evalueren en presenteren van het procesontwerp van conventionele en geavanceerde afvalwaterzuiveringsprocessen.
- Kennis hebben van gegevens en informatie van conceptontwerp voor afvalwaterzuiveringsinstallaties.

WASTEWATER TREATMENT PROCESSES



THEORETICAL
KNOWLEDGE

APPLIED CHEMISTRY
MICROBIOLOGY



WAT IS AFVALWATER?

Al het water dat is gebruikt en verontreinigd door menselijke of industriële activiteiten.



WAT IS RIOLERINGSWATER?

Rioleringswater is een specifieke type van afvalwater dat afkomstig is van huishoudens, commerciële instellingen en industrieën. Het bevat een verscheidenheid aan verontreinigingen, waaronder menselijk afval, voedselafval, chemicaliën en verontreinigde stoffen, waardoor het ongeschikt is voor direct menselijk gebruik.

SOORTEN WATERVERVUILING

1. Welk soort water is vervuild - Zoetwater- of zeewatervervuiling

2. Hoe de verontreiniging tot stand is gekomen

- Anorganische verontreiniging: zouten, metalen en zuren in het water, meestal afkomstig van de landbouw. Ook de nitraten en fosfaten die in zepen en wasmiddelen zitten verbruiken alle zuurstof in water waardoor andere organismen geen kans maken om te leven. In grote hoeveelheden is het erg schadelijk en kan het hele biotoop verstoord of uitgeroeid worden.
- Organische verontreiniging: organische stoffen die in het water belanden. Deze moleculen zijn opgebouwd uit koolstof en waterstof. Vaak bevatten ze naast deze elementen ook O, N, S of halogenen. Ze zijn apolair en slecht of niet oplosbaar in water.

OORZAKEN WATERVERVUILING

- De mens is de grootste vervuiler (lozen van afvalwater, vervuild water in de rivier of de bodem)
- Vervuiling kan ook natuurlijk van aard zijn;
 - Erosie van stoffen uit rotsen in de grond, zure regenval na een vulkaanuitbarsting
 - Ziekteverwekkende bacteriën die een waterloop vervuilen

WAT ZIT ER IN AFVALWATER?

- Niet-opgeloste stoffen (afval, zand, glas, plasticdeeltjes, vet/olie)
- Biologisch afbreekbare verbindingen (Koolstof-, stikstofverbindingen, sulfiden)
- Niet of moeilijk biologisch afbreekbare verbindingen (Zouten, zuren, humusverbindingen, gechloreerde KWs)
- Anorganische voedingsstoffen (fosfor-, stikstofverbindingen)
- Toxische stoffen (metaalverbindingen, bestrijdingsmiddelen)
- Radioactieve stoffen (uranium, jodium, radium)
- Pathogene organismen (bacterien, virussen, schimmels, parasieten)

AFVALWATERZUIVERING

Wat is afvalwaterzuivering?

Het zuiveren van afvalwater van organische en chemische afvalstoffen.

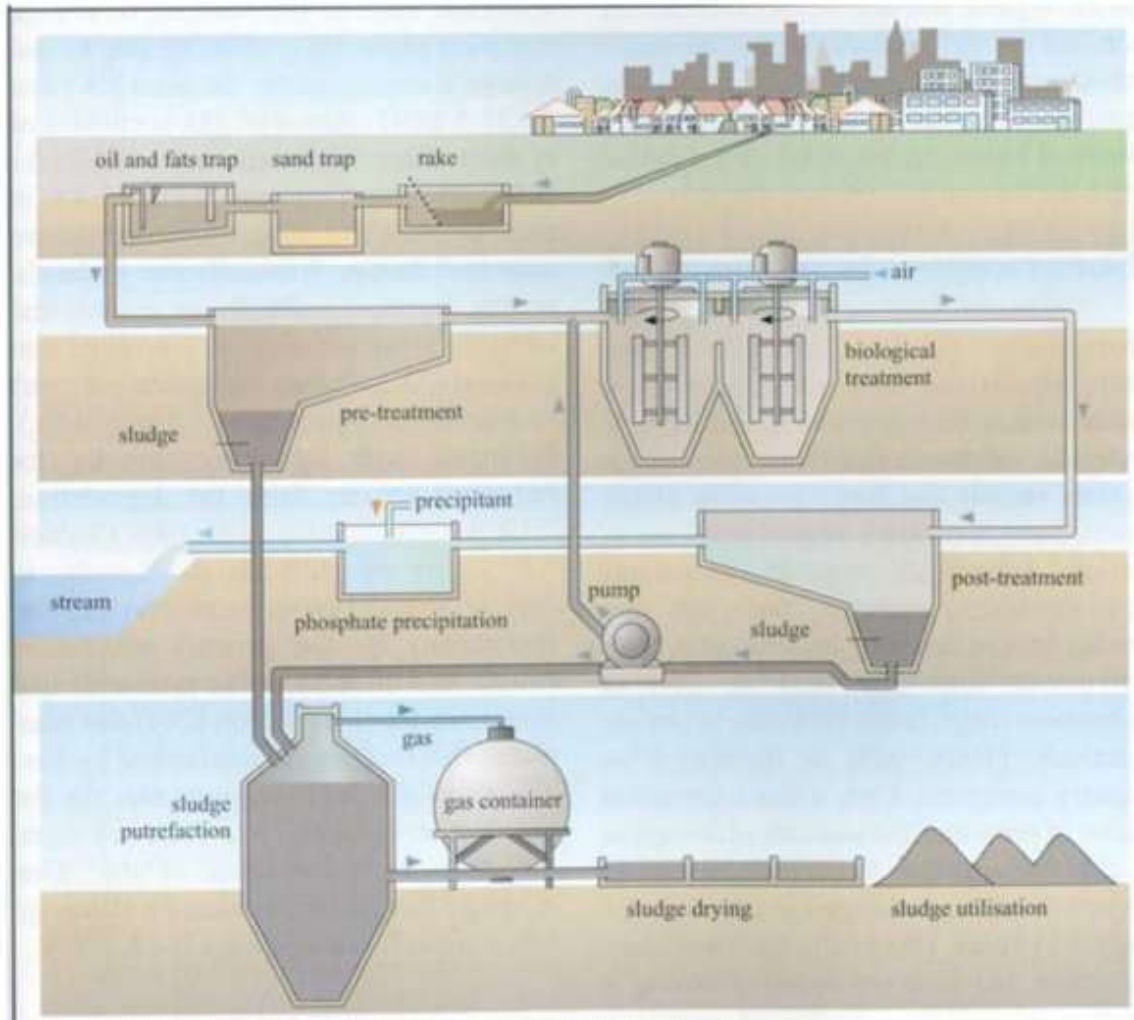


Figure 3.4.2 Layout of a mechanical-biological water treatment plant

- **voorbewerking**

- **zuivering**
voorzuivering: mechanisch

- **biologisch**
oxidatie door micro-organismen

- **nabewerking**
eventueel P- en N-verwijdering

- **slibverwerking**
slib = biomassa van gegroeide micro-organismen

Niet alle afvalwaterzuiveringsinstallaties zijn even groot. De oppervlakte van een installatie hangt af van het inwonersequivalent. Dit wordt berekend aan de hand van het aantal inwoners en de hoeveelheid openbare plaatsen zoals ziekenhuizen en scholen dat aangesloten wordt op de installatie.

MECHANISCHE VOORZUIVERING

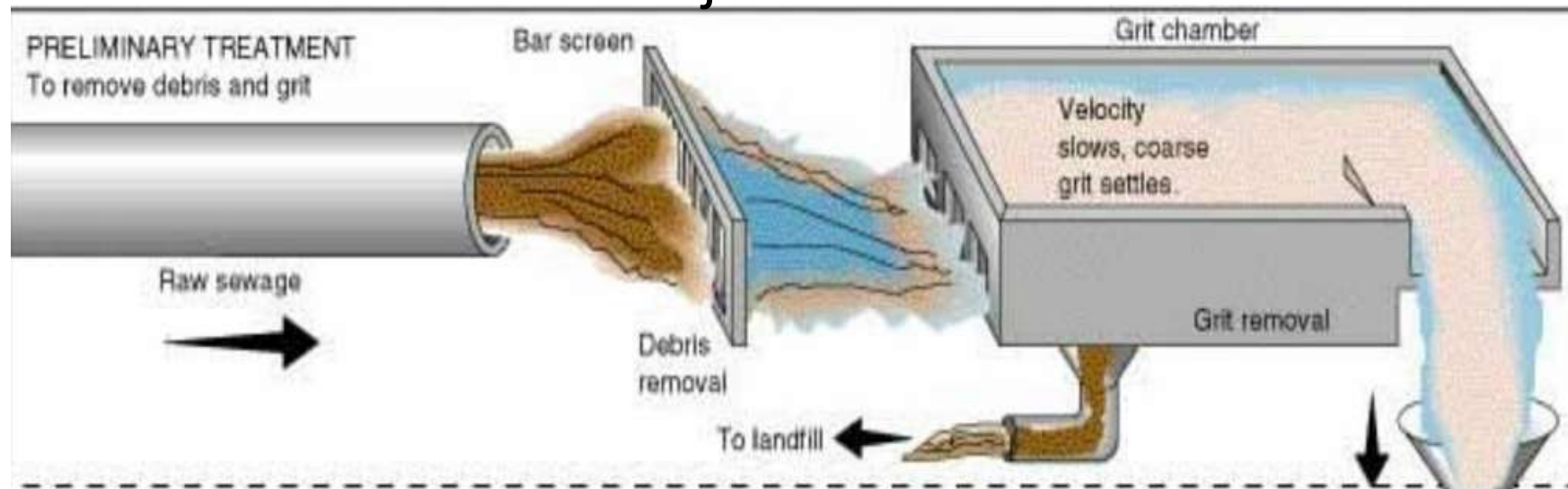
Roosters en snijroosters

Voor het verwijderen en versnipperen van grote voorwerpen. Het fijn rooster bestaat uit verschillende lagen van roosters met een verschil in de grootte van hun openingen.



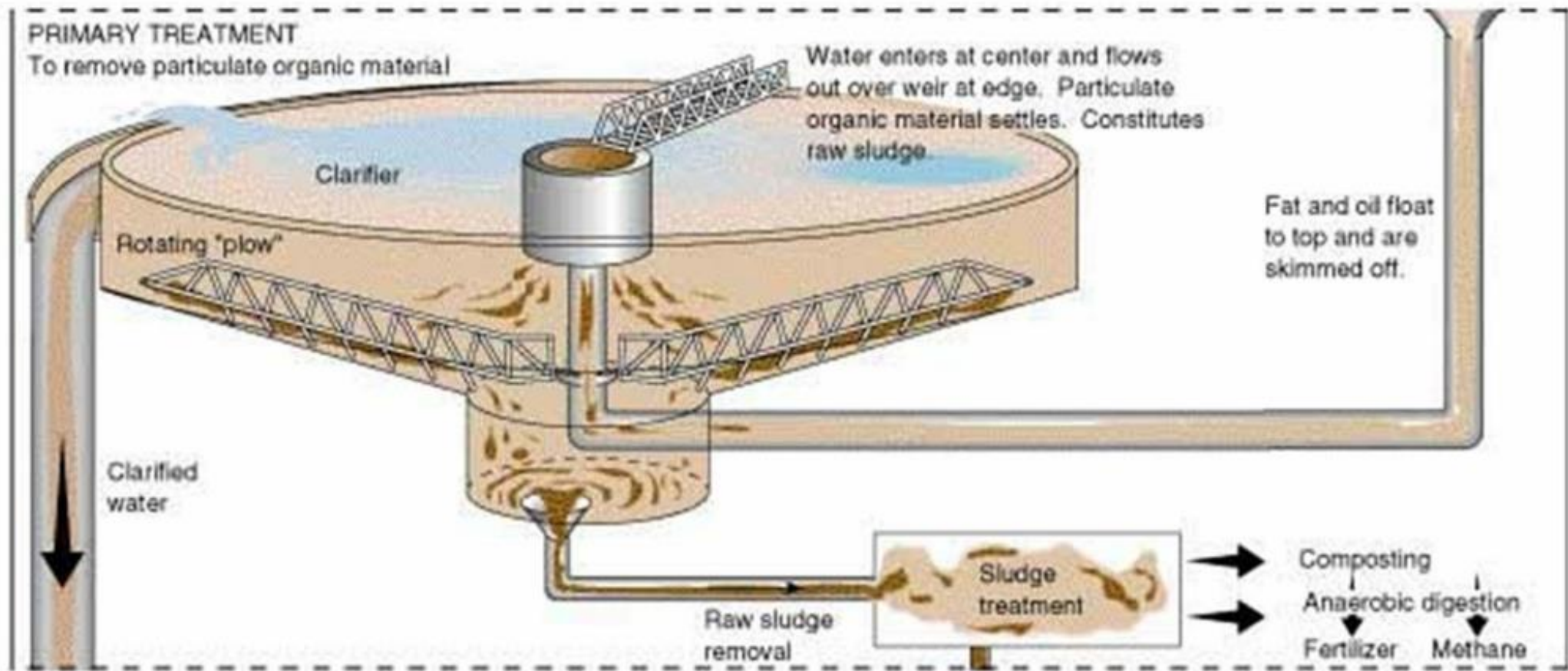
Zandvangers

Door het verlagen van de watersnelheid is de zandvanger in staat om deeltjes zand, klei of leem te laten bezinken en het vet komt bovenaan drijven.



MECHANISCHE ZUIVERING

- Afscheiding van grofvuil, vet/olie, zand en ander bezink materiaal van het afvalwater.
- Het afvalwater is vrij van alle onreinheden groter dan 1 cm en de onzuiverheden die zwaar zijn genoeg zijn om te bezinken. Daarnaast zijn de drijvende stoffen zoals vetten en schuimen verwijderd.

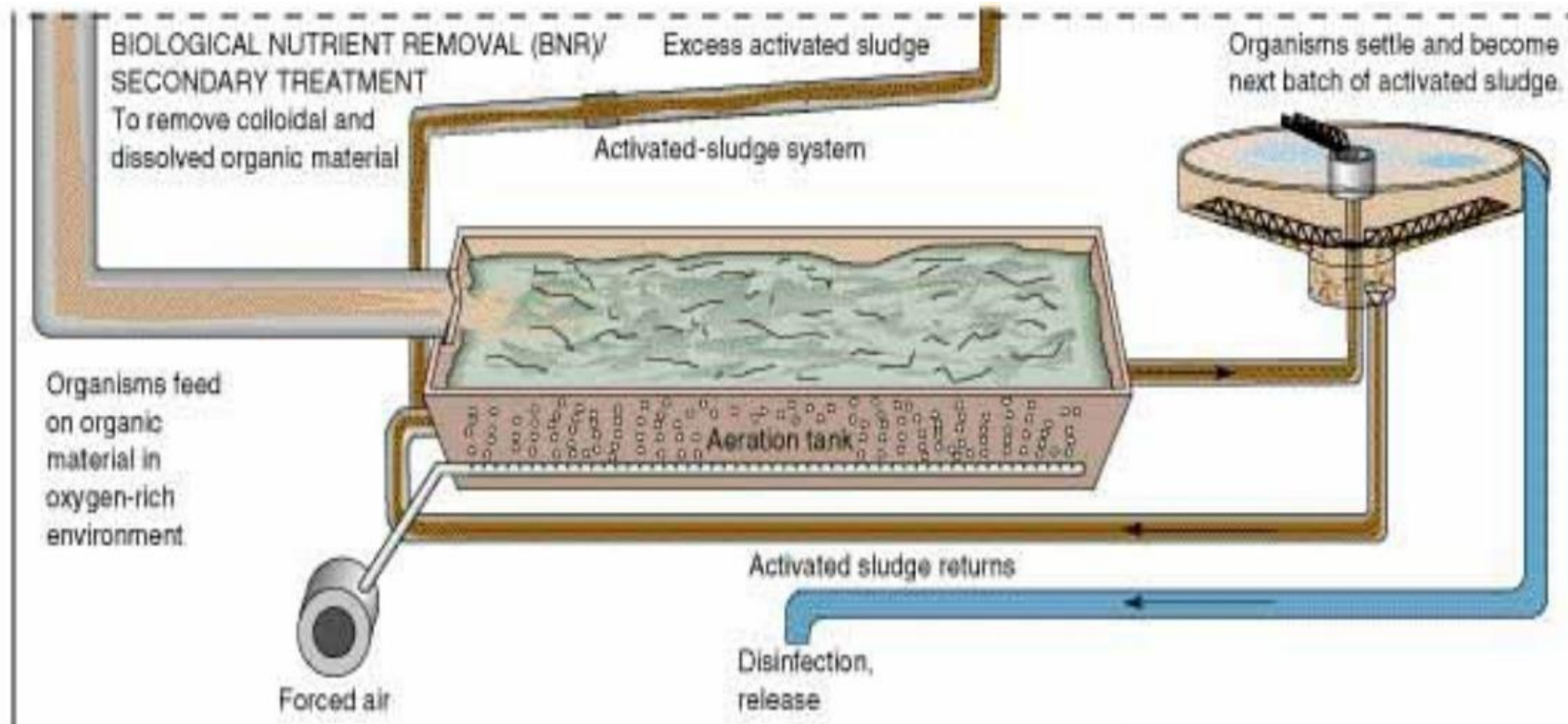


MECHANISCHE ZUIVERING



BIOLOGISCHE ZUIVERING

- Biologisch proces → het biologisch afbreekbaar materiaal wordt verwijderd uit het water met behulp van micro-organismen.
- Organische vuillast + O₂ → Micro-organismen
- Aëroob metabolisme: $C_xH_yO_z + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

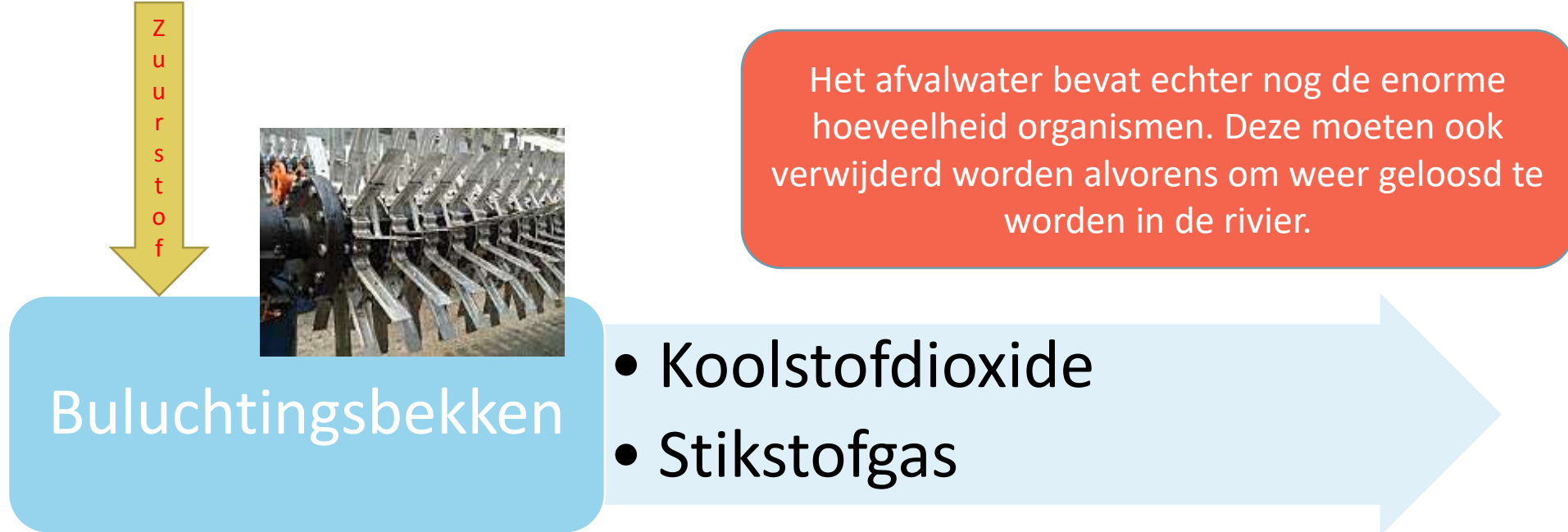


BIOLOGISCHE ZUIVERING

- Het natuurlijk zuiveringsproces dat in iedere waterloop plaatsvindt wordt nagebootst.
- De aërobe micro- organismen (bacteriën) zijn, in de aanwezigheid van voldoende zuurstof, in staat organische koolstofverbindingen en stikstofverbindingen af te breken. Bij deze stap wordt in de afvalwaterzuivering het proces versneld door de hoge concentratie bacteriën en de continue inbreng van zuurstof in het afvalwater.



BIOLOGISCHE ZUIVERING



- De micro-organismen voeden zich met de opgeloste afvalstoffen in het water (met het organisch materiaal en de stikstofverbinding). Ze breken deze stoffen af tot koolstofdioxide, stikstofgas en water.
- De micro-organismen planten zich constant exponentieel voort door zich te splitsen. Dit resulteert in een enorme groei van de slibmassa. Na het biologische zuiveringsproces is er meer slib, dan toegevoegd werd aan het begin van de stap.

BIOLOGISCHE ZUIVERING

- Verwijderen van fosfaat

Biologische of fysische verwijdering (Al_2SO_4)

- Nitrificatie – denitrificatie, biologische proces:

1. Aerobische Nitrificatie – omzetting van organische stikstofverbindingen naar nitraat

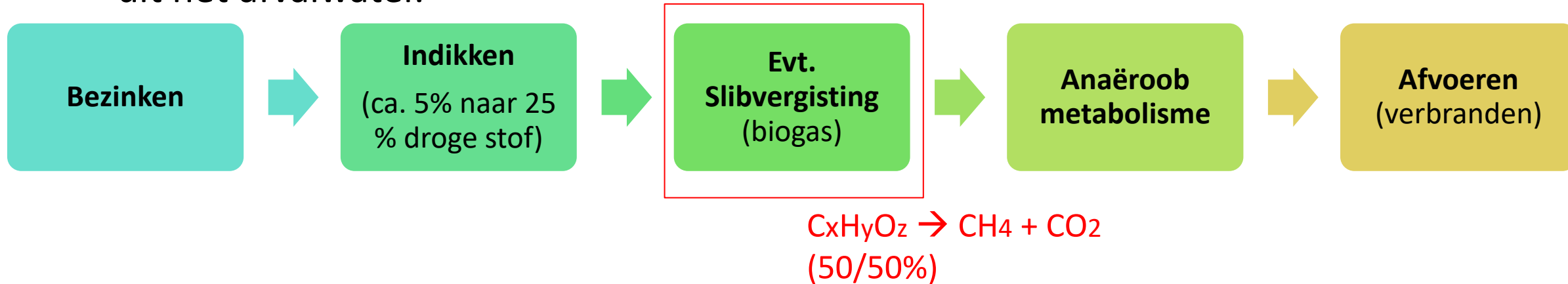


2. Anaerobische Denitrificatie – omzetting van nitraat naar N_2



SLIBVERWERKING

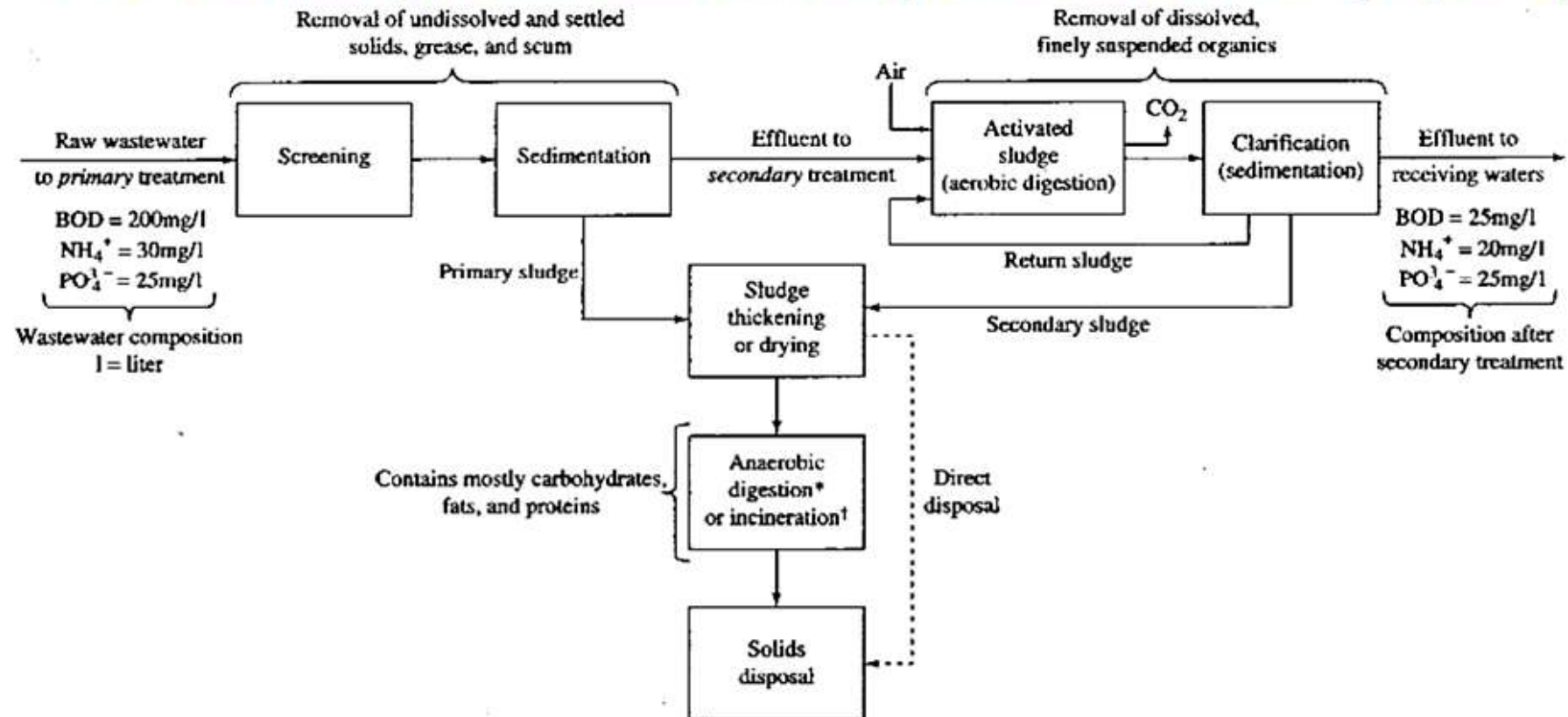
- Bij het biologisch zuiveren van afvalwater blijft er een restproduct over, dit wordt zuiveringsslib genoemd. Dit bestaat uit droge stof en water. De droge stof bestaat uit organische en anorganische bestanddelen die verwijderd zijn uit het afvalwater.



** Slibvergisting: de bacteriën zetten zoveel mogelijk biomassa om in biogas. Dit biogas wordt opgevangen en vervolgens ingezet in een Warmte Kracht Koppeling (WKK). Hiermee wordt warmte en electriciteit geproduceerd. Een andere optie is om het biogas op te werken tot groengas. Dit kan ingevoed worden op het gasnet.

PRIMAIR EN SECUNDAIRE AFVALWATERZUIVERING

Procesdiagram zuiveringsinstallatie (Spiro)



* Typically 50% of the sludge can be digested anaerobically to produce methane gas.

† Dried sludge can be burned as low-quality fuel with a heat value of about 13.5 kJ/g.

PROCESCONTROLE

Er moet op 3 verschillende momenten in het zuiveringsproces een staal van het afvalwater worden genomen:

- 1. Vlak voor het afvalwater begint aan het zuiveringsproces**
 - BZV (biologisch zuurstofverbruik), CZV (chemisch zuurstofverbruik), totaal stikstofgehalte, totaal fosforgehalte
- 2. Vlak voor de biologische zuivering**
 - CZV, totaal stikstofgehalte, totaal fosforgehalte
- 3. Vlak na de bezinking (voor de lozing in het oppervlakte water)**
 - Zwevende stoffen, BZV, CZV, totaal stikstofgehalte, totaal fosforgehalte



Onafhankelijkheidsplein 2
Paramaribo Suriname
P.O. Box 12547
Tel: + (597) 520043
(597) 520045
(597) 520047
(597) 520048
Fax: + (597) 520042
E-mail: info@nimos.org
nimos@sc.net
Website: www.nimos.org

FYSISCH EN CHEMISCH EIGENSCHAPPEN VOOR LOZEN VAN AFVALWATER

Nationaal Instituut voor Milieu en Ontwikkeling in Suriname
National Institute for Environment and Development in Suriname

Fysische en chemische eigenschappen die gemonitord moeten worden voor lozen van afvalwater in oppervlakte wateren van Suriname.

Primaire parameters:

pH	6-8
BOD ₅	<50 mg/l
COD	<250 mg/l
Temperatuurstijging	<3°C
DO	>5mg/L
TSS	<50mg/l
Oil and Grease:	<10mg/l
Solid waste	None Allowed!!
Conductivity	<1055-1500 µS/cm

Deze parameters kunnen op locatie worden bepaald en geven een relatief evenwichtig beeld van de conditie van het lozingswater. Ook kunnen deze parameters nauwkeurig worden vastgesteld binnen 7 dagen in een redelijk uitgerust laboratorium.

Secundaire parameters in mg/l

Metalen:

Zware Metalen Totaal(max)	10mg/L
Arsenic	0.1
Cadmium	0.1
Chromium	0.1
Copper	0.5
Iron	3.5
Lead	0.1
Mercury	0.01
Nickel	0.5
Silver	0.5
Selenium	0.1
Zinc	2.0

Niet Metalen:

Nitrogen (N)	20
Phosphorus (P)	2
Potassium (K)	30
Alkalinity (as CaCO ₃)	50
Ammonia	10
Cyanide	0.1
Fluoride	20
Phenols	0.5
Sulfiden	1.0
Cl	0.2

Fysische parameters:

Troebelheid	-
Helderheid	-
Geur	-
Viscositeit	-

Natuurlijk Hoge Concentraties

Magnesium	<80mg/l
Calcium	<80mg/l

Parameters die niet of moeilijk op locatie kunnen worden bepaald. Deze geven samen met de primaire parameters het juiste beeld van het lozingswater. Afhankelijk van de type industrie waar het lozingswater vandaan komt, wordt bepaald welke parameters van belang zijn.

SUSTAINABLE WASTEWATER (SEWERAGE) SYSTEMS

CRITICAL AWARENESS OF ASPECTS
OF WASTEWATER QUALITY

PUBLIC AND ENVIRONMENTAL
HEALTH

URBAN WATER CYCLE



- De som van menselijk afval geproduceerd door 7,8 miljard mensen heeft grote gevolgen voor de menselijke gezondheid en het milieu.
- Het afvalwater voegt ongeveer 6,2 miljoen ton stikstof toe aan kustwater, samen met onbekende verontreinigende stoffen, variërend van farmaceutica tot micoplastic.

HEROVERWEGEN VAN STEDELIJKE RUIMTES

- Om dit problem op te lossen, moet met de hele gemeenschap worden samengewerkt. Door toegang te bieden tot adequate sanitaire voorzieningen en verouderde rioleringsystemen aan te passen aan een snel veranderde wereld.
- Er worden momenteel over de hele wereld inspanningen geleverd om niet alleen afvalwater te zuiveren en adequate sanitaire voorzieningen te bieden, maar ook om de waardevolle voedingstoffen en het zoetwater dat we dagelijks als afval wegspoelen, terug te winnen en opnieuw te gebruiken.
- De verwachting is dat tegen 2050 de menselijke bevolking 9,7 miljard zal bereiken. Het aantal mensen in steden zal dus ook toenemen, waardoor de sanitaire voorzieningen steeds meer onder druk komen te staan.

HEROVERWEGEN VAN STEDELIJKE RUIMTES

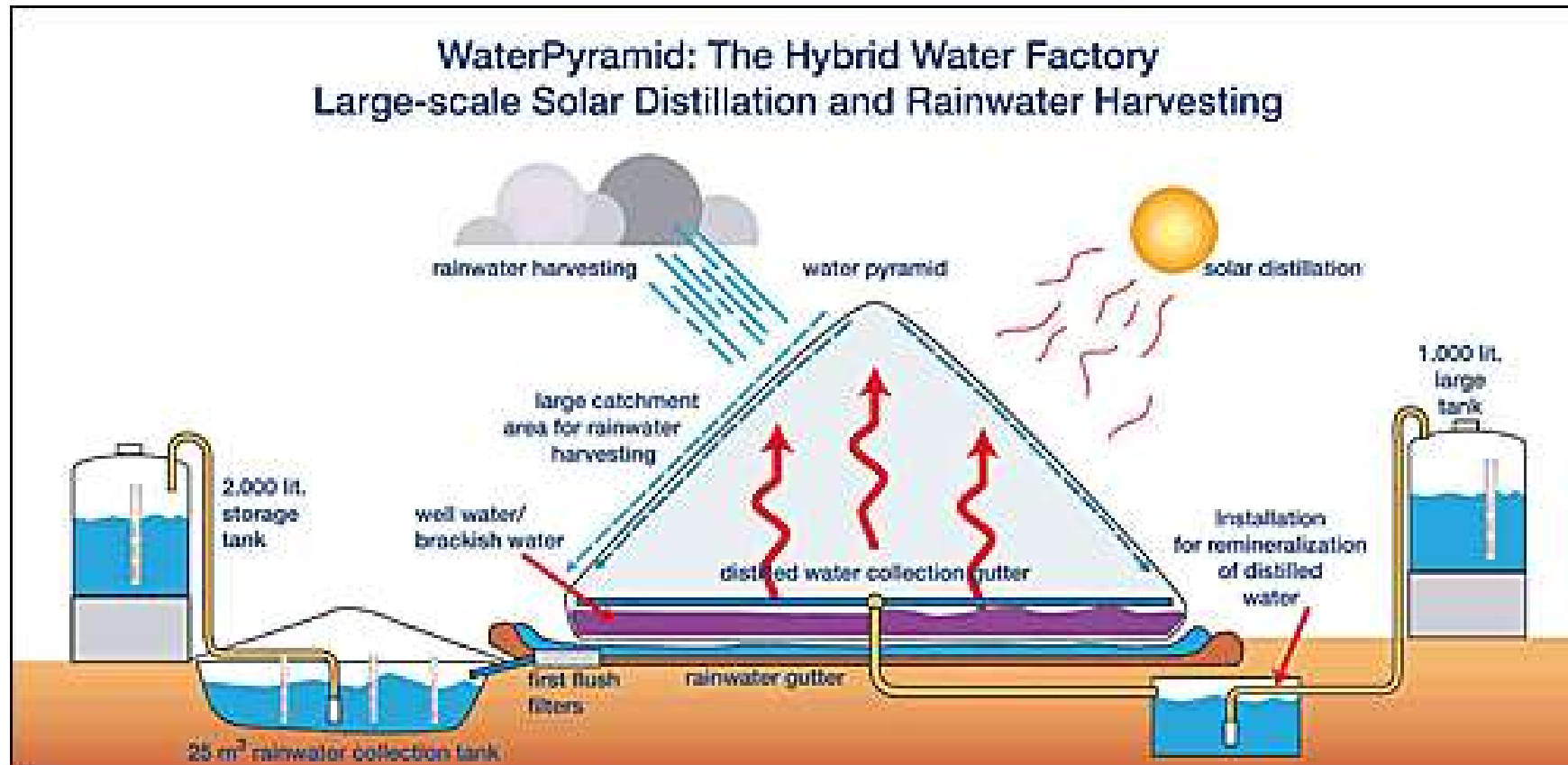
- In combinatie met de effecten van klimaatverandering, maakt de behandeling van afvalwater tot een escalerend probleem.
- Het is daarom dringend nodig om opnieuw na te denken over hoe dit probleem aan te pakken.
- Duurzaam water- en afvalwaterbeheer zal een 'bepalende' wereldwijde uitdaging van de 21e eeuw zijn.

Hoe gaan wij om met dit vervuilingsprobleem?

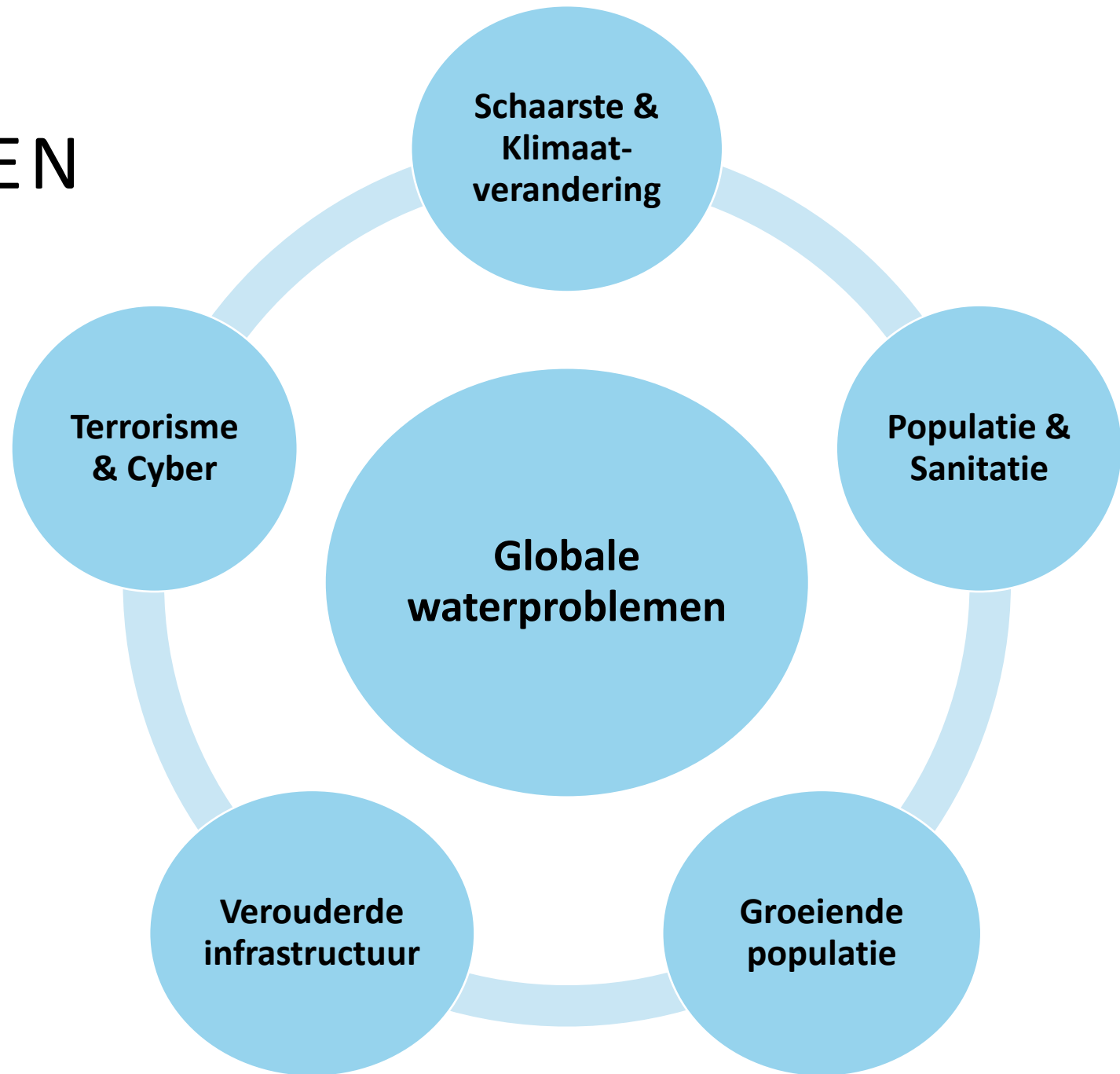
- Al het afval opvangen, transformeren en hergebruiken, waardoor het een waardevolle hulpbron wordt.

DUURZAME OPLOSSINGEN

1. [\(85\) Eco-Friendly Wastewater Treatment System – YouTube](#)
2. Water pyramid



Globale Waterproblemen





AFVALWATER BEHEER IN SURINAME



De gevolgen van watervervuiling zijn niet altijd meteen duidelijk. Meestal merkt men het pas dat een rivier vervuild is wanneer het al te laat is. Denk daarbij aan dode vissen, een hinderlijke geur of de troebelheid van het water.

DISCUSSIE/ VRAGEN





GCCA+
THE GLOBAL CLIMATE CHANGE ALLIANCE PLUS INITIATIVE



Wastewater Treatment and Effluent Reuse

SHARMAINE ARTIST

31 JULI 2023

REDEN VOOR HERGEBRUIK VAN AFVALWATER

- De meest voorkomende redenen voor het opzetten van een programma voor hergebruik van afvalwater zijn het identificeren van nieuwe waterbronnen voor een grotere vraag naar water en het vinden van economische manieren om te voldoen aan steeds strengere lozingsnormen.

TOEPASSINGEN VAN GEZUIVERD AFVALWATER

Landbouw irrigatie

- Voor de irrigatie van gewassen
- Commerciële kwekerijen

Landschap irrigatie

- Parken
- Scholen
- Begraafplaatsen
- Opebare residenties

Industriële recycling

- Koelwater
- Boiler water
- Zware constructies
- Verwerking van water

Milieugebruik

- Moeras versterking
- Visserij fabrieken
- Meren en vijvers

TOEPASSINGEN VAN GEZUIVERD AFVALWATER

Niet-drinkbaar stedelijk gebruik

- Brandbescherming
- Airconditioning
- Toilet doorspoelen

Drinkbaar hergebruik

- Mengen in watervoorzieningsreservoirs

HISTORISCHE VOORBEELDEN

3000 BC – Crete (Minoïsche beschaving)

Watertechnologieën omvatten stromend water in de paleizen en andere nederzettingen, drainagesystemen, leidingsystemen, regenwateropvang en andere technologieën.



Sedimentatie tank



Drainage systeem



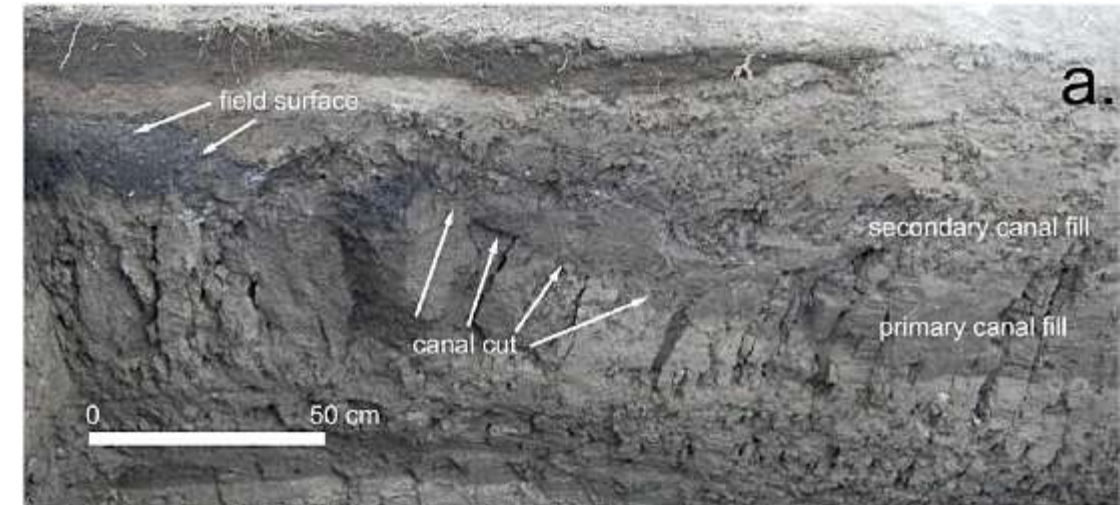
Wegen voor opvang
van regenwater

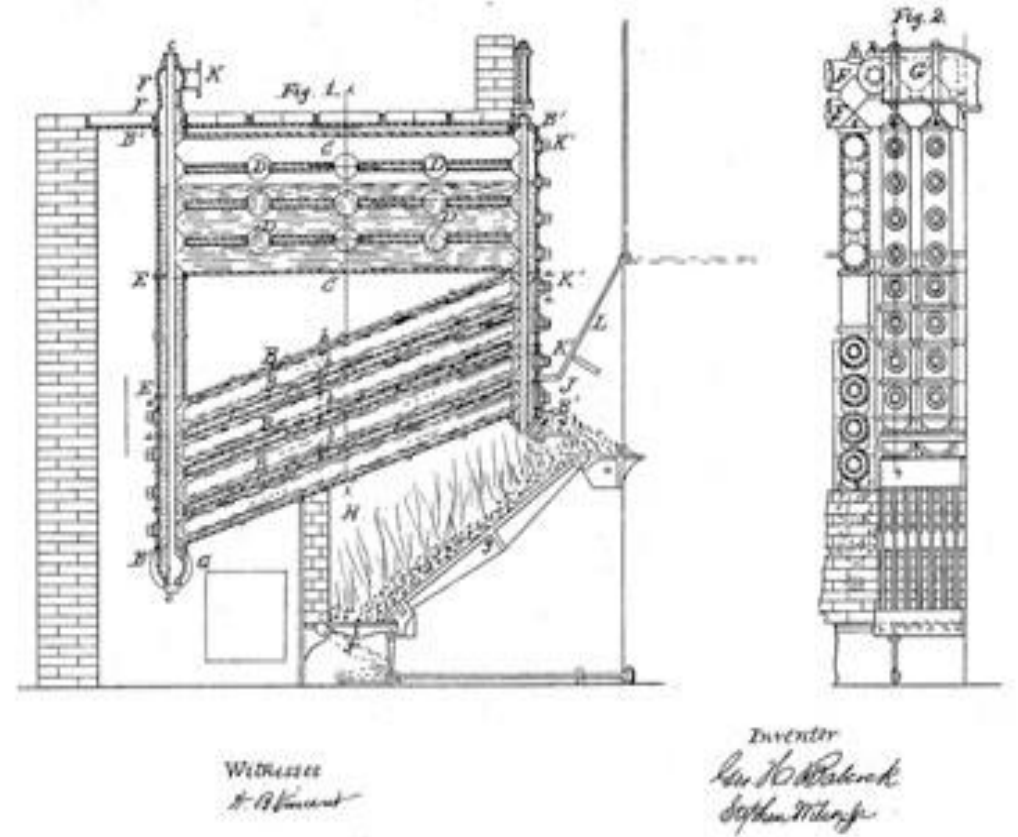


Opslag tanks voor
regenwater

1890 – Mexico – landbouw irrigatie

Tijdens de droge periode werden verschillende irrigatiesystemen gebruikt om de landbouwproductie te ondersteunen.





1960 – VS, Europa; Afrika en Australië

- Landschap irrigatie
- Grondwater aanvullen



1980 – VS, Europa en Japan

- Water recyclen voor toilet gebruik in stedelijke gebieden
- Landbouw irrigatie van voedselgewassen die ongekookt worden gegeten.



GRONDWATER AANVULLEN

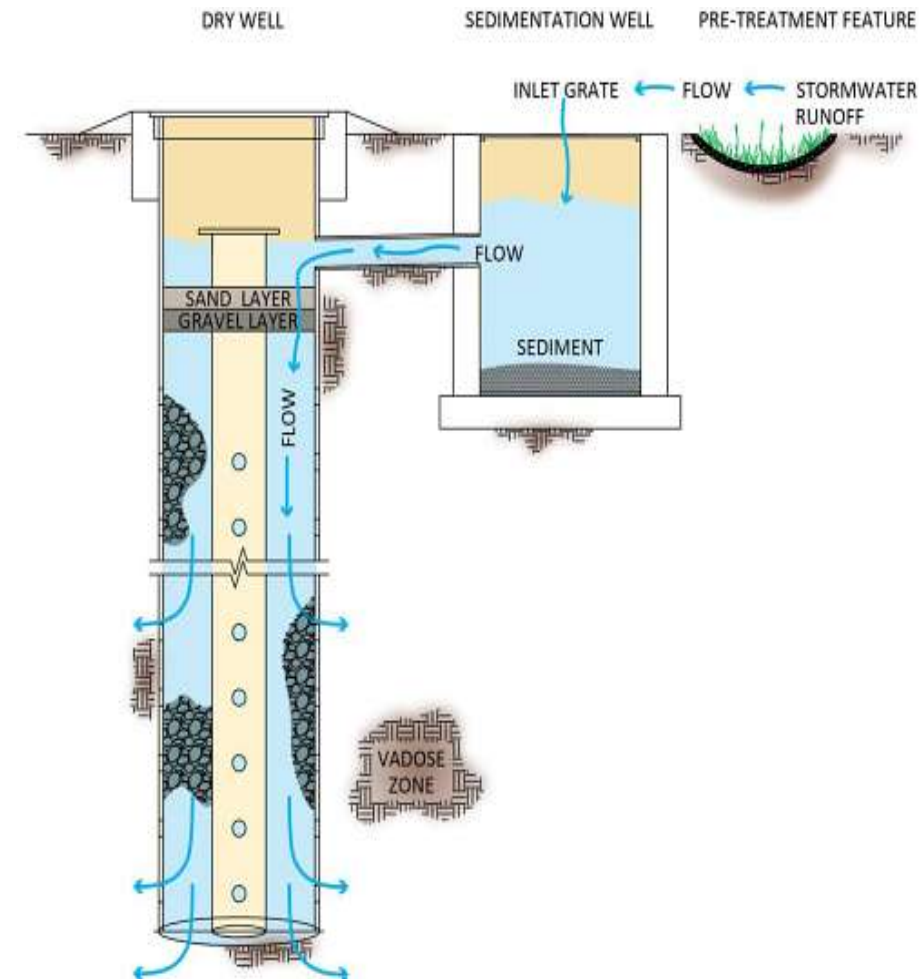


Als er geen grondwater beschikbaar is, betekent dit dat de ondergrondse grondwaterspiegel is gedaald tot onder het niveau van de bronpomp of de put die droog komt te staan.

[\(3\) Working principle of Injection Recharge well to augment groundwater – YouTube](#)

42

[\(3\) Providing Artificial Recharge to a Subterranean Aquifer - YouTube](#)



BELANGRIJKE PARAMETERS OM MEE TE NEMEN BIJ AFVALWATERZUIVERING

Vaste patroon zuivering

- TSS (total suspended solids)
- BOD (biologisch zuurstof verbruik), COD (chemisch zuurstof verbruik)
- TOC (Total Organic Carbon)
- Stikstof
- Fosfor
- Micro-organismen (bacterien, protozoa, schimmels)

Geavanceerde zuivering

- Organische stoffen
- VOC (Vluchtige organische stoffen)
- Oppervlakte actieve stoffen
- Metalen
- TDS (Total Dissolved Solids)

PROBLEMEN DIE KUNNEN VOORKOMEN ALS HET AFVALWATER NIET GOED WORDT GEZUIVERD.

Zware metalen

- Publieke Gezondheid
 - Aandoeningen van het zenuwstelsel, mutagenese, teratogenese, carcinogenese
 - Bioaccumulatie (voedselketen op gewassen en dieren)
 - Verontreiniging oppervlakte water
- Milieu impact
 - Acute en chronische toxiciteit voor planten en dieren
 - Chronisch degradatie-effect op de bodem

Voedingstoffen (N & P)

- Publieke gezondheid
 - Blue- babysyndroom
 - Infiltratie in watervoorraden
- Milieu impact
 - Effecten op gewassen
 - Verontreiniging oppervlakte water
 - irrigatiepraktijken

PROBLEMEN DIE KUNNEN VOORKOMEN ALS HET AFVALWATER NIET GOED WORDT GEZUIVERD.

Grondwater contaminatie

- Contaminatie door nitraten in drinkwater bronnen

Problemen met industriële processen

- Kalkaanslag
- Corrosie
- Biologische groei en vervuiling

Antibiotica

- Resistentie van bacteriën

Geur

RICHTLIJNEN VOORAFVALWATER

Type afvalwater	Zuivering	Parameters bij terugwinning	Parameters bij monitoring	Afbakeningsgebied
Stedelijke afvalwater	• Secundaire deinfectie • Filtratie	pH = 6-9 < 10 mg/l biochemie < 2 NTU 1 mg/l Cl	pH, BOD – wekelijks Turbiditeit – continue Coliformen – dagelijks Cl residue – continue	15 m afstand van drinkwaterbronnen
Landbouw afvalwater	• Secundaire desinfectie	pH = 6-9 < 30 mg/l BOD < 30 mg/l TSS < 200 feacal coliform/100 ml 1 mg/l Cl	pH, BOD – wekelijks TSS – dagelijks Coliformen – dagelijks Cl residue – continue	90 m afstand van drinkwaterbronnen
Indirecte drinkbaar herbruik	• Secundaire desinfectie • Filtratie • Geavanceerde zuivering	Drinkwater standaarden na percolatie door vadose zone	pH – wekelijks Turbiditeit – continue Coliformen – dagelijks Cl residue – continue Drinkwater standaarden – per kwartaal	30 m afstand van naar voor het publiek toegankelijke ruimtes

VOORDELEN AFVALWATER GEBRUIK

- Verminderd de eisen voor zoetwaterbronnen
- Het kan de behoefte aan grote afvalwaterzuiveringssystemen verminderen als aanzienlijke delen van de afvalstroom worden hergebruikt of gerecycled
- Het kan de hoeveelheid geloosd afvalwater verminderen, wat een gunstig effect heeft op het aquatisch milieu
- De kapitaalkosten zijn voor de meeste systemen laag tot gemiddeld en kunnen in zeer korte tijd worden terugverdiend; dit sluit systemen uit die zijn ontworpen voor direct hergebruik van rioolwater
- De voorziening van voedselrijk afvalwater kan de landbouwproductie in waterarme gebieden verhogen
- vervuiling van rivieren en grondwater kan worden verminderd
- De kapitaalkosten zijn voor de meeste systemen laag tot gemiddeld en kunnen in zeer korte tijd worden terugverdiend

NADELEN AFVALWATER GEBRUIK

- Als het op grote schaal wordt geïmplementeerd, kunnen de inkomsten voor watervoorzienings- en afvalwaterbedrijven dalen, aangezien de vraag naar drinkwater voor niet-drinkbaar gebruik en de lozing van afvalwater afneemt.
- Hergebruik van afvalwater kan seizoensgebonden zijn, met als gevolg overbelasting van de behandelings- en verwijderingsinstallaties tijdens het regenseizoen; als het natte seizoen van lange duur en/of hoge intensiteit is, kan de seizoensgebonden lozing van ongezuiverd afvalwater optreden.
- Gassen, zoals zwavelzuur, die tijdens het behandelingsproces worden geproduceerd, kunnen leiden tot chronische gezondheidsproblemen

NIEUWE TECHNOLOGIËN

- Membraan filtratie systeem
- Nanotechnologie
- Microbiele brandstofcel zuivering
- Natuurlijke behandelingssystemen
- Urine scheidingstoiletten

NIEUWE TECHNOLOGIËN

Membraan filtratie systeem

- Een fysieke scheidingsmethode die wordt gekenmerkt door het vermogen om moleculen van verschillende groottes en kenmerken te scheiden

Nanotechnologie

- Technologie om materialen (moleculen 0,060 nm tot 0,275 nm) met hele kleine afmetingen te verwijderen.

Microbiele brandstofcel zuivering

- Duurzame technologie vanwege het gelijktijdig terugwinning van energie en voedingsstoffen om bio-electriciteit te produceren die afkomstig is van het vermogen van electrogene microben om organische verontreinigingen in afvalwater te oxideren.

NIEUWE TECHNOLOGIËN

Natuurlijke behandelingssystemen

- Deze maken gebruik van gemodificeerde natuurlijke zelfbehandelingsprocessen die plaatsvinden in de grond, bodem en wateromgeving.

Aangelegde wetlands – zuiveringsmoeras

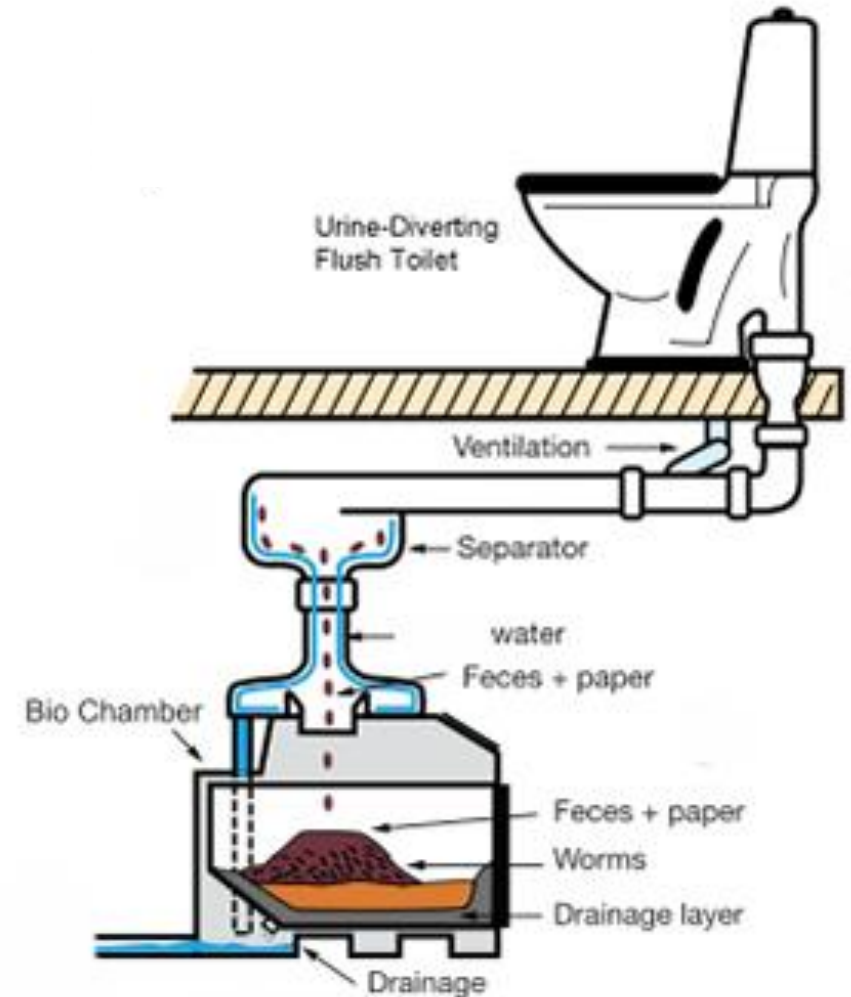
- Helpt met de kwaliteitverschil te overbruggen tussen gezuiverde effluenten en oppervlaktewater/grondwater

Constructed wetlands

- Door de mens ontworpen en gebouwd systeem met als doel het nabootsen van de behandeling van vervuild water zoals het bij de natuurlijke moerassen plaats vindt.

URINE SCHEIDINGSTOILETTEN

Met behulp van een scheidingsinzet of separator wordt vloeistof gescheiden van vast afval en opgevangen in een aparte container. Het is dus een droogtoilet met een scheidingssysteem.



- **Welke methode(n) kunnen wij toepassen voor zuivering van afvalwater in Suriname?**

DISCUSSIE/ VRAGEN



