



SCHOON WATER: NOODZAAK OF LUXE PROJECT VOOR MBO

VOOR: Studenten van de MBO opleidingen op het gebied van watermanagement, laboratoriumtechniek, processtechniek, engineering, mechatronica, elektronica, landbouw, veeteelt, tuinbouw, groene ruimte en verwante opleidingen.

DOOR: Wetterskip Fryslân, Stichting Ir. D.F. Woudagemaal en Centrum voor Innovatief Vakmanschap Water.

DOEL: In deze module ga je een aantal onderzoeken doen en een experiment over waterzuivering, om te leren hoe een waterzuivering werkt. De eindresultaten presenteer je aan je mede-studenten.

INLEIDING

Afvalwaterzuivering is nodig om te voorkomen dat het biologische leven in rivieren, meren en zeeën wordt verstoord. Bij het zuiveren worden organische en chemische afvalstoffen uit het water verwijderd. Bij het lozen van ongezuiverd afval- en rioolwater komt er een moment dat de toevoer van afvalstoffen te groot wordt voor het natuurlijke zelfreinigingsvermogen van het water waarin wordt geloosd. Het biologische evenwicht wordt dan verstoord. Hierdoor kan het zicht en de zuurstofconcentratie in het water zo sterk afnemen dat het aquatisch leven afsterft. Om dit te voorkomen is kunstmatige waterzuivering nodig, met behulp van bijvoorbeeld rioolwaterzuiveringsinstallaties of helofytenfilters. In deze installaties worden de natuurlijke zuiveringsprocessen intensiever toe-

gepast tot een niveau dat een natuurlijke waterloop aankan na lozing. Materialen die niet afgebroken kunnen worden, zoals zware metalen, worden via een (chemische) scheiding (coagulatie, flocculatie en sedimentatie) uit het water gehaald. Bij dit project worden enkele lessen gegeven en kun je praktisch aan de slag. Uiteindelijk moet je de resultaten presenteren waar een medewerker van het waterschap bij aanwezig is. De studenten die de beste resultaten en presentatie tonen kunnen een leuke attentie winnen. Heb je de opdracht volbracht dan ontvang je een certificaat van het waterschap.

Meer en actuele informatie, uitwerkingen, materiaallijsten en nuttige links en andere bronnen kun je vinden op de website www.civwater.nl/mboprojecten/bronnen.

DON'T TRY THIS AT HOME!

WAARSCHUWING In dit project ga je werken met microbiologisch materiaal. Als je hier onzorgvuldig mee omgaat kun je er flink ziek van worden. Volg altijd de veiligheidsregels van je docent op.

SCHOON WATER: NOODZAAK OF LUXE

PROJECT VOOR MBO

OPDRACHT 1

VOORONDERZOEK: SCHOON WATER VOOR IEDEREEN

Onderzoek wat het belang is van schoon oppervlaktewater voor zowel de mens als de planten en dieren die leven in oppervlaktewater. Voer minimaal de opdrachten hiernaast uit en maak van de verzamelde informatie een reader in pdf-formaat. De reader mag natuurlijk ook veel uitgebreider worden.

- A. Maak een tijdslijn over het verzamelen en afvoeren van afvalwater in Nederland. Begin in 1400. Neem tot 1900 stappen van 100 jaar en daarna van 10 jaar.*
- B. Zoek uit hoe afvalwater terechtkomt bij een afvalwaterzuivering.*
- C. Zoek uit welke soorten van afvalwaterverontreiniging bestaan en sorteer deze op deeltjesgrootte, afbreekbaarheid en giftigheid.*
- D. Waarom moet regenwater soms als afvalwater worden beschouwd?*

OPDRACHT 2

SCHOON WATER DOOR FILTEREN

Wij zijn als mensen voor onze gezondheid afhankelijk van een gezond milieu. Oppervlaktewater is een onderdeel van dat milieu. In Nederland hebben we vrij veel oppervlaktewater. Gezond oppervlaktewater biedt mogelijkheden om te vissen, te varen en te zwemmen. Vuil oppervlaktewater is geen gezicht, stinkt, maakt oppervlaktewater zuurstofloos en kan een bedreiging vormen voor de gezondheid van mensen en dieren.

Gezond oppervlaktewater is een uitgebreid ecosysteem, waarin allerlei organismen samen leven en van elkaar afhankelijk zijn. Als alle organismen in evenwicht zijn, dan houden ze met elkaar het oppervlakte-

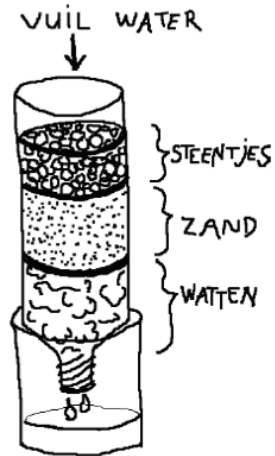
water schoon en helder. We noemen dit het zelfreinigend vermogen van het ecosysteem. Dit zelfreinigend vermogen heeft echter grenzen. Bij zware belasting met sterk verontreinigd afvalwater wordt dit zelfreinigend vermogen verstoord. Vandaar dat het belangrijk is om afvalwater zodanig op te schonen dat het terug kan vloeien naar het oppervlaktewater zonder het zelfreinigend vermogen te verstoren. Dat gebeurt bij de waterzuivering: dat gaat zo ver, dat het gezuiverde water op het oppervlaktewater geloosd kan worden, zodat het oppervlaktewater gezond blijft. De processen die deel uitmaken van een waterzuivering kunnen grofweg verdeeld worden in twee categorieën: processen die gericht zijn op het verwijderen van niet-opgeloste stoffen en processen die gericht zijn op het verwijderen van stoffen die wel zijn opgelost in het water.

SCHOON WATER: NOODZAAK OF LUXE

PROJECT VOOR MBO

DOEL:

Bouw een eigen waterzuivering en onderzoek de werking van de verschillende filters. Zoals je in de inleidende les hebt geleerd, kun je niet-opgeloste delen tegenkomen in afvalwater. Deze kun je verwijderen door filtering. In deze opdracht ga je zelf een filter bouwen met heel eenvoudige middelen en onderzoeken hoe goed dat werkt. Als alle groepen het filter klaar hebben wordt de werking vergeleken.



ALS MATERIAAL

HEB JE NODIG:

- PET fles
- scherp (Stanley)mesje
- flinke pluk watten per groepje
- bakje met fijn zand per groepje
- bakje met fijn grind

- A. *Snij de onderkant van de PET fles door zoals hierboven is getekend. Vul de PET fles met laagjes filtermateriaal.*
- B. *Maak zelf verschillende soorten vervuild water door:*
- *Leidingwater te vermengen met aarde (modder)*
 - *Leiding water te vermengen met een scheutje melk*
 - *Leiding water te vermengen met inkt*
- C. *Test de filters, elk op een van de soorten vervuild water.*
- D. *Wat zijn je conclusies over de werking van dit filter? Kijk hierbij naar troebelheid en meet de geleidbaarheid (zie kader) van ongefilterd en gefilterd water.*

DEFINITIE ELEKTRISCHE GELEIDBAARHEID

Elektrische geleidbaarheid wordt omschreven als de mogelijkheid van een stof om een elektrische stroom te geleiden, en het is omgekeerd evenredig aan elektrische weerstand. De meeteenheid die vaak gebruikt wordt is de Siemens/cm (S/cm). Hieronder vind je een lijst van sommige geleidbaarheden die gevonden worden in verschillende soorten water.

WATER GELEIDBAARHEID

- Puur water 0,055 $\mu\text{S/cm}$
- Gedistilleerd water 0,5 $\mu\text{S/cm}$
- Bergwater 1,0 $\mu\text{S/cm}$
- Huishoudelijk water 500 to 800 $\mu\text{S/cm}$
- Max. voor drinkbaar water 1055 $\mu\text{S/cm}$

SCHOON WATER: NOODZAAK OF LUXE

PROJECT VOOR MBO

- E. *Een manier om nog beter te filteren is het toevoegen van actieve kool.
Kijk naar de video “maak je eigen filter” in het bronnencentrum.
Herhaal de opdracht, maar dan met een laagje actieve kool onderin het filter. Zie je resultaat?*
- F. *Zoek uit hoe een actief koolfilter werkt. Hoe kan het dat hele kleine deeltjes juist door dit filter gevangen worden? Voor informatie kun je terecht op wikipedia: http://nl.wikipedia.org/wiki/Actieve_kool*
- G. *Verwerk je antwoorden/resultaten in een verslag, volg hiervoor de verslaginstructies op van de docent.*

Actieve koolfilters kun je toepassen voor water, maar ook voor lucht. In gasmaskers kunnen ook actieve koolfilters zitten. Actieve kool kun je onder andere kopen in een aquariumwinkel.

OPDRACHT 3

BEZOEK AAN EEN WATERZUIVERING

Via je school kan er een afspraak worden gemaakt voor een bezoek aan een rioolwaterzuivering. Hier kan een deskundige van het waterschap het belang toelichten van afvalwaterzuivering.



OPDRACHT TIJDENS HET BEZOEK:

Maak voor jezelf een blokkenschema van de rioolwaterzuiveringsinstallatie waar je op bezoek bent geweest en:

- *Benoem van ieder ‘blok’ de naam en functie.*
- *Geef in het schema ook de verschillende stofstromen aan.*
- *Zet op een rijtje de onderdelen die gericht zijn op het verwijderen van niet opgeloste deeltjes.*

SCHOON WATER: NOODZAAK OF LUXE

PROJECT VOOR MBO

OPDRACHT 4

BOUW JE EIGEN INSTALLATIE

Zoals je in de excursie hebt gezien worden er naast filteren ook micro-organismen ingezet om het water schoon te krijgen. Het principe van alle soorten biologische waterzuivering is dat micro-organismen leven van de afvalstoffen uit het water. De micro-organismen breken de afvalstoffen gedeeltelijk af om daarbij energie te winnen (net als mensen energie winnen uit het eten van hun voedsel). Een ander deel van de stoffen uit het water zal worden gebruikt voor de opbouw van nieuw celmateriaal voor de micro-organismen. De micro-organismen groeien dus tijdens het proces van waterzuivering. Ten slotte zal een deel van de afvalstoffen in het water niet of slechts gedeeltelijk afgebroken worden. Er blijft dus een niet omgezette rest in het afvalwater over.

Wat er bij dit proces gebeurt verschilt niet van wat er in het oppervlaktewater gebeurt als daar afvalstoffen in geloosd worden. Wat wel verschilt is dat in een waterzuiveringsinstallatie alles onder optimale omstandigheden plaatsvindt. Het proces zal daardoor sneller en vollediger verlopen. Ook kunnen

ongewenste nevenreacties (bijvoorbeeld stank) beter beheerst worden. In een zuiveringsinstallatie vindt het proces sneller en daardoor in een kleinere ruimte plaats dan daarvoor in de natuur nodig zou zijn. De micro-organismen die bij de waterzuivering actief zijn behoren tot verschillende groepen uit de levende natuur: bacteriën, protozoën, amoeben, kreeftachtigen en soms zelfs wormen en insectenlarven. Een waterzuiveringsinstallatie bevat een voedselketen in compacte uitvoering. Een zuiveringsinstallatie is een heel speciale biotoop (levensplek voor levende organismen) waarin zich dan ook een speciaal soort samenleving van organismen ontwikkelt. De samenstelling van het afvalwater en de wijze waarop het proces uitgevoerd wordt bepalen wat de samenstelling van die samenleving is. Met het blote oog nemen we het waar als een 'bruine drap', maar in werkelijkheid is het dus een complexe samenleving van vele soorten organismen dat actief slib wordt genoemd. De organismen in de installatie (vooral de bacteriën) bepalen weer welke processen er in de installatie kunnen plaatsvinden. In onderstaand schema staan in hoofdlijnen de lozingseisen voor gezuiverd afvalwater:

PARAMETER LOZINGSEIS

chemisch zuurstofverbruik (CZV)	< 125 mg/l
totaal nitraat	< 10 - 15 mg/l
totaal fosfaat	< 1 - 2 mg/l
temperatuur	< 25 - 30oC
biologisch zuurstofverbruik (BZV)	< 10 - 20 mg/l
pH	6,5 - 8,5
chloride	< 200 - 300 mg/l
onopgeloste bestanddelen	< 10 - 30 mg/l

SCHOON WATER: NOODZAAK OF LUXE

PROJECT VOOR MBO

In de volgende onderdelen gaan we afvalwater zuiveren door inzet van micro-organismen.

Met eenvoudige materialen ga je een eigen biologische zuiveringsinstallatie bouwen. Om de werking goed te testen moet de installatie minimaal 3 dagen continu in werking zijn.

De installatie bestaat uit twee waterbassins A en B waarvoor we hier emmers gebruiken. De werking is vrij eenvoudig: Het afvalwater (of influent) komt langzaam in het de eerste emmer en wordt vermengd met actief slib. Dit slib bevat de micro-organismen die voor de zuivering gaan zorgen. Een beluchtingspomp zorgt voor de aanvoer van zuurstof en houdt het water met slib in beweging. Het water uit emmer A kan stromen naar emmer B waarin het slib kan neerdalen. Doordat het slib naar de bodem zakt kunnen we bovenin een overloop maken waar gezuiverd water uit komt. Het slib moet wel teruggebracht worden naar emmer 1. Dit doen we door lucht te blazen in een slang met een Y- vormig koppelstuk. De luchtstroom neemt het slib mee naar emmer A.

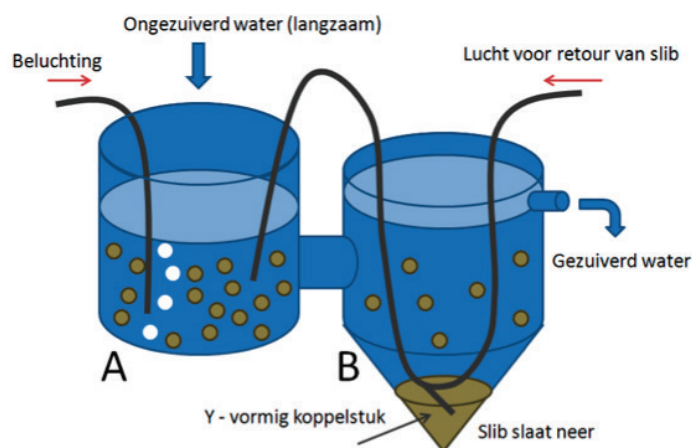
DON'T TRY THIS AT HOME!

NODIG:

- een emmer (beluchtingstank)
- een fles (nabezinker)
- een aquariumluchtpomp
- wat slangen, pvc buis, wartels etc.
- Actief slib kan worden verkregen bij een rioolwaterzuiveringsinstallatie in de buurt. Je docent zorgt hiervoor.

PAS OP;

bevat vele soorten micro-organismen ook mogelijk ziekteverwekkers!



RECEPT VOOR AFVALWATER

Doe in 1 emmer 10 liter leidingwater, 2 gram suiker, 2 gram gemalen droog hondenvoer of kattenvoer, 2 gram gemalen WC papier, 2 gram kunstmest (NPK), 0,25 gram salmiak (NH₄-bron) en 2 gram melk/koffiemelk

SCHOON WATER: NOODZAAK OF LUXE

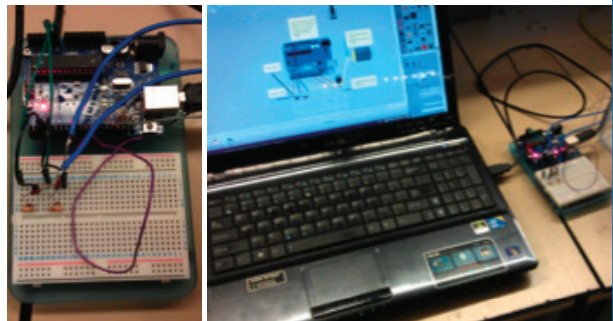
PROJECT VOOR MBO

- A. *Bouw de installatie op met de beschikbare materialen.*
- B. *Om de installatie te testen heb je afvalwater nodig. Je kunt natuurlijk een emmertje water uit het riool halen, maar je kunt ook afvalwater namaken volgens het recept op pagina 6. Kijk eens of je de installatie aan de gang kunt krijgen. Het afvalwater moet heel langzaam in emmer 1 druppelen.*
- C. *Vergelijk na twee dagen het gezuiverde water met het afvalwater. Kijk naar de lozings-eisen* op de vorige pagina.*
**Eenvoudig te meten parameters zijn, ammonium, nitraat, fosfaat dit kan al met meetstrookjes zoals te verkrijgen bij winkels voor vijverbenodigdheden. Voor het meten van het chemisch zuurstofverbruik zijn complexe analyses/meetapparatuur nodig!*
- D. *Maak van het onderzoek een verslag.*

OPDRACHT 5: DE UITGADING

DE GEAUTOMATISEERDE ZUIVERINGSINSTALLATIE

In deze opdracht ga je de luchttoevoer voor beluchting en slibtransport regelen met een digitale besturing.



- A. *Gebruik bijvoorbeeld een Arduino microcomputer om je opstelling te maken. In het bronnen centrum vind je informatie over dit systeem en ook software om het te programmeren.*
- B. *Zoek uit met welke middelen je de luchttoevoer kunt regelen. Hierbij valt te denken aan een pulsbreedte sturing met een periodetijd van 10 seconden voor de beluchting en van 10 minuten voor het slibretour. Maak eerst een sturing waarbij je de instellingen proef-ondervindelijk bepaalt.*
- C. *Zoek naar een sensor om het zuurstofgehalte te meten in de beluchtingstank. Regel het proces zodanig dat het zuurstofgehalte op 3 gram/liter blijft.*
- D. *Meet bij verschillende instellingen het effect op de parameters in de lozings-eisen, zoals bij opdracht 3 is benoemd. Experimenteer ook eens met de diepte van de beluchtings-slang.*
- E. *Geef in een grafiek weer wat het verloop van het zuurstofgehalte is in relatie tot de diepte van de zuurstofslang. Is er een bepaald optimum en zo ja welke is dat dan?*

PROJECTAFRONDING

Het project wordt afgesloten met een presentatie van de resultaten van de verschillende onderdelen. Neem hierin op welke meetwaarden jullie hebben gevonden, maar ook wat je hebt gedaan om de problemen op te lossen.

Studenten die het project hebben uitgevoerd met voldoende inzet en resultaten waaruit blijkt dat er goed is nagedacht en dat er voldoende is geleerd, ontvangen een certificaat van het waterschap.