

wetsus

WATER  
CAMPUS  
Leeuwarden



Module 6

Mobiel Practicum

# Waterzuivering

Leerlingenhandleiding

Havo 4/5

# Inhoud

---

Inhoud .....	2
Inleiding .....	3
Introductie water .....	4
Kennisles 1 Afvalwater: grijs en zwart.....	5
Kennisles 2 Analyse.....	11
Creatieve les 1 .....	16
Creatieve les 2 .....	19
Begrippenlijst .....	20
Practicumwerkblad .....	23
Bronnen.....	24
Evaluatie.....	25

# Inleiding

---

Voor je ligt het lespakket “Waterzuivering”. Onderliggend lespakket is bedoeld om bij havo 4 en havo 5 leerlingen van het voortgezet onderwijs bewustzijn en interesse te creëren over de toekomstige wateropgaven waar Nederland mee te maken krijgt.

Centraal in het lespakket staat de zuivering van water in Nederland.

## Opzet van het lespakket

Het pakket bestaat uit 2 kennislessen en 2 creatieve lessen bestaande uit practica.

Elke les kan worden uitgevoerd in 45 minuten.

In kennisles 1 gaan leerlingen aan de slag met de samenstelling van huishoudelijk afvalwater, de behandeling van afvalwater, verschillende zuiveringsstappen, en kringlopen van stoffen.

In kennisles 2 worden verschillende analyseparameters geïntroduceerd: Het biochemisch zuurstofgebruik (BZV), het chemisch zuurstofgebruik (CZV), het elektrisch geleidingsvermogen, totaal stikstof (nitraat en ammonium) en fosfaat. De waarden van deze parameters worden met een datalogger gemeten.

De derde en vierde les bestaan uit practica. Leerlingen maken zelf synthetisch huishoudelijk afvalwater. Dit water wordt vervolgens geanalyseerd en gezuiverd door middel van een zelf te bouwen afvalwaterzuivering.

Daarna wordt het water weer geanalyseerd en het zuiveringsrendement wordt bepaald.

Bij de 2 kennislessen hoort een **powerpointpresentatie en een 10 minuten durend filmpje**.

De thema's die in dit pakket aan de orde komen kunnen als aanvulling op de thema's ecologie en milieubiologie gebruikt worden.

# Introductie water

---

Aan water op aarde is geen gebrek. Tweederde van de aarde bestaat uit water, dit is 1360 kubieke kilometer. Helaas is bijna al dat water zout (97,5%). Want het meeste water zit in de zee. En van het resterende zoete water (2,5 %) kan ook niet alles worden gebruikt.

Een deel daarvan is bevroren en ligt als ijs op de zuid- en Noordpool. Een ander deel ligt te diep om erbij te kunnen. Het komt erop neer dat maar 0,003 % van het totaal aan water op aarde kan worden gebruikt. Van iedere 100 liter water die er op de wereld is, is dat maar een theelepeltje water. Het water in de kringloop raakt steeds meer vervuild. Je kunt je wel voorstellen wat er van dat theelepeltje water overblijft.

Meer dan één miljard mensen in de wereld hebben geen toegang tot schoon drinkwater. Bijna twee miljard mensen hebben geen wc. Veel mensen leven onder barre hygiënische omstandigheden, waardoor ziektes snel kunnen verspreiden. Jaarlijks overlijden gemiddeld vier miljoen mensen door gebrek aan water of door vervuild water. Per dag overlijden vierduizend kinderen jonger dan vijf jaar aan ziektes veroorzaakt door gebrek aan schoon water. Mensen overlijden aan een simpele ziekte als diarree, een direct gevolg van het drinken van vuil water.

*“Onderwijs en riolering zijn de enige twee factoren die ertoe doen voor de mensheid. Daardoor leven mensen langer”* zei bioloog Midas Dekkers (bron Installatienieuws 2011).

Volgens artsen heeft geen innovatie zoveel bijgedragen aan de volksgezondheid, toch heeft het woord in de volksmond zelden een positieve betekenis: **het riool**.

In Nederland begonnen gemeentes eind 19<sup>e</sup> eeuw met het aanleggen van rioleringen. In eerste instantie met de bedoeling straten droog te houden en niet zo zeer het afvoeren van menselijk afval. Dat werd namelijk gebruikt voor het vruchtbaar maken van de tuingrond.

Tegenwoordig is 99,3 % van de Nederlandse huishoudens aangesloten op het riool. In Nederland ligt ongeveer 100000 kilometer rioolbuis. De aanleg kost 5 euro per centimeter, per huishouding is dat ongeveer 6000 euro. Hiervoor betalen burgers rioolheffing.

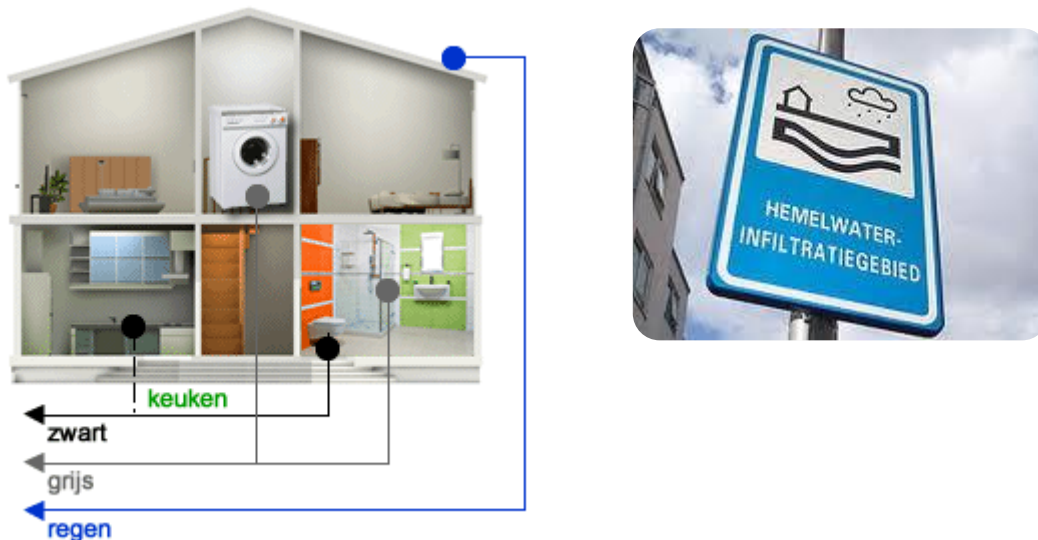
In Nederland zijn meer dan 360 rioolwaterzuiveringsinstallaties. Rioolwater wordt met behulp van allerlei filters en bacteriën zo gezuiverd dat het schoon genoeg is om op het oppervlaktewater te lozen. Het slib dat na zuivering over blijft kan gebruikt worden om biogas van te maken.

In deze lessenserie verdiep je je eerst in afvalwater. Daarna maak je zelf afvalwater. Dit water ga je analyseren. Hierop volgt het bouwen van een afvalwaterzuivering en gaan we het zelfgemaakte afvalwater hierdoor heen leiden. Na een tweede analyse berekenen we het zuiveringsrendement.

Veel plezier!

# Kennisles 1 Afvalwater: grijs en zwart

Huishoudelijk afvalwater kan opgedeeld worden in twee afvalwaterstromen: het zwarte en het grijze water. Het **zwarte water** is afkomstig van toiletten, terwijl het **grijze water** de overige huishoudelijke afvalwaterstromen bevat. Grijs water kan niet zonder behandeling geloosd worden. **Hemelwater** (regenwater) maakt geen deel uit van het huishoudelijke afvalwater. Gemiddeld produceert elke Nederlander ongeveer 120 liter per inwoner per dag. Hiervan is ongeveer 30% zwart en 70% grijs.



Afbeelding 1: huishoudelijk afvalwater bestaat uit verschillende stromen.

## Afvalwaterbehandeling

Zowel het grijze als het zwarte water komt als afvalwater in het riool terecht.

Vanuit het riool gaat het afvalwater naar de zuiveringsinstallatie en het gezuiverde water wordt na afloop geloosd op het oppervlaktewater. Er wordt geen drinkwater van gemaakt! Schoon oppervlaktewater biedt betere levenskansen voor planten en dieren die afhankelijk zijn van dat water.

Het rioolwater vermengt zich met hemelwater, eigenlijk zonde, want dit hemelwater is al relatief "schoon". Om die reden wordt in steeds meer nieuwbouwwijken regenwater niet meer via riolen afgevoerd. In plaats daarvan zijn burgers en bedrijven aangesloten op een systeem dat het regenwater rechtstreeks afvoert naar meren en sloten of grondwater. Ook kunnen gemeenten via een afzonderlijk rioelstelsel (hemelwaterstelsel) het water afvoeren. Dit heet **afkoppeling** van regenwater. Door afkoppeling van regenwater is bij hevige regenval de kans kleiner dat riolen overstromen, waardoor een deel van het rioelwater terecht komt in meren en kanalen of wateroverlast op straat ontstaat. Ook werken de rwzi's efficiënter, doordat het afvalwater niet meer verdund wordt door regenwater.

[Pathogenen \(ziekteverwekkers\)](#)

[virussen](#)

[Organische deeltjes](#)

[humus](#)

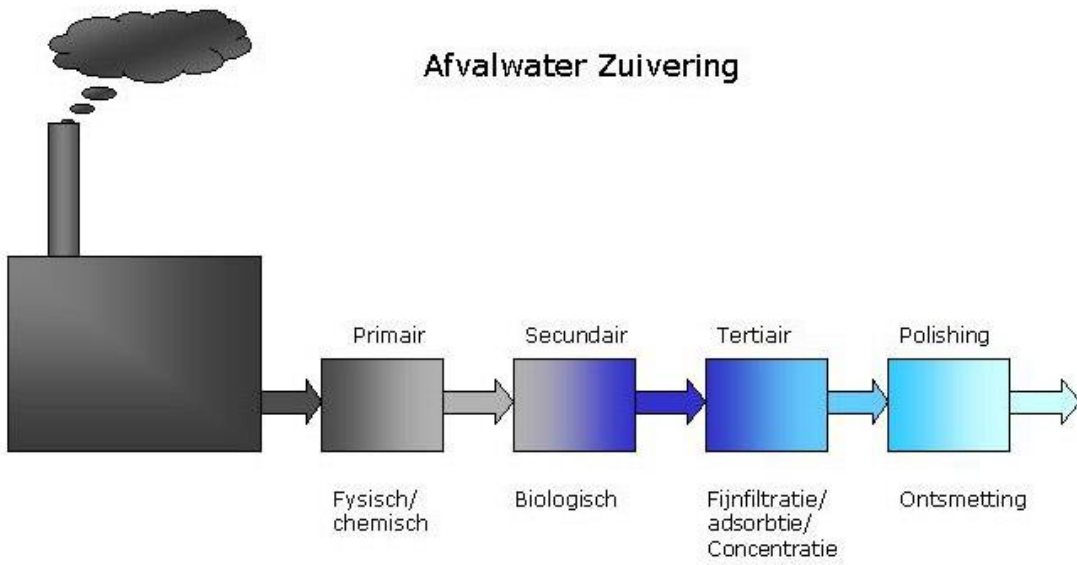
[Emulsies](#)

[Toxines](#)

Uit het oogpunt van volksgezondheid en milieubescherming moet het afvalwater gezuiverd worden. Er wordt onderscheid gemaakt tussen mechanische en biologische zuivering van het afvalwater. Soms wordt ook chemische zuivering toegepast.

**Mechanische zuivering** berust op natuurkundige processen en is gericht op de verwijdering van grove bestanddelen als maandverband, condooms.

Bij **biologische zuivering** worden micro-organismen (bacteriën) ingezet en bij **chemische zuivering** wordt o.a. gebruik gemaakt van neerslagreacties.



*Afbeelding 3: Verschillende stappen in de afvalwaterzuivering.*

De verontreiniging in huishoudelijk afvalwater bestaat uit **anorganische** voedingsstoffen zoals **nitraat** en **fosfaat**. Sommige **organische verbindingen** in het huishoudelijk afvalwater, zoals eiwitten en **ureum**, bevatten stikstof. Tijdens de afbraak van deze organische verbindingen komt nitraat vrij. De mens neemt dagelijks ook een portie fosfaat op, die hij gedeeltelijk via de urine en ontlasting opnieuw uitscheidt. Organische verbindingen zoals eiwitten, koolhydraten en vetten zijn zuurstofbindende stoffen. Ze komen in het afvalwater terecht via onder meer uitwerpselen, schoonmaakproducten en etensresten.

### Opdracht 1:

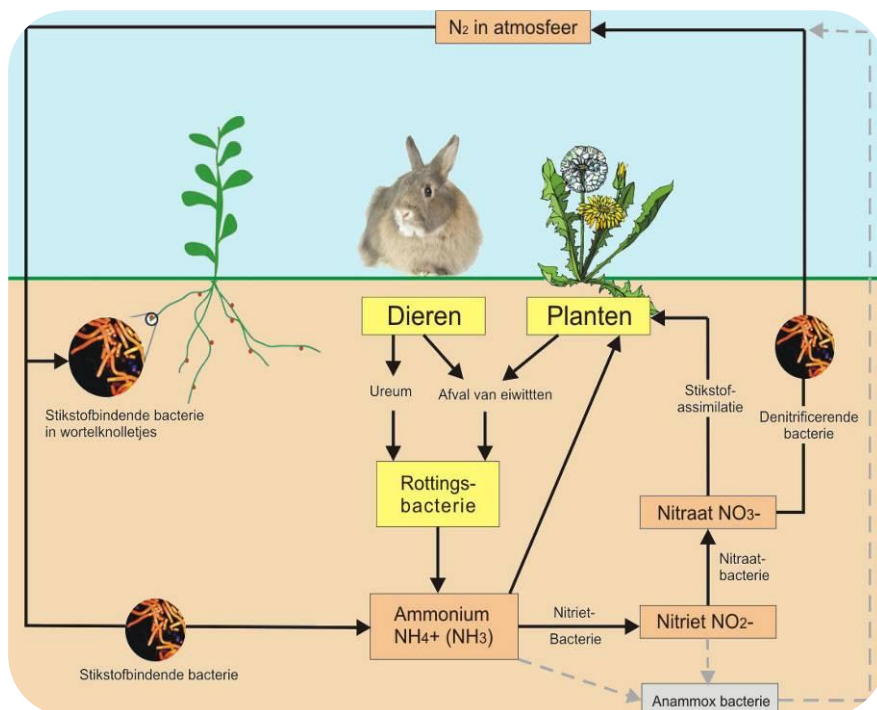
Wat zijn organische stoffen en wat zijn anorganische stoffen?

### Stikstof en fosfor

In totaal produceren we dagelijks per persoon 120 liter afvalwater, het merendeel daarvan is van oorsprong schoon leidingwater. De urine en fecaliën maken daar slechts 1% deel van uit. Maar heel anders is het gesteld met de **vuillast**. Als we de vervuiling van het afvalwater bekijken, valt voornamelijk de vuilsamenstelling van urine op. Ongeveer 80% van het stikstof in afvalwater komt namelijk uit de urine, 50% van het fosfaat komt uit urine.

### Opdracht 2:

Het water dat door een riool stroomt is vervuild. Het direct lozen op het oppervlakte water heeft grote gevolgen. Noem 1 abiotische en 1 biotische factor die beïnvloed wordt door het direct lozen van dit vervuilde water. Gebruik daarvoor afbeelding 4



Afbeelding 4: De stikstofkringloop



## Het nieuwe plassen

Een recente ontwikkeling is het “ nieuwe plassen” oftewel urinescheiding.

Bij grote evenementen komen ongelooflijke hoeveelheden urine in het riool- en oppervlaktewater. De urine wordt dan verzameld en er wordt fosfaat uitgehaald, dat wordt verwerkt tot **struviet**, een alternatief voor kunstmest. Als je de urine vermengt met gewoon afvalwater moet je een veel grotere plas “doorzoeken”. Dit maakt het leven voor iedereen minder aangenaam. Tijdens Pinkpop 2011 werd de urine verzameld door het bedrijf SaNiPhos uit Zutphen. Een kuub urine levert ca. 3 kg struviet.

De kosten voor het zuiveren van een plas water zitten voor zestig tot zeventig procent in het opsporen van onder andere fosfaat. Als we de grootste verontreiniger – urine – bij de bron aanpakken ontstaat een situatie waarin kan worden bezuinigd op de kosten. Het inzamelen van urine is een uitkomst! Zo wordt in een ander project ook geprobeerd medicijnresten uit het water te halen.

### Opdracht 3:

De invloed van medicijnresten zal niet op elke schakel van een voedselketen evenveel invloed hebben. Welke schakel in de voedselketen zal het zwaarst getroffen worden en hoe noemen we dit verschijnsel?



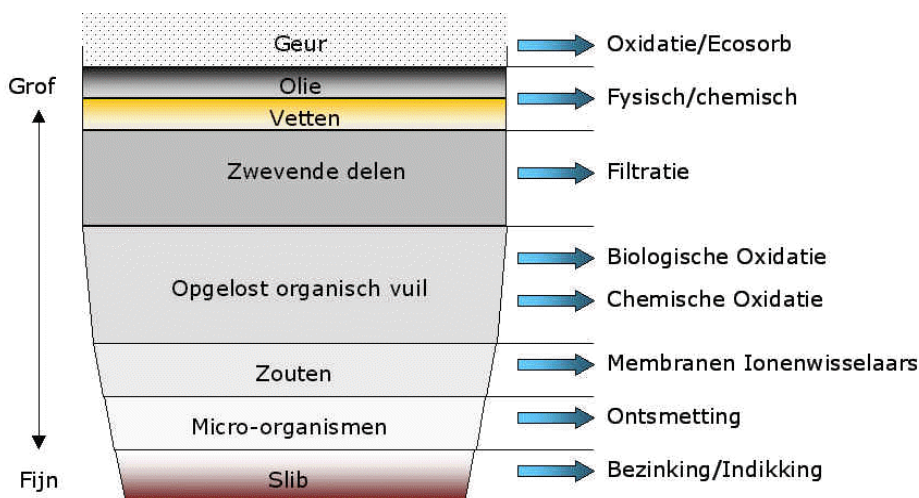
### Opdracht 4:

Niet elke soort water kan door één zuiveringstechniek gezuiverd worden.

De behandeling moet afgestemd worden op de soort vervuiling en de gewenste waterkwaliteit.

Op welke manier kan met bacteriën verontreinigd water gezuiverd worden?

Op welke manier kan met olie verontreinigd water gezuiverd worden?



Afbeelding 5: Afvalwaterbehandeling

## Opdracht 5:

De olieramp voor de Golf van Mexico in 2010 is de ergste in de Amerikaanse geschiedenis. We kunnen er van uit gaan dat de schade aan de natuur enorm is, maar een vergelijkbare ramp op de Noordpool zou pas echt desastreus zijn.

Waardoor raken dieren in nood door een laag olie op het water?

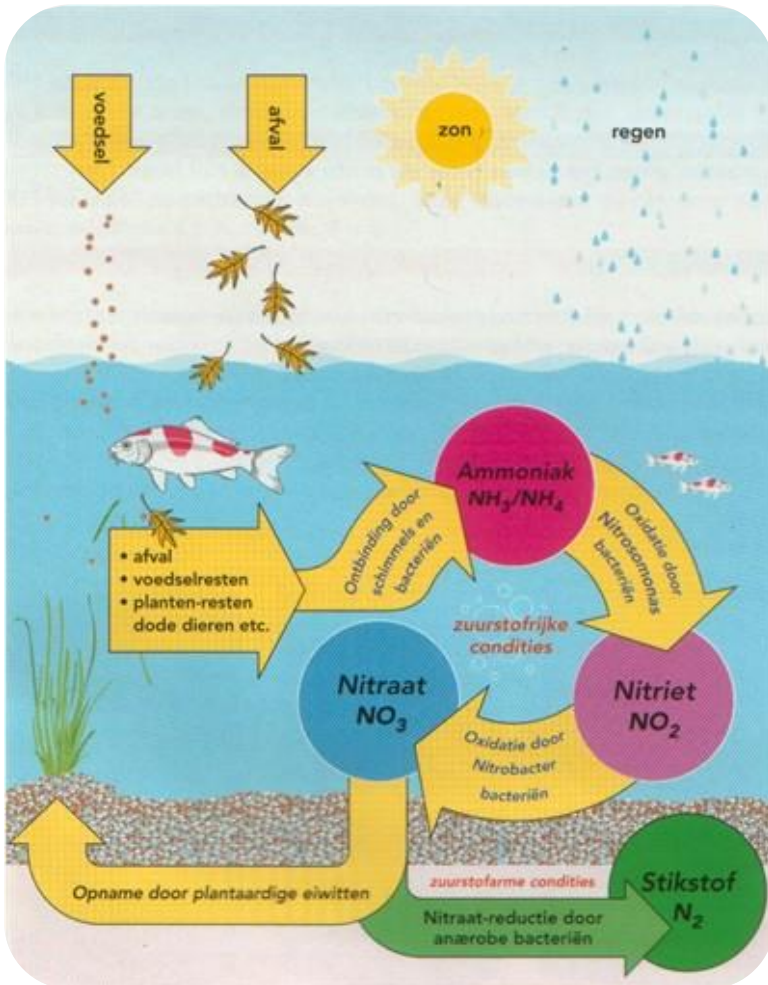
Waarom zou een vergelijkbare ramp op de Noordpool pas echt desastreus zijn?



*Afbeelding 6: schoonmakers verwijderen aangespoelde olie van een strand in Louisiana.*

# Kennisles 2 Analyse

We hebben in de vorige les geleerd dat een goede waterkwaliteit belangrijk is voor de organismen die in en van het water leven. De waterkwaliteit is afhankelijk van heel veel factoren, wanneer we al die factoren meten en analyseren kunnen we een uitspraak doen over de kwaliteit.



Afbeelding 7: Waterkwaliteit is afhankelijk van veel factoren

De waterkwaliteitsindex meet de volgende factoren:

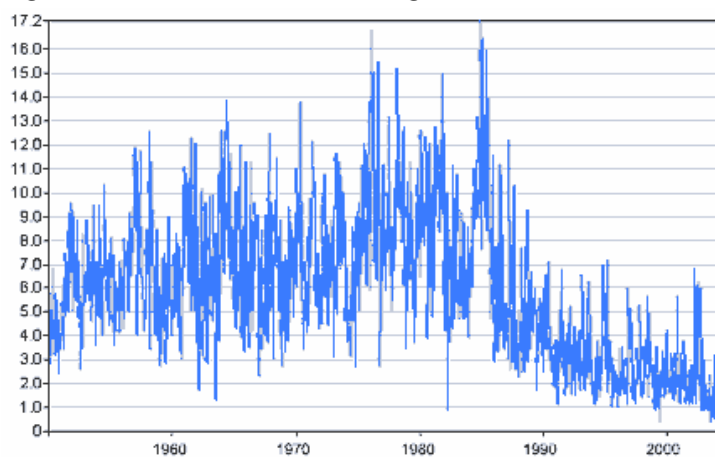
- temperatuur
- pH
- troebelheid
- opgeloste zouten
- opgeloste zuurstof
- BZV (biochemisch zuurstof verbruik)
- Fosfaten
- Nitraten
- Fecale verontreiniging

In dit project meten we slechts 5 factoren, namelijk:

- [biochemisch zuurstof verbruik](#) (BZV)
- elektrisch geleidingsvermogen
- Nitraat
- Ammonium
- Fosfaat

### Biochemisch zuurstofverbruik

Deze bepaling geeft een indruk van het zuurstofverbruik dat in het onderzochte water kan optreden als gevolg van aanwezige organische stof door micro-organismen. Het gaat om de hoeveelheid opgeloste zuurstof die bij 20°C binnen 2 dagen geconsumeerd wordt door bacteriën die de biologische afbraak van organisch materiaal in 1 liter afvalwater uitvoeren. Wanneer de waarde erg hoog is betekent dit dat het water erg vervuild is met organisch materiaal. De bacteriën gebruiken dan veel zuurstof om deze organische stof af te breken.



Afbeelding 8: Het biochemisch zuurstofverbruik in mg/L in de Rijn bij Lobith (1952-2003).

## Opdracht 6:

Bij hoge BZV-waarden ontwikkelen de bacteriën zich zo snel dat het risico bestaat dat ze door hun ademhaling alle zuurstof uit het water opnemen.

Noem een gevolg van dit proces voor het ecosysteem

## Elektrisch geleidingsvermogen

Het elektrisch geleidingsvermogen is de som van alle in het water opgeloste ionen (elektrisch geladen deeltjes), dat wil zeggen de opgeloste zouten.

Rivierwater bevat zouten. Zouten komen van nature voor in rivierwater. Maar ze zijn deels ook afkomstig van lozingen in rivierwater. Het elektrische geleidingsvermogen van rivierwater geeft een bruikbare indicatie over het totale zoutgehalte. Plotselinge verhoging van het geleidingsvermogen kan duiden op een lozing van zouten. Voor hardheid en smaak kunnen te hoge gehalten problemen veroorzaken bij de bereiding van drinkwater. Bij toepassing van rivierwater in de agrarische sector kan het groeischade veroorzaken. In sommige gevallen treedt ecologische schade op.

## Opdracht 7:

Leg uit door welk proces groeischade kan optreden door teveel zouten in het afvalwater.



Afbeelding 9: Een rode uiencel in een zoute oplossing

## Stikstof en fosfaat

In les 1 hebben we al gezien dat urine een hoge vuillast heeft. Het zorgt voor 80% van het stikstof in afvalwater, 50% van het fosfaat komt uit urine.

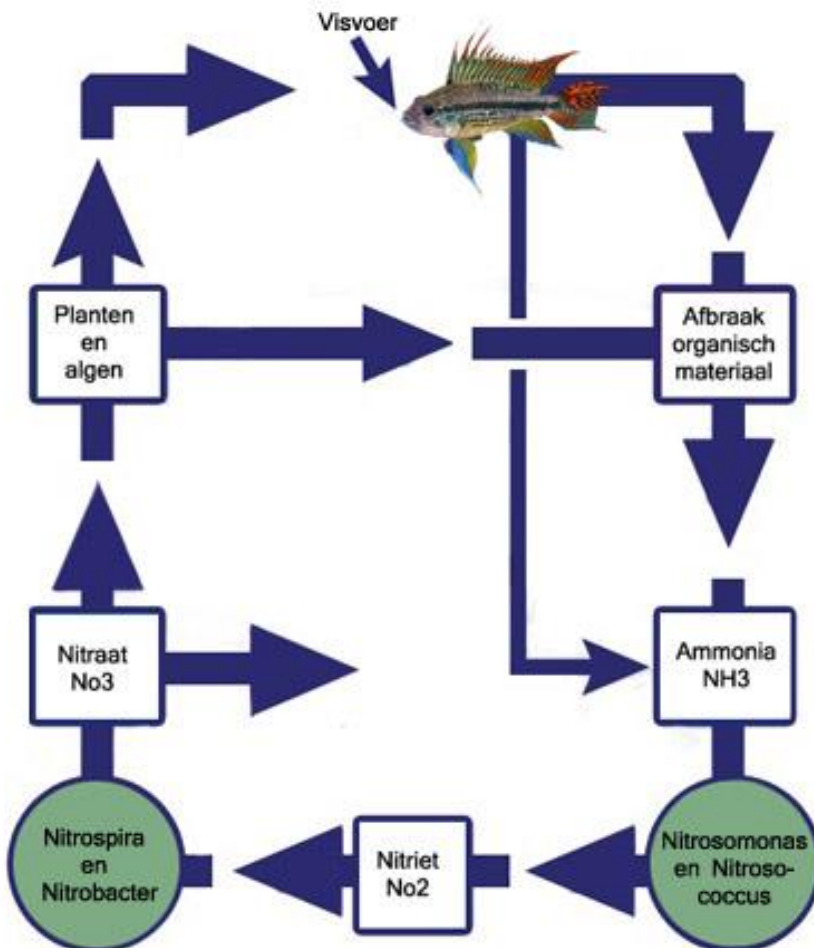
Overmatige aanvoer van voedingszouten in een ecosysteem leidt tot een verhoogde productie van organisch materiaal. Dit wordt **eutrofiëring** of overbesteding genoemd. Dit veroorzaakt snelle bloei van algen in water.



Afbeelding 10: De effecten van eutrofiëring

### Opdracht 8:

Welke problemen voor vissen kunnen zich voordoen bij overmatige algengroei?  
Maak gebruik van de volgende afbeelding.



Afbeelding 11: Stikstofkringloop

*In het hierna volgende practicum gaan we synthetisch afvalwater analyseren voor en na zuivering. Voor de zuivering maken we gebruik van een zelf te bouwen zuiveringsinstallatie.*

## **Opdracht 9:**

Bekijk ter introductie op het practicum het volgende filmpje: **de reis van het afvalwater**.

[http://www.hdsr.nl/thema's/afvalwater\\_en](http://www.hdsr.nl/thema's/afvalwater_en)

Beschrijf kort de zuiveringsstappen die het rioolwater ondergaat in de rioolwaterzuiveringsinstallatie.

# Creatieve les 1

## Synthetisch afvalwater maken:

In het filmpje “ de reis van het afvalwater” hebben we gezien welke elementen er in afvalwater zitten. Voor dit experiment maken we gebruik van zelf gemaakt afvalwater of synthetisch afval water.

## Materiaal

Voor 10 liter afvalwater:

- 4 gram gemalen hondenbrokken of appelstroop
  - 1 gram volle melk (1 ml) + Melk heeft een CVZ van 218 gr/l)
  - 1 gram toilet papier of zetmeel
  - 2 gram kunstmest/tuinmestkorrels
- Aanvullen in warm kraanwater en goed roeren

## Analyse van synthetisch afvalwater

We onderzoeken nu het synthetisch afvalwater op de volgende punten:

- Biochemisch zuurstof verbruik (BZV2)
- Elektrisch geleidingsvermogen
- Nitraatgehalte
- Nitrietgehalte
- Ammoniumgehalte
- Fosfaatgehalte

Voor de **nitraat, nitriet worden teststrips gebruikt**. Voor **ammonium en fosfaatbepalingen** worden specifieke testkits gebruikt. In de testkits zijn kleurreagentia aanwezig die met de onderzochte stoffen een kleurreactie aangaan. De intensiteit van de kleur is een maat voor de concentratie van de onderzochte stof. Via een kleurschaal wordt de concentratie van de stof afgeleid. De **geleidbaarheid** wordt elektrochemisch bepaald met een **geleidbaarheidsmeter**. Bij onderdompeling van de elektrode in het watermonster, geleiden de ionen in oplossing de elektrische stroom. Uit de meetgegevens wordt de specifieke geleidbaarheid bepaald door de meter. Hoe hoger de ionconcentratie hoe groter de specifieke geleidbaarheid van het watermonster.

## Bepaling elektrisch geleidingsvermogen:

Overzicht geleidbaarheid verschillende soorten water	
Gedestilleerd water	1 $\mu$ S
Regenwater (landelijk gebied)	60 $\mu$ S
Regenwater (industriegebied)	30 $\mu$ S
Zeewater	54000 $\mu$ S
Drinkwater Amsterdam	500 $\mu$ S

Bepaling BZV (op basis van Winkler titratie, aquamerck 11149)

Let op: deze bepaling moet in een lekbak gedaan worden!



## Meting 1:

1. Vul het glazen flesje helemaal tot de rand met het te testen water
2. Voeg 5 druppels reagens 1 and 5 druppels reagens 2 toe.
3. Sluit het glazen flesje, schud goed en laat het 1 minuut staan
4. Voeg 10 druppels van reagens 3 toe, sluit het flesje en schud goed
5. Giet 5 ml van deze oplossing in het maatbekertje (met de rode strepen)
6. Voeg 1 druppel van reagens 4 toe en schud.
7. De oplossing kleurt nu van blauw naar paars afhankelijk van het zuurstofgehalte
8. Zet de titratiepipet op flesje nummer 5 (reagens 5) en vul de pipet, zorg dat het onderste randje van de zwarte ring op het zelfde niveau staat als 0 mg/l zuurstof op de schaalverdeling
9. Verwijder de pipet nu van het flesje nr.5 , doe het flesje weer dicht
10. Veeg de pipetpunt af met een tissue
11. Voeg reagens nr. 5 druppelsgewijs met bij het je watermonster, zwenk (beweeg) het maatbekertje voortdurend, totdat de kleur verandert van blauw naar kleurloos.
12. Lees het zuurstofgehalte van het water af van de schaal van de pipet

## Meting 2:

We hebben nu nog niet het biologisch zuurstof verbruik bepaald. Daarvoor moeten we micro-organismen eerst de gelegenheid geven om het zuurstof te verbruiken.

De BZV waarde is dus een waarde die je meet over een bepaalde periode.

- Vul het glazen flesje weer met het te testen water
- Sluit het flesje met de glazen dop
- Wikkel aluminiumfolie om het flesje
- Zet het nu 48 uur in het donker en herhaal de stappen 2 tot en met 12 van meting 1.
- Het resultaat van meting 2 min meting 1 is de zuurstofconsumptie!

## Aan de slag:

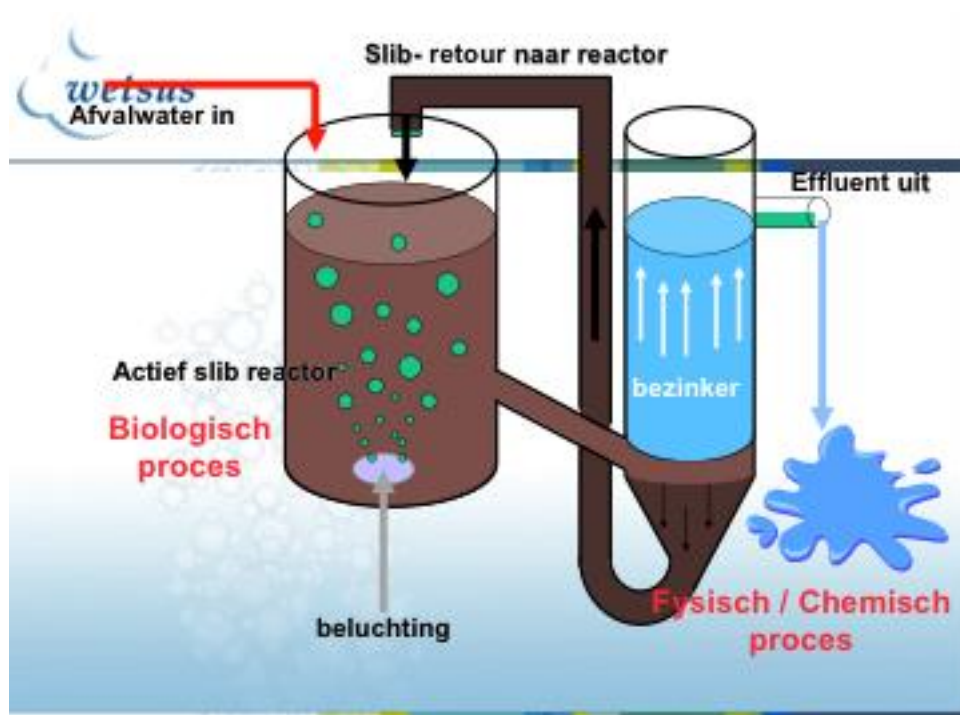
### Opdracht

- Analyseer het synthetische afvalwater
- Vergelijk je eigen meetwaarden met de normwaarden in onderstaande tabel en bepaal in welke mate je watermonster vervuild is.

parameter	Normwaarde Niet verontreinigd water	Waarde in vuil water	Waarde in gezuiverd water	Zuiverings rendement %	Opmerking
Nitraat mg/l	<4				
Nitriet mg/l	<0.01				
Ammonium mg/l	<0,01				
Fosfaat mg/l	<0,1				
Elektrisch geleidings vermogen $\mu\text{S}$	< 1000 $\mu\text{S}$				
BZV mg/l	1				

# Creatieve les 2

Het water dat niet gebruikt is voor de analyse gaan we nu zuiveren in een zelf te bouwen zuiveringsinstallatie:



## Werkwijze

- > Bouw de opstelling zoals je die in bovenstaand figuur ziet.
- > Vul de actief slib reactor eerst met water en controleer of je opstelling niet lekt.
- > Doe het synthetisch afvalwater in de actief slib reactor.
- > Zet de pompjes aan
- > Wat gebeurt er in de bezinker?
- > Doe vervolgens wat actief slib in de reactor.
- > Vang het effluent op en analyseer dit water.
- > Bepaal van het effluent de volgende waarden: BZV, elektrisch geleidingsvermogen, fosfaat, nitraat.
- > Verklaar de verschillen met je eerste waarden, voor de zuiveringsstap
- > Bepaal het zuiveringsrendement en zet deze waarden in de tabel op pagina ...

# Begrippenlijst

Actief slib	Een zuurstofvragend biologisch proces dat ertoe dient om oplosbare organische materie om te zetten in vaste biomassa, die verwijderd kan worden met behulp van zwaartekracht of filtratie.
Afkoppeling	Bij afkoppelen wordt het relatief schone hemelwater afgevoerd naar het <a href="#">oppervlaktewater</a> of direct geïnfiltreerd in de bodem.
Anorganische voedingsstoffen	Anorganische stoffen zijn afkomstig uit de levenloze natuur. Voorbeelden zijn: water, ijzer, koper, zuurstof, ijzorzouten, kalkzouten etc. Anorganische stoffen komen ook in organismen erg veel voor.
Aeroob proces	Een proces dat plaatsvindt in de aanwezigheid van zuurstof
Anaeroob proces	Een proces dat plaatsvindt in de afwezigheid van zuurstof
Biogas	Gas ontstaat als gevolg van vergisting (een anaëroob proces) van organisch materiaal, zoals mest, rioolslib, actief slib of gestort huisvuil. Het hoofdbestanddeel van biogas is methaan. Biogas is pas na bewerking geschikt om aardgas te vervangen.
Biologische zuivering	De heel kleine of opgeloste deeltjes die na de mechanische zuivering nog overblijven in het water, worden door aërobe bacteriën en micro-organismen afgebroken. Samen met toegevoerde zuurstof zorgt dit actieve slib ervoor dat de organische afvalstoffen worden afgebroken tot koolstofdioxide (CO <sub>2</sub> ), stikstofgas (N <sub>2</sub> ) en water (H <sub>2</sub> O). Deze biologische zuivering lijkt dus heel sterk op wat er in een natuurlijke waterloop gebeurt.
BZV	De hoeveelheid zuurstof (gemeten in mg/L) die vereist is voor het verteren van organisch materiaal door eencellige organismen, onder testomstandigheden. Dit wordt gebruikt om de hoeveelheid organische verontreiniging in afvalwater te meten.
Chemische zuivering	Bij chemische technieken worden er vaak bepaalde chemicaliën aan het water toegevoegd, om er zeker van te zijn dat de verontreiniging van structuur veranderd en makkelijker verwijderd kan worden. Meststoffen zoals nitraten worden op deze manier verwijderd. De verwijdering van verontreinigingen kan ook plaatsvinden door middel van specifiekere en moeilijker chemische processen. Deze processen zijn niet makkelijk te doorgronden.
Elektrisch geleidingsvermogen	Het elektrische geleidingsvermogen is de som van alle in het water opgeloste ionen (elektrisch geladen deeltjes), dat wil zeggen de opgeloste zouten. Door de negatieve of positieve elektrische ladingen van ionen [(kationen: positief geladen ionen) en anionen

	(negatief geladen ionen)] wordt stroomgeleiding in water mogelijk gemaakt. Dit fenomeen benut men bij het meten van het elektrisch geleidingsvermogen. Men meet dus de vloeiende stroom tussen twee polen. Zijn er veel zouten in het water opgelost, dan vloeit er veel stroom tussen de twee polen. Er wordt dan een hoog geleidingsvermogen aangegeven. Zijn er weinig zouten opgelost, dan wordt er weinig stroom geleid. Er wordt dan een gering geleidingsvermogen gemeten.
Eutrofiering	Verrijking van water. Dit veroorzaakt een excessieve groei van waterplanten en een verhoogde activiteit van anaërobe micro-organismen. Hierdoor daalt het zuurstofniveau van het water snel, waardoor het leven voor aërobe organismen onmogelijk wordt gemaakt.
Fosfaat	<p>Fosfaten zijn chemische verbindingen waar fosfor in zit. Ze spelen in de natuur een belangrijke rol. DNA is er deels uit opgebouwd. Het is ook een belangrijk onderdeel van de voeding van plant en dier. Tegenwoordig komen er meer fosfaten in het milieu terecht dan nodig. Dat is juist weer schadelijk voor met name planten.</p> <p>Fosfaten worden in de landbouw gebruikt in kunstmest. Ook in wasmiddelen zat vroeger veel fosfaat. Via het riool kwam het in het grondwater en in sloten, meren en zeeën.</p> <p>Fosfaten leiden tot overbemesting. Gevolg is dat planten die in een schrale (voedselarme) omgeving goed gedijen, worden verdrongen door planten die zijn aangepast aan een voedselrijker milieu.</p> <p>Door de toename van het fosfaatgehalte van het water kan overmatige groei van algen optreden. Vissen hebben daar last van, omdat het water troebel (algen) wordt en te weinig zuurstof bevat.</p>
Grijs water	Huishoudelijk afvalwater dat bestaat uit spoel- en waswater uit de keuken, badkamer en wastafels en van wastobbes en wasautomaten.
Grofvuil	Grof huishoudelijk afval dat niet in de grijze container of in de huisvuilzak past en geen schadelijke stoffen bevat
Hemelwater	Neerslag (regen)
Mechanische zuivering	Ook wel fysische zuivering. Verwijdering van grote delen uit het afvalwater met roosters. Fysische behandeling heeft meestal te maken met zuiveringsstappen als filtratie.
Nabezinktank	Nabezinking is de laatste fase in het zuiveringsproces. Het overblijvende slib bezinkt in de tank na verloop van tijd en

	gezuiverde water kan via een overloopsysteem in het oppervlaktewater worden geloosd.
Nitraat	Nitraat (NO <sub>3</sub> ) is een nuttige voedingsstof die wordt opgenomen door planten en algen. Nitraat wordt schadelijk bij een waarde boven 20 mg/liter. Bij teveel nitraat kan overmatige algengroei optreden.
Organische verbindingen	Chemische verbinding die tenminste een koolstofatoom bevat. Vroeger vielen stoffen die alleen door organismen in de natuur gemaakt konden worden in deze categorie. Tegenwoordig kunnen veel organische stoffen alleen in het lab gemaakt worden! Denk bijvoorbeeld aan medicijnen!
Slibvergistingstank	Tank waarin biogas ontstaat. Het gas ontstaat als gevolg van <a href="#">vergisting</a> (een <a href="#">anaeroob</a> proces) van <a href="#">organisch</a> materiaal zoals <a href="#">mest</a> , <a href="#">rioolslib</a> , actief slib of gestort <a href="#">huisvuil</a> .
Struviet	Struviet is een kunstmestvervanger. Het bestaat uit stikstof, fosfaat en magnesium.
Ureum	Ureum is een afvalproduct van de eiwitstofwisseling (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO
Vorbezinktank	Het afvalwater wordt in de vorbezinktank gescheiden van de zware delen die naar de bodem zinken.
Vuillast	Vervuilingswaarde (urine heeft een hoge vervuilingswaarde)
Zwart water	Water dat menselijk, dierlijk of voedselafval bevat.

# Practicumwerkblad

---

1. Formuleer je onderzoeksvraag
2. Formuleer je hypothese
3. Vul de onderstaande tabel in, geef kort commentaar op de meetwaarden
4. Zet je meetwaarden in onderstaande tabel

parameter	Normwaarde Niet verontreinigd water	Waarde in vuil water	Waarde in gezuiverd water	Zuiverings rendement %	Opmerking
Nitraat mg/l	<4				
Nitriet mg/l	<0.01				
Ammonium mg/l	<0,01				
Fosfaat mg/l	<0,1				
Elektrisch geleidings vermogen $\mu\text{S}$	< 1000 $\mu\text{S}$				
BZV mg/l	1				

5. Wat is je conclusie? Wat is het antwoord op je onderzoeksvraag?
6. Noteer enkele aanbevelingen voor vervolgonderzoek

# Bronnen

---

[www.watereducatie.nl](http://www.watereducatie.nl)

[www.water.nl](http://www.water.nl)

<http://www.onderwijsvanmorgen.nl/maandvandebeta/pages/all.php?id=42&les=38>

<http://tinyurl.com/rijnlandgame>

[www.kraanwater.nu](http://www.kraanwater.nu)

<http://www.biofex.at/wasserguete/wissenwertes.htm>

<http://onecuesystems.nl/teksten/Bepaling%20van%20het%20Biochemisch%20Zuurstofverbruik.doc>

[http://www.hdsr.nl/thema's/afvalwater\\_en](http://www.hdsr.nl/thema's/afvalwater_en)

<http://www.waterfootprint.org/?page=cal/WaterFootprintCalculator>

[http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/news/news16\\_nl.htm](http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/news/news16_nl.htm)

[http://www.allesduurzaam.nl/informatieteksten/informatieteksten\\_item/t/onze\\_watervoetafdruk\\_als\\_bedrijf](http://www.allesduurzaam.nl/informatieteksten/informatieteksten_item/t/onze_watervoetafdruk_als_bedrijf)

<http://staff.science.uva.nl/~dcslob/lesbrieven/LutzLohse/Bovenbouwtekst.html>

<http://www.fitplein.nl/items/water/water-in-het-lichaam.php>

<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/waterkwaliteit/kwaliteit-afvalwater>

<http://www.wanttoknow.nl/overige/waterzuiveren-via-planten-de-meest-natuurlijke/>

<http://www.lenntech.nl/waterbehandeling.htm>

<http://www.saniphos.eu/>

[www.watercanon.nl](http://www.watercanon.nl)

[www.intermediair.nl](http://www.intermediair.nl)

[www.watereducatie.nl](http://www.watereducatie.nl)

[www.biologiepagina.nl](http://www.biologiepagina.nl)

[www.nrc.nl](http://www.nrc.nl)

[www.wnf.nl](http://www.wnf.nl)



# Evaluatie

---

Geef een cijfer van 1 tot 10 voor de verschillende onderdelen

Onderdeel	Cijfer	Opmerkingen/motivatie voor het cijfer
Presentatie		
Filmpje		
Uitleg		
Lespakket		
Proefjes 1 nitraat/nitrietstroomjes 2 ammonium/fosfaattests 3 BZV 4 el. geleidingsvermogen 5 Zuivering bouwen		

Geef in enkele trefwoorden weer wat je geleerd hebt:

Noem over deze lessen 1 tip en 1 top:

Tip:

Top:

Bedankt voor het invullen, lever de formulieren in bij je docent