

Aquatische ecotoxicologie

Algemene principes

ir. Hugo Desmet

Doelstelling

Achtergrond van aquatische ecotoxicologie

- Principes en methodes
- Beoordelingscriteria
- Toepassingen van ecotoxicologie

Basis voor volgende onderdelen:

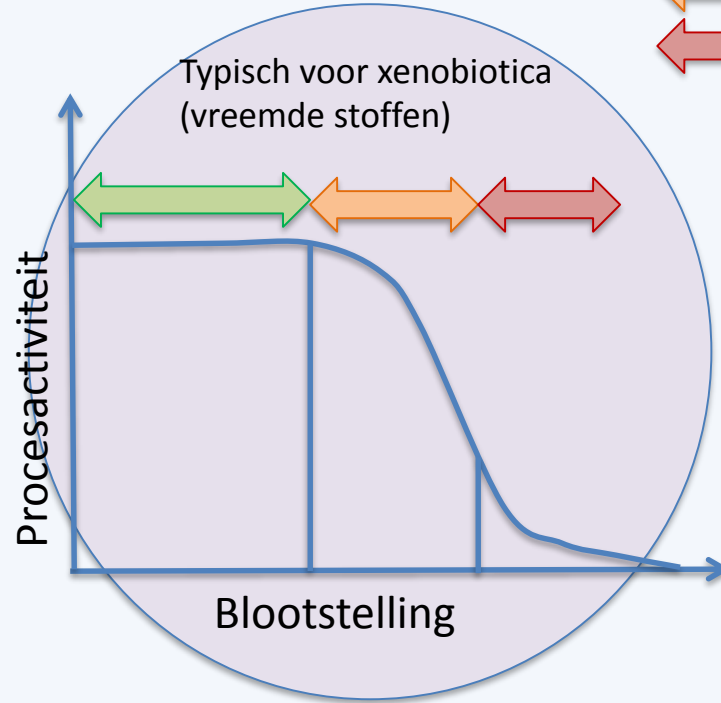
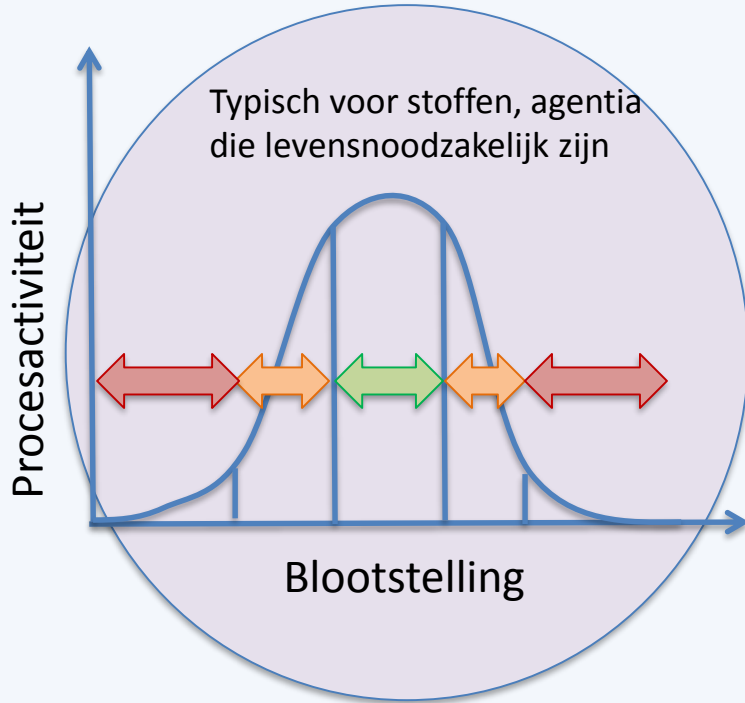
- gebruik van ecotoxicologie voor de beoordeling van effluenten
- toepasbaarheid in controle van lozing van afvalwaters

Basisprincipes aquatische ecotoxicologie

Ecotoxicologie

- bestudeert toxische effecten van chemicaliën en fysische agentia op levende organismen, populaties en gemeenschappen in ecosystemen
- omvat transferroutes en interacties met het milieu
- Aquatische ecotoxicologie: richt zich op het compartiment water
 - zoetwater
 - brakwater
 - zoutwater (mariene milieu)

Tolerantie versus toxiciteit



- Optimum
- Tolerantie
- Toxisch

Complexiteit van ecotoxicologie

- Factoren die toxiciteit van een stof beïnvloeden:
 - Waar komt de stof in het ecosysteem terecht
 - Concentratie van de stof
 - Verdeling van de stof in het ecosysteem
 - Verwijdering van de stof uit het ecosysteem, (bio-)chemische reacties
 - Vorm waarin de stof aanwezig is in het ecosysteem (biobeschikbaarheid)
 - Eigenschappen van het ecosysteem
 - Eigenschappen van de organismen die blootgesteld worden
 - Duur van de blootstelling

Complexiteit van ecotoxicologie

- niet al deze complexiteit kan meegenomen worden in ecotoxiciteitstesten
- selectie van
 - type ecosysteem (zoet, zout)
 - standaardorganismen (voorbeeld zoetwater: bacteriën, algen, watervlo, vis)
 - standaard testomstandigheden (temperatuur, verdunningsmedium)
 - Blootstelling: eenmalig, repetitief, continu
 - standaard blootstellingstuur (voorbeeld: 24, 48, 72 uur)
 - standaard effecten (voorbeeld: mortaliteit)

Effecten die bestudeerd worden

Korte termijneffecten (acute toxiciteit)

- Korte termijn: uren/dagen – binnen de levenscyclus van een organisme
- Drastische effecten: mortaliteit

Lange termijn (chronische toxiciteit)

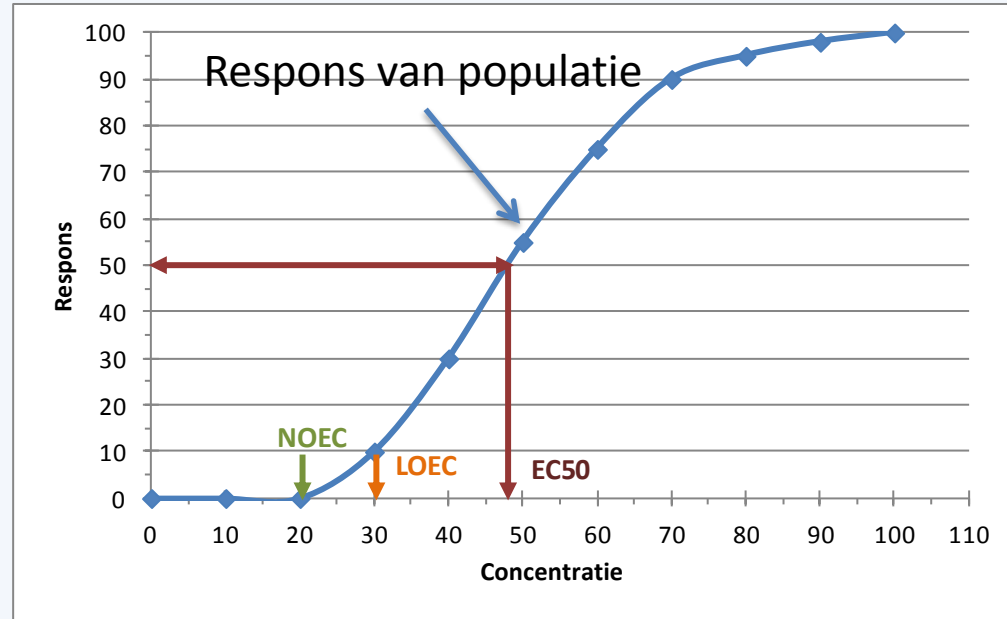
- Lange termijn blootstelling (enkelvoudig of meervoudig)
- Tijd tot effect zichtbaar wordt
- Effecten over generaties
- Lethale of sublethale effecten (gedragsveranderingen, fysiologische effecten, biochemische veranderingen, weefsels, omkeerbare/onomeerbare veranderingen)

Ecotoxiciteitsmetingen

- Intraspecies sensitiviteit varieert
- Populatieonderzoek
- Types respons
 - Toxicologie: dosis responscurve
 - Aquatische ecotoxicologie: concentratie responscurve

Ecotoxiciteitsmeting

- **EC50 (LC50)** : Concentratie waarbij 50% van de organismen effect (lethaliteit) vertoont
- **LOEC**: Lowest Observed Effect Concentration – laagste gemeten concentratie waarbij er effect werd vastgesteld
- **NOEC**: No Observed Effect Concentration: hoogste concentratie waarbij geen effect werd vastgesteld



Vereisten voor ecotoxiciteitsmetingen

- relevante metingen (keuze organisme)
- beschikbaarheid van organismen
- te gebruiken voor breed scala aan chemicaliën
- duidelijk meetbare effecten
- realistische blootstellingsduur
- gevoelige test, bruikbaar voor risk assessment
- kwalitatieve test (reproduceerbaar)
- economische uitvoerbaarheid

Belangrijkste testen voor aquatische ecotoxicologie

Bacteriën

Algen

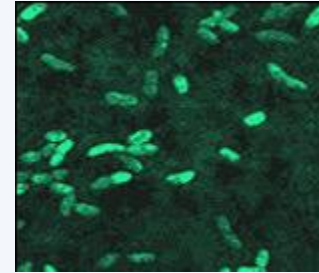
Watervlo

Vistest

Visei/larve

Bacteriële luminescentie inhibitietest

- Testorganisme: *Vibrio fischeri* (*Photobacterium phosphoreum*)
 - marien organisme
 - fotoluminescentie is onderdeel van metabolisme
- Principe:
 - Gelyofiliseerde bacteriën worden geactiveerd
 - Relatieve toxiciteitsmeting ten opzichte van referentieactiviteit
 - Blootstelling: 5, 15 en 30 minuten
 - Meting: licht (fotometer)



Algentest

- Verschillende soorten (o.a. *Selenastrum capricornutum*)
- Standaardtest (kweek van labo) of test kit
- Principe:
 - test starten met aantal cellen in een recipiënt
 - relatieve toxiciteitsmeting tov referentie
 - meetprincipe aantal cellen/mL of kleurintensiteit
 - daling van opbrengst/groeisnelheid is maat voor inhibitie
 - toename van groeisnelheid kan ook voorkomen
 - Testduur: 72 uur



Daphnia-test

- Watervlo (*Daphnia magna*)
- Principe
 - Species die vers ontloken zijn uit eistadium (eigen kweek of dormante eitjes)
 - Blootstelling van 20 organismen per verdunning
 - Criterium: immobiliteit (als maat voor sterfte)
 - Blootstellingsduur: 24 en 48 uur



Vistest

Organisme: regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*) of andere

Beschikbaarheid van juveniele dieren

Ethisch aspect – testen op proefdieren

7 vissen per testconcentratie

Gemeten effect: lethaliteit

Blootstellingsduur: 96 uur

Visembryotest

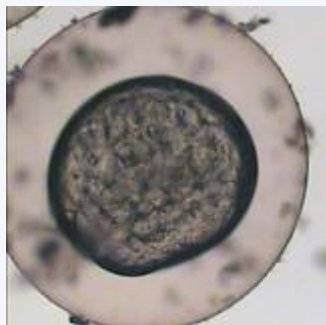
Testsoort: Zebravis (*Danio rerio*)

Alternatief voor testen op juveniele dieren

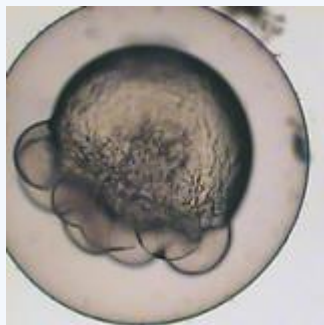
Test op cellen 2 uur na bevruchten

Blootstelling: 24-96 uur

Verskillende criteria die vastgesteld worden dmv microscopisch onderzoek



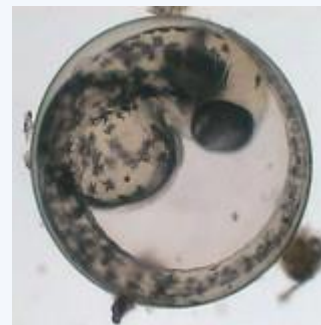
Bevrucht ei



8-celstadium



Embryo 24 h



Embryo 48 h



Gecoaguleerd ei (lethaal)

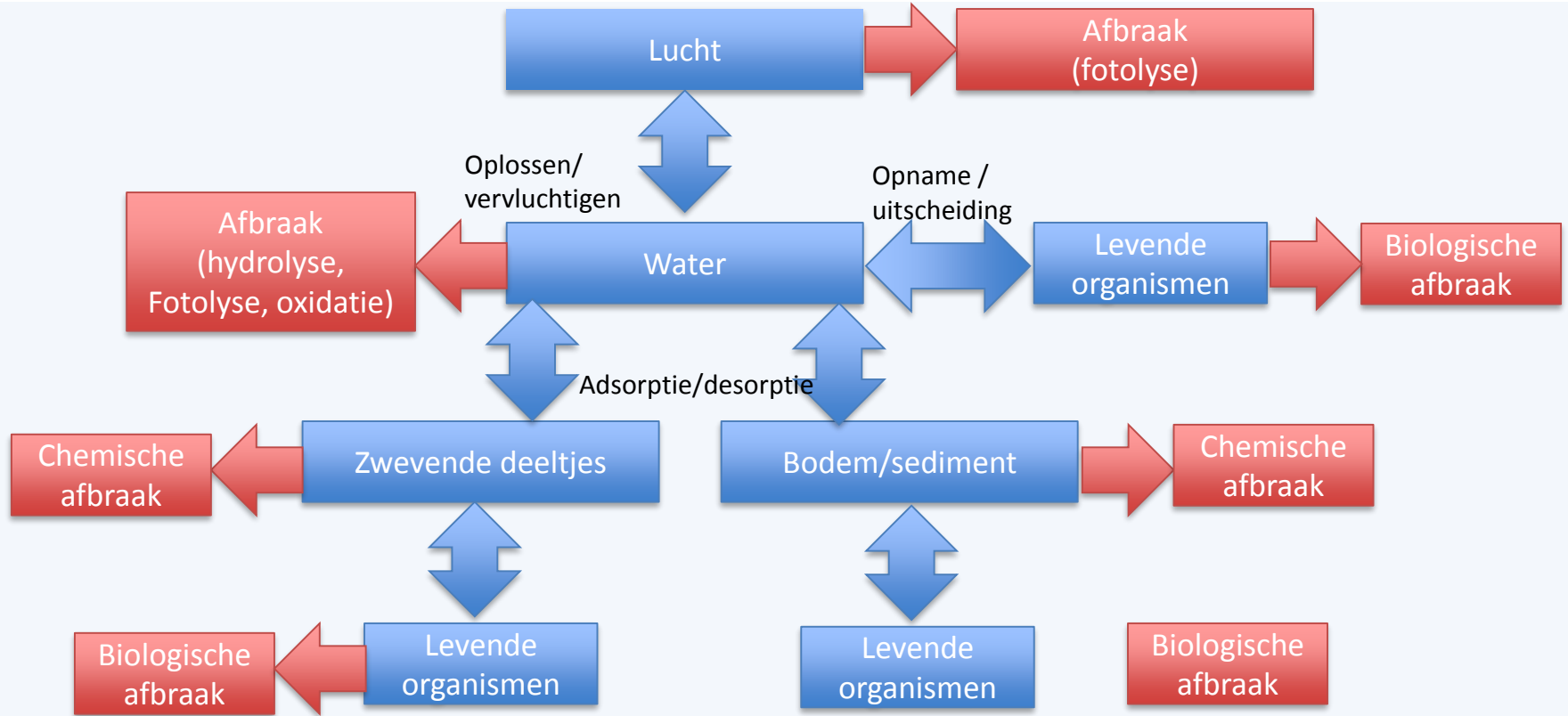
www.hydrotox.de

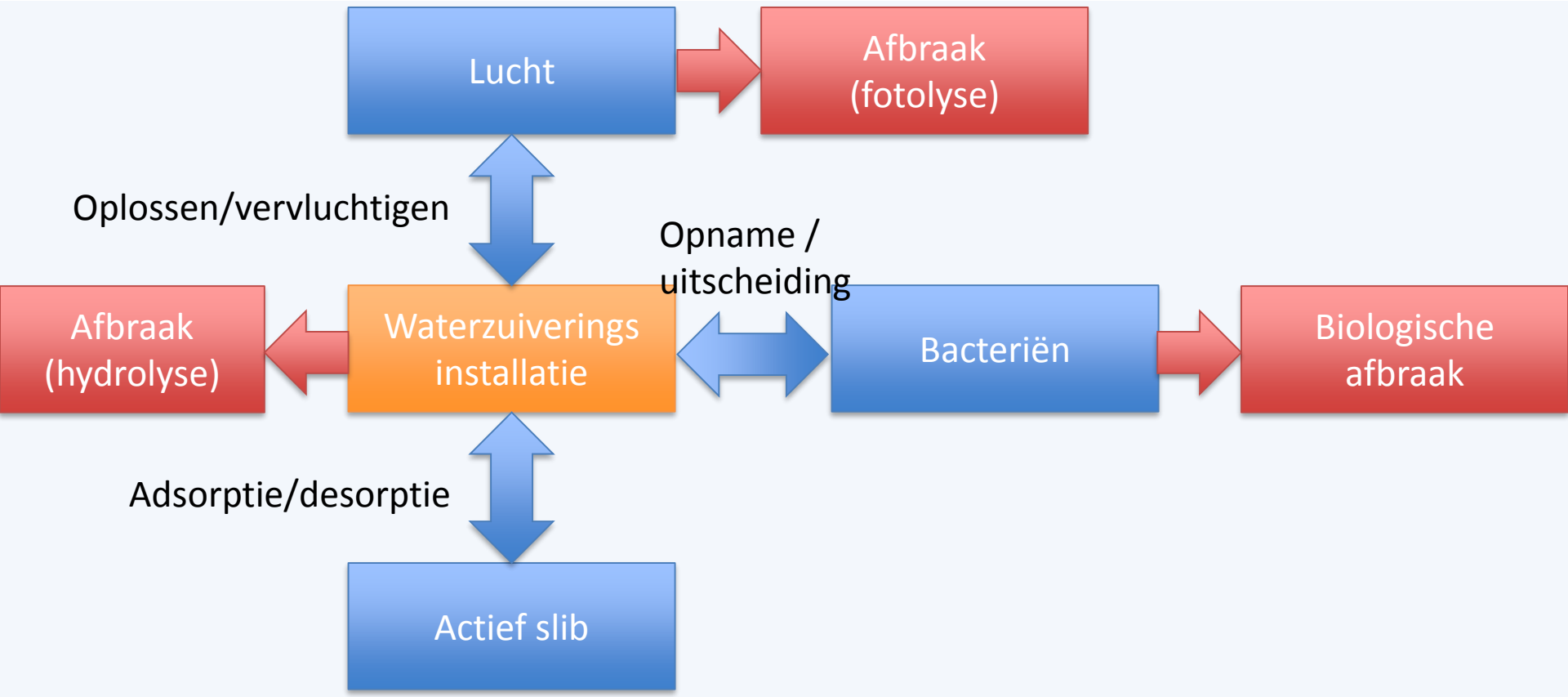
Waarvoor wordt ecotoxicologie toegepast?

1. Impact bepalen van stoffen wanneer ze in het milieu terecht komen

Wat gebeurt er als een (gevaarlijke) substantie in water terecht komt?

- verdeelt zich in het milieu over verschillende compartimenten
 - niet levend deel (abioticum)
 - levend deel (bioticum)
- kan in sommige gevallen verwijderd worden





Resultaat van verdeling in het milieu

PEC: Predicted Environmental Concentration

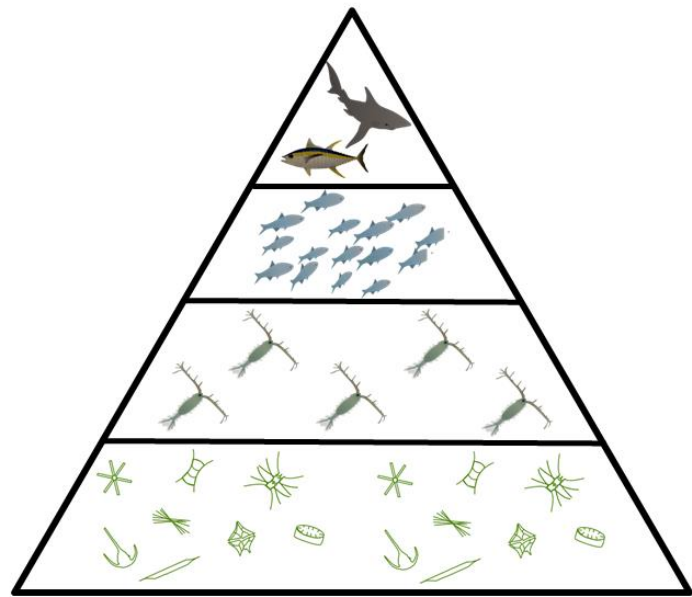
- via modellen
- via metingen in het milieu: voorbeeld VMM monitoring programma

Ecotoxicologie: bepalen van PNEC

PNEC: predicted no effect concentration

- Welke en hoeveel organismen?
- Acute of chronische effecten?

Veilig niveau: $PEC < PNEC$

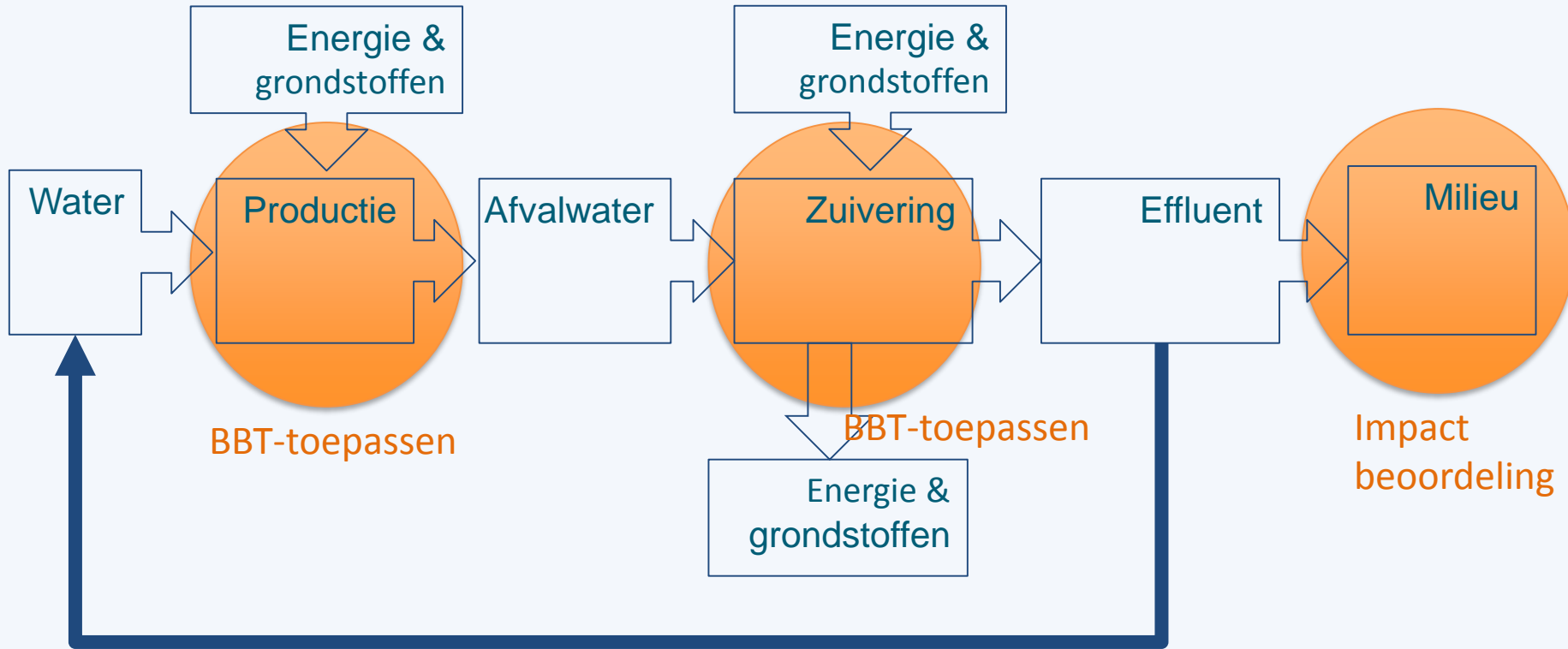


http://www.teachoceanscience.net/teaching_resources/education_modules/aquatic_food_webs/learn/

Waarvoor wordt ecotoxicologie toegepast?

2. Beoordelen van de lozing van afvalwater

Beheersing van waterverontreiniging op bedrijfsniveau



Impactbeoordeling op basis van fysisch-chemische parameters

Typische parameters in afvalwater:

- organische stoffen: CZV, BZV₅, TOC
- nutriënten: stikstof, fosfor
- zwevende stoffen
- anorganische stoffen: chloride, fluoride, metalen, ...
- organische microverontreinigingen: MAK, PAK, gechloreerde organische stoffen, ...

Impactbeoordeling op basis van fysisch-chemische parameters

- Parameters worden getoetst aan
 - Bereiken van de milieukwaliteitsdoelstelling voor oppervlaktewater
 - Bepalen van verdunning in het ontvangend oppervlaktewater
 - Classificatie relatief ten opzichte van de bijdrage aan de MKN en de actuele immissie onder permanente en worst-case omstandigheden
 - Indelingscriterium voor gevaarlijke stoffen: gebaseerd op PNEC
- Hieruit volgt een lozingsnorm

Impactbeoordeling op basis van fysisch-chemische parameters

Voordelen gebruik fysico-chemische parameters:

- Eenvoud van aftoetsen: analytische meting versus lozingsnorm
- Voor de meeste parameters voldoende betrouwbare analysemethoden, monsternameprocedures, ...

Impactbeoordeling op basis van fysisch-chemische parameters

Beperkingen van fysico-chemische parameters

- Onmogelijkheid om alle stoffen in water te analyseren
- Geen relatie tussen aanwezigheid en impact (zeker niet voor groepsparameters zoals CZV, BZV, TOC, AOX, ...)
- Aspecten als biobeschikbaarheid, interacties tussen stoffen, worden niet in rekening gebracht

Impactbeoordeling op basis van ecotoxicologische metingen

- WET : whole effluent testing
- TEB : totaal effluent beoordeling
- Uitvoeren van ecotoxicologische metingen op effluenten
- Beoordeling van het **effect** van de integrale watermatrix op referentieorganismen ongeacht de samenstelling
- Meestal na zuivering (ervoor heeft meestal weinig zin, behalve voor nagaan van effect van specifieke zuiveringsstappen zoals actief koolbehandeling)

Impactbeoordeling op basis van ecotoxicologische metingen

Beperkingen en moeilijkheden:

- Acute ecotoxiciteit versus chronische effecten
- Complexe testen, arbeidsintensief en relatief duur - geen automatisering
- Beschikbaarheid van testorganismen op het moment van bepaling
- Ethische aspecten bij testen van organismen
- Complexe beoordelingsmethoden (zoals LC50) maken normering moeilijk
- Door beperkt aantal metingen nog maar weinig erkende laboratoria
- Hoe omgaan met "zoute" afvalwaters (verschil lozing zoet of brak oppervlaktewater)

Impactbeoordeling op basis van ecotoxicologische metingen

Actueel (zie laatste presentatie):

- Belangrijke evoluties om metingen te vereenvoudigen
- Eenvoudiger beoordelingscriteria maken normering eenvoudiger

Beoordeling van resultaten

Toxische eenheid: $100/EC50$ waarbij EC50 uitgedrukt als % afvalwater in een verdunningsreeks

Voorbeeld: afvalwater waarbij 50% effect bij een verdunning $\frac{1}{4} = 25\%$ afvalwater en 75% verdunningswater: 4 TE

Beoordelingskader dat actueel (officieus) gebruikt werd:

- ≤ 1 TE : niet acuut ecotoxisch
- 1-10 TE: licht acuut ecotoxisch
- 10-100 TE: acuut ecotoxisch
- > 100 TE: sterk ecotoxisch
- Dit beoordelingskader is niet meer realistisch

www.witteveenbos.com

ir. Hugo Desmet
groepsleider industriewater
Witteveen+Bos Belgium N.V.
Posthoflei 5-1
2600 Berchem-Antwerpen
hugo.desmet@witteveenbos.com
+32 (0)3 286 75 04
+32 (0)479 56 59 53