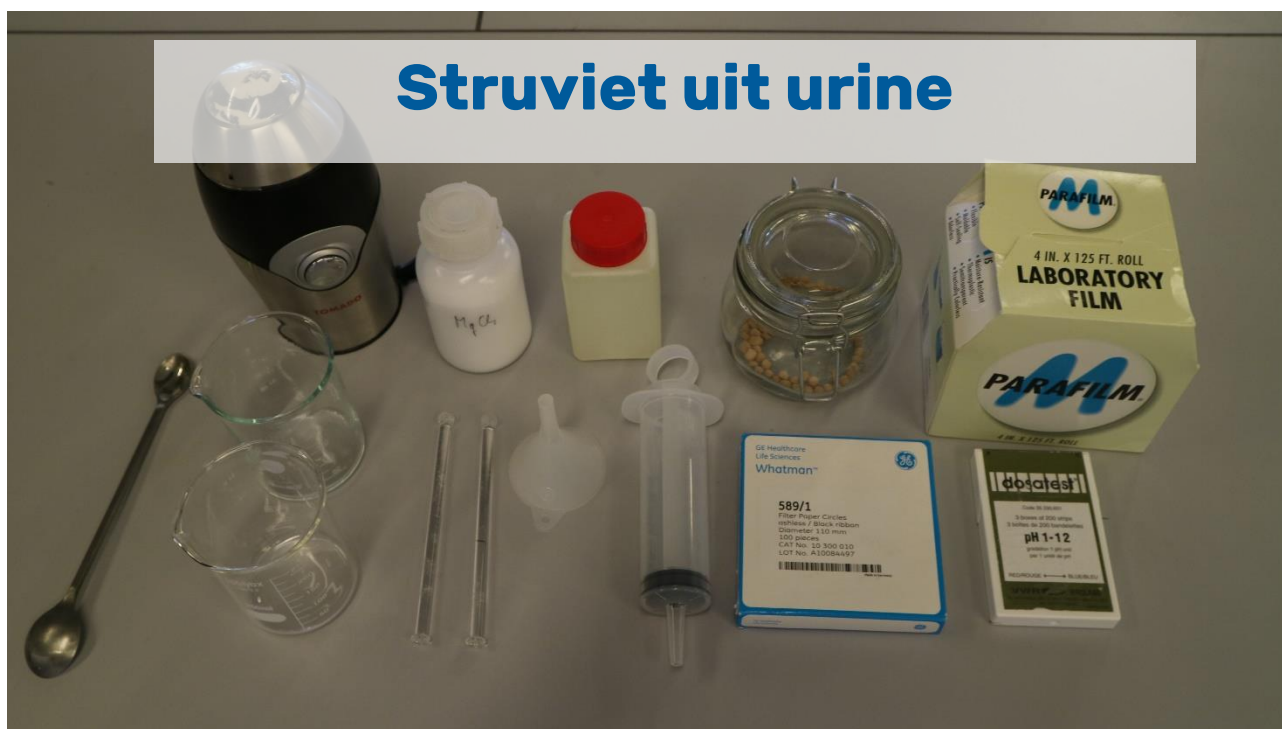


Docentenhandleiding



Inhoud

Algemene introductie.....	Error! Bookmark not defined.
Uitgebreide achtergrondinformatie.....	2
Leerdoelen	3
Sleutelvaardigheden Europees raamwerk	3
Verenigde Naties' duurzame ontwikkelingsdoelen	4
Inhoud – Theoretische principes	5
Lab procedure	5
Lesstappenplan	5
Beoordeling	6
Omschrijving van de studentenhandleiding	6
Bronnen.....	6
Dankwoord.....	Error! Bookmark not defined.

Docentenhandleiding

Algemene introductie

- Lab activiteit voor middelbare schoolleerlingen (14-18 jaar) die een wetenschapsproject willen doen.

De toolkit is bedoeld om leerlingen bewust te maken van het feit dat afvalwater nog waardevolle en bruikbare componenten bevat en dat je veel meer met urine kunt dan het wegspoelen via het toilet.

Daarnaast hopen we leerlingen uit te dagen en enthousiasme aan te wakkeren voor wetenschap, technologie en het milieu.

In deze module focussen we ons op de volgende thema's binnen de scheikunde:

- Synthese
- Chemisch rekenen
- Kwantitatieve analyse / concentratiebepaling

Urine bevat waardevolle nutriënten zoals ammoniak en fosfaat welke we nu als afvalwater door het toilet spoelen. Tijdens de zuivering van ons rioolwater wordt 70% van de energie gebruikt voor het verwijderen van stikstof/ammoniak en fosfaat. In een rioolwaterzuivering wordt ammoniak afgebroken tot stikstof en dan weer geloosd in het milieu. Fosfaat wordt gebonden door bacteriën in de rioolwaterzuivering en vormt dan slib. Dit slib wordt vervolgens ingedroogd en verbrand, terwijl er ondertussen fosfaat uit mijnen gehaald wordt om kunstmest van te maken. Uiteindelijk zullen deze fosfaat mijnen een keer leegraken.

Wetsus onderzoekt mogelijkheden om grondstoffen uit afvalwater terug te winnen om zo een circulaire economie te bewerkstelligen. Uit urine kan relatief eenvoudig een kunstmest gemaakt worden, struviet. Struviet is een mineraal dat bestaat uit ammoniak, fosfaat en magnesium.

Met deze toolkit kunnen leerlingen zelf struviet maken (module 2), de concentratie fosfaat hierin berekenen (module 3) en een proefopstelling ontwerpen om struviet te testen (module 4). In de eerste module komt de theoretische achtergrond van het onderwerp aan bod en wordt uitgelegd waarom het terugwinnen van grondstoffen uit afvalwater belangrijk is.

Sleutelwoorden:

Terugwinning van grondstoffen, urine, afvalwater, colorimetrie, kunstmest, circulaire economie, experimentele opzet ontwerpen.

Docentenhandleiding

Leerdoelen

De toolkit helpt leerlingen te begrijpen dat afvalwater waardevolle en herbruikbare grondstoffen bevat en dat je veel meer kunt met urine dan het wegspoelen door het toilet. Daarnaast hopen we met deze toolkit leerlingen te enthousiasmeren voor de wetenschap, technologie en zich in te zetten voor een duurzaam milieu in de toekomst.

Aan het eind van deze lessen kunnen de leerlingen:

- De stikstof en fosfaat cyclus als een gevolg van menselijke activiteit uitleggen.
- Het belang van een duurzame manier om grondstoffen terug te winnen begrijpen.
- Struviet synthetiseren en hier een colorimetrische fosfaat bepaling op doen.
- Een experimenteel ontwerp maken om struviet te testen en de resultaten interpreteren.
























Sleutelvaardigheden Europees raamwerk

Leesvaardigheid
S1. Vermogen om concepten, gevoelens, feiten en meningen te begrijpen en interpreteren in gesproken en geschreven vorm.
S3. Vermogen om de wereld en verbanden met anderen uit te leggen.
Wiskundige, wetenschappelijke, technologische vaardigheden
S2. Vermogen om wiskundige concepten te begrijpen en te gebruiken.
S4. Welwillendheid om problemen uit nieuwe gebieden aan te pakken.
S6. Vermogen om kwalitatieve gegevens uit kwantitatieve gegevens te verkrijgen.
S7. Vermogen om een probleem wiskundig te bekijken om zo tot een analyse en oplossing te komen.
S8. Vermogen om experimenten en observatieve onderzoeken te ontwerpen en de gegevens ervan te analyseren.
S9. Vermogen om ingewikkelde problemen over optimalisatie & besluit name te formuleren en de oplossingen te interpreteren in de oorspronkelijke context van het probleem.
Persoonlijke, sociale en leren-te-leren vaardigheden
S1. Vermogen om verschillende vormen van leren na te streven en vol te houden.
S2. Identificeren van beschikbare mogelijkheden.
Burgerschapsvaardigheden
S3. Vermogen effectief samen te werken met groepsgenoten.
Cultureel bewustzijn en uitdrukken vaardigheden
S1. Vermogen om ideeën om te zetten in acties.

Docentenhandleiding

Verenigde Naties' duurzame ontwikkelingsdoelen

De duurzame ontwikkelingsdoelen van de Verenigde Naties zijn een blauwprint om een betere en duurzame toekomst voor ons allemaal te bewerkstelligen. Ze adresseren de huidige wereld problematiek, zoals armoede, ongelijkheid, klimaat verandering, milieu problematiek, vrede en rechtspraak.

	 1 NO POVERTY	 2 ZERO HUNGER	Enable access to basic services		 10 REDUCED INEQUALITIES	Equal access to global expertise
	 3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING		Safe medical devices		 11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES	Sustainable urbanization
	 4 QUALITY EDUCATION		Access to education		 12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION	Responsible consumption and production
	 5 GENDER EQUALITY		Less hardship, more opportunities		 13 CLIMATE ACTION	Strengthen resilience, reduce disaster impact
	 6 CLEAN WATER AND SANITATION		Safe and affordable water		 14 LIFE BELOW WATER	Reduce marine pollution
	 7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY		Energy – the golden thread		 15 LIFE ON LAND	Sustainable use of terrestrial ecosystems
	 8 DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH		Safety of workers and economic growth		 16 PEACE, JUSTICE AND STRONG INSTITUTIONS	Promote peaceful and inclusive societies
	 9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE		Resilient infrastructure and sustainable industrialization		 17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS	Better access to technology and innovation

Docentenhandleiding

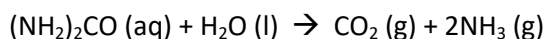
Inhoud – Theoretische principes

Struviet ($(\text{NH}_4) \text{Mg PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) is een mineraal samengesteld uit ammonium, fosfaat en magnesium en uitstekend te gebruiken als meststof. Struviet kan op eenvoudige wijze uit urine gesynthetiseerd worden. De voordelen van het rechtstreeks maken van kunstmest uit urine zijn:

- Energie besparen doordat fosfaat en stikstof niet uit urine hoeven te worden verwijderd.
- Fosfor in de kringloop houden.
- Een waardevol en duurzaam product (kunstmest) overhouden.

In deze module maken de leerlingen struviet uit ochtendurine. Een alternatief voor ochtendurine is synthetische urine (zie module 2 – Struviet synthese).

Aan de urine wordt eerst het enzym urease toegevoegd. Urease zorgt voor de omzetting van ureum in ammoniak.

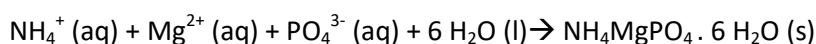


De ammoniak zal reageren met water waarbij ammonium ontstaat:



Een stijging van de pH is het gevolg.

Vervolgens wordt magnesiumchloride toegevoegd en bij deze stap ontstaat struviet:



Van de verkregen struviet kan vervolgens het fosfaatgehalte bepaald worden met behulp van colorimetrie. Daarnaast is het mogelijk te testen of de gemaakte struviet een positieve werking heeft op de groei van planten.

Lab procedure

In deze toolkit gaan leerlingen zelf struviet maken (module 2), de concentratie fosfaat hierin berekenen (module 3) en een proefopstelling ontwerpen om struviet te testen (module 4). In de eerste module komt de theoretische achtergrond van het onderwerp aan bod en wordt uitgelegd waarom het terugwinnen van grondstoffen uit afvalwater belangrijk is.

Module 1 – Theoretische achtergrond.

Module 2 – Struviet synthese.

Module 3 – Colorimetrische fosfaat bepaling.

Docentenhandleiding

Module 4 – Gebruik van struviet in een experimenteel ontwerp.

Lesstappenplan

Stap 1- Introductie van het onderwerp (30min – 180min).

Stap 2 – Struviet synthese (60min).

Stap 3 – Colorimetrische fosfaat bepaling (60min).

Stap 4 – Experimenteel ontwerp (60 min), uitvoering van experiment (max 21 dagen) en evaluatie van de resultaten (120min).



Beoordeling

Voor de beoordeling van de lesstof kunnen leerlingen een experimenteel ontwerp maken. Hiernaast kan het experiment ook worden uitgevoerd en kan de docent vragen een (wetenschappelijk) verslag te schrijven of een presentatie te geven over de resultaten.

Omschrijving van de studentenhandleiding

Module 1 – Theoretische achtergrond

Informatie over de stikstof en fosfaat kringloop, het belang van grondstof terugwinning uit afvalwater en de rol van Wetsus in duurzame water technologische ontwikkelingen.

Module 2 – Struviet synthese.

Synthese van struviet uit ochtendurine of synthetische urine. Bijbehorende scheikundige vragen en chemisch rekenen.

Module 3 – Colorimetrische fosfaat bepaling.

Docentenhandleiding

Colorimetrische fosfaat bepaling van de eigengemaakte struviet.

Module 4 – Gebruik van struviet in een experimenteel ontwerp.

Ontwerpen en opzetten van een experiment om de struviet te testen. Interpreteren en bediscussiëren van de resultaten.

Bronnen

- Eindexamen scheikunde pilot havo 2009
- Kuntke, P., (2011) *Recovery of nutrients and energy from source separated urine*. Wetsus 2011.
- BINAS, 2004, Wolters-Noordhoff Groningen
- <http://scienceinschool.org>
- Website van CMA, Centrum voor Microcomputer Applicaties, www.cma-science.nl