

Schoon drinkwater, een combinatie van wis- en scheikunde



Gjalts Prins



Paul Drijvers

Met de NLT-module 'Zuiver drinkwater?!' staan leerlingen in de schoenen van een drinkwatertechnoloog. Hoe adviseer je bedrijven die drinkwater produceren? Hoe kom je tot een gefundeerd advies? Met lesstof die ontleend is aan originele projectplannen en een eindpresentatie met professionele factsheets, geeft de module een mooi beeld van wis- en scheikunde in de beroepspraktijk.

De NLT-module 'Zuiver drinkwater?!' is ontwikkeld door chemicus Gjalts Prins en wiskundige Paul Drijvers van het Freudenthal Instituut. Al in zijn studie was Prins geboeid door het raakvlak tussen chemie en wiskunde. "De combinatie van deze vakken kom je vaak tegen in de praktijk", vertelt hij. "Modelvorming speelt een grote rol. In de module onderzoeken we het verband tussen een aantal procesparameters van drinkwaterbereiding. De theorie die we daarbij gebruiken is rechtstreeks ontleend aan de praktijk."

Zuiver drinkwater in vier stappen

Welke vragen kom je tegen bij de bereiding van drinkwater?

"Naast relatief schoon grondwater gebruiken we in Nederland steeds meer oppervlaktewater voor het bereiden van drinkwater", licht Prins toe. "Oppervlaktewater is gevoelig voor verontreinigingen en bovendien fluctueert de kwaliteit ervan sterk. Na zware regen zitten er bijvoorbeeld meer kleideeltjes in dan anders en daarmee ook meer vuil. Je moet het bereidingsproces van drinkwater daarom steeds opnieuw inregelen."

Het bereidingsproces van drinkwater bestaat grofweg uit vier stappen.

- 1 Het proces begint met rust. Het water, dat je bijvoorbeeld uit een rivier hebt ingenomen, staat eerst een poos stil in een grote bak. Losse deeltjes in het water kunnen in deze fase bezinken.
- 2 Heel kleine deeltjes bezinken niet of niet snel genoeg. Om deze deeltjes uit het water te halen worden er chemicaliën aan het water toegevoegd. Hierdoor klonteren de overgebleven deeltjes samen en bezinken ze alsnog.
- 3 De volgende stap bestaat uit het filteren van het water. Dit gebeurt via natuurlijke filters zoals de duinen of via kunstmatige filters zoals zandbedden.
- 4 In de laatste stap worden de aanwezige bacteriën gedood. Een probaat middel is chloor, maar dat geeft een sterke smaak aan het water. Bestraling met UV-licht geeft ook goede resultaten. Je moet dan wel voorkomen dat het water in het leidingstelsel opnieuw wordt besmet.

Chemische experimenten

'Zuiver drinkwater?!' zoomt in op stap 2, de zogenaamde vlokbehandeling. Door ijzerchloride aan het troebele water toe te voegen, worden vlokken gevormd. Het positief geladen ijzer trekt de negatief geladen kleideeltjes aan en klontert ermee samen. De vlokken die ontstaan, zakken naar de bodem en het water wordt helder.

Drinkwater voor de consument moet aan strenge eisen voldoen, zoals een maximale troebelingsgraad. De troebelingsgraad is een graadmeter voor de hoeveelheid deeltjes in het water. Er mogen niet meer deeltjes in het water achterblijven dan is toegestaan. Dit is een kwestie van genoeg chemicaliën toevoegen en het optimaal uitvoeren van het vlokbehandelingsproces. Het optimaliseren van de vlokbehandeling is voor waterzuiveringsbedrijven van groot belang. Zij verwerken miljoenen en miljoenen liters water. Hoe minder chemicaliën ze toe hoeven te voegen, hoe lager de kosten.

Hoe gaat een chemisch technoloog met zo'n vraag te werk? Prins: "Als eerste onderzoek je welke parameters van invloed zijn. Bij de inname van oppervlaktewater heb je bijvoorbeeld variaties in de temperatuur, de zuurgraad, het zoutgehalte en de troebelheid. Elk van deze parameters beïnvloedt het zuiveringsproces."

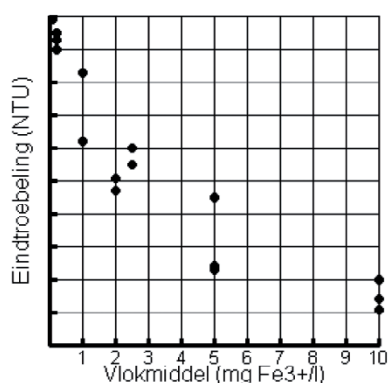
Wiskundige modellen

"Vanuit de chemie weet je hoe een mechanisme werkt, bijvoorbeeld hoe twee deeltjes zich met elkaar binden", legt Prins uit. "Wat je vaak niet weet, is hoe sterk die deeltjes met elkaar binden en hoeveel deeltjes dat doen. Dat breng je in kaart met experimenten en wiskunde. Met een reeks experimenten onderzoek je de invloed van elke variabele: je varieert steeds één variabele terwijl je de andere variabelen constant houdt. Aan de hand van de resultaten stel je formules op voor de verbanden. Met behulp van wiskunde kun je ook uitspraken doen over de geldigheid van die formules. In welke omstandigheden gelden formules wel en in welke niet en hoe nauwkeurig beschrijven ze wat er gebeurt."

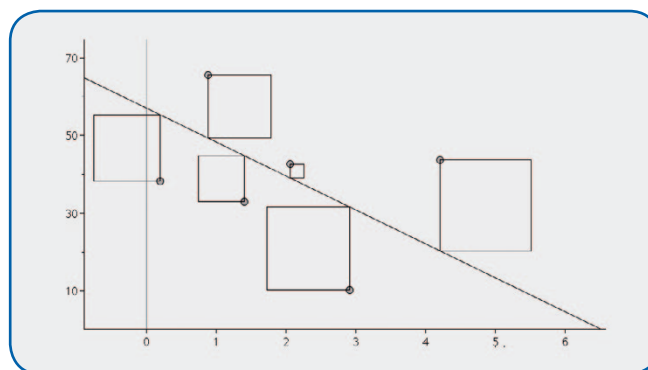


Experiment in de klas waarbij een parameter van de vlokbepaling wordt onderzocht

In 'Zuiver drinkwater?!' onderzoeken leerlingen de invloed van parameters van de vlokbepaling: temperatuur, zuurgraad, de troebelheid van het water. Net als in de praktijk nemen verschillende groepjes verschillende parameters voor hun rekening en delen ze hun resultaten met elkaar. "De metingen leveren een puntenwolk op waaruit ze conclusies moeten trekken", vertelt Drijvers. "Als eerste moeten ze toetsen of dat inderdaad mogelijk is. Vertonen de meetpunten een goede correlatie? En als dat zo is, wat is het verband? Met enkelvoudige regressie onderzoeken ze mogelijke lineaire verbanden en machtsverbanden. Daarbij is het ontwikkelen van een maat voor de 'passendheid' van het model cruciaal. Dit doen ze met behulp van de gemiddelde kwadraatfout. Sommige leerlingen stellen andere verbanden voor, wat aanleiding kan zijn tot interessante klassengesprekken. De meeste leerlingen hebben echter hun handen al vol aan het onderzoeken van de twee voorgestelde verbanden."



Voorbeeld van metingen bij verschillende hoeveelheden vlokmiddel (bron: Bronnenboek 'Zuiver drinkwater?!')



Gemiddelde kwadraatfout: de kwadraten van de fouten worden hier voor enkele punten als oppervlakten voorgesteld (bron: Bronnenboek 'Zuiver drinkwater?!')

De praktijk in de klas

De module start met een discussie over de te kiezen aanpak. Benader je het probleem als een black box en meet je empirisch de samenhang tussen externe parameters? Of onderzoek je de onderliggende chemische en fysische modellen en kijk je vandaaruit naar de mogelijke wisselwerking tussen parameters? De tweede methode geeft meer inzicht, maar de eerste methode is sneller en vaak voldoende voor een goed advies. Wat kies je in de praktijk?

“Het is voor veel leerlingen een eyeopener dat een gevonden model maar beperkt geldig is.”

Ook de geldigheid van de gevonden modellen wordt ter discussie gesteld. "Voor veel leerlingen is het een eyeopener dat een gevonden model maar beperkt geldig is", vertelt Drijvers. "Ze gelden alleen binnen de gemeten temperatuurrange, binnen de gemeten troebelheid, enzovoort. Voor een goede onderbouwing van de gevonden verbanden moeten de leerlingen weer terug naar de scheikunde."

Voor Prins en Drijvers was het de uitdaging om zoveel mogelijk van de praktijksituatie over te brengen naar de klas. Ze gebruiken daarom gesprekken met specialisten, originele projectplannen en vaktheorie over vlokbepaling als basis voor de module. Ook de eindpresentatie met factsheets zoals professionele adviseurs gebruiken geeft een mooi beeld van de praktijk.

'Zuiver drinkwater?!' is geschikt voor leerlingen in 5 vwo. U vindt de module op http://betavak-nlt.nl/les/modules_v/gecertificeerd/Zuiver_drinkwater.