

Rekenen aan je eigen wereldreis is leuk

'Ecoreizen bv' is een module uit de Nieuwe Scheikunde-reeks waarin leerlingen zelf een wereldreis plannen. Ze lossen daarbij vragen op als: Welke vervoermiddelen kies je? Reis je liever snel, liever goedkoop? Hoe reis je zo 'groen' mogelijk? Voor de antwoorden moeten ze de scheikunde induiken én flink rekenen.



Na zijn studie scheikunde heeft Jan Apotheker jarenlang met plezier voor de klas gestaan. In zijn huidige baan als vakdidacticus scheikunde aan de Rijksuniversiteit Groningen (RUG) draagt hij dit plezier nog steeds uit. Op verschillende fronten zet hij zich nu in voor de promotie van bètaonderwijs. Bijvoorbeeld door bij te dragen aan een verrassende tentoonstelling in de hal van het Bernoulli-gebouw waar scholieren kunnen proeven van de wondere bètawereld. In zijn functie is hij nauw betrokken bij onderwijsvernieuwingen zoals de ontwikkeling en uitrol van de Nieuwe Scheikunde-modules. Hij licht de achtergronden daarvan graag toe.

Verband tussen micro en macro

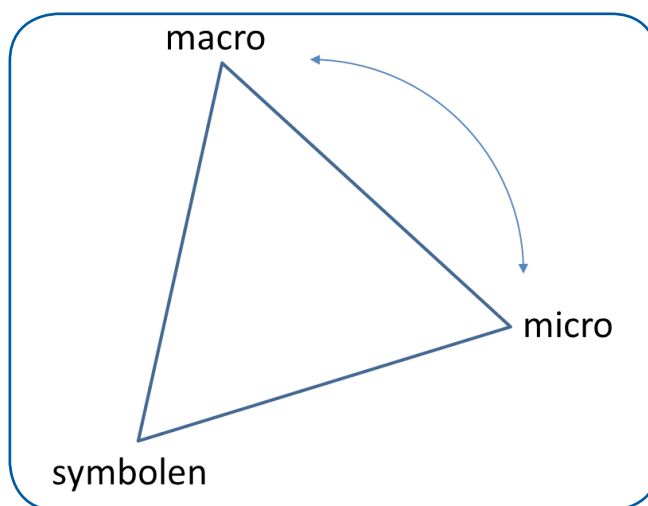
Steeds meer scholen gebruiken de modules van de Nieuwe Scheikunde-methode. "Met de praktijk als vertrekpunt komt in de aangeboden modules alle verplichte leerstof aan bod", legt Apotheker uit. "Scheikundig rekenen loopt als een rode draad door de stof. In Ecoreizen moet flink gerekend worden. Leerlingen doen dat zonder klagen. Ze vinden het niet erg om aan een wereldreis te rekenen. Door al het rekenen wordt meteen een goede basis gelegd voor de overige modules. Ecoreizen is daarom ook bij docenten een populaire startmodule."

De module gaat over een reisbureau in oprichting. "Ecoreizen bv wil jongeren de kans geven om goedkoop en toch verantwoord groen en duurzaam te reizen!", aldus de intro van de module. In de vorm van een prijsvraag worden leerlingen uitgenodigd om een plan in te dienen voor een duurzame wereldreis. In de reis moeten ze alle werelddelen aandoen en in twee werelddelen een onderzoek doen. Natuurlijk moet het reisplan met inhoudelijke argumenten worden gemotiveerd.

Om de duurzaamheid van de reis te kunnen bepalen, moeten leerlingen eerst leren om met chemische eenheden te rekenen. Hoe zet je volume om in massa, massa in mol, mol in aantal deeltjes? "Leerlingen leren hierbij het verband te leggen tussen micro- en macroscopische verschijnselen", licht Apotheker toe. "Het getal van Avogadro, het aantal deeltjes per mol, speelt hierin een centrale rol. Het is best lastig om je iets bij dit getal voor te stellen. Een mol spinnen (6×10^{23}) zou de wereld bedekken met een laag van $1\frac{1}{2}$ meter dik. Een mol watermoleculen is maar 18 ml, nog geen borrelglasje vol."

Rekenen met mollen en kilometers

Je kunt macroscopische verschijnselen verklaren met wat er gebeurt op atomaire schaal. Met behulp van wiskundige symbolen kun je daar ook aan rekenen. Apotheker tekent dat als volgt uit:



de relatie tussen wiskunde en micro- en macroverschijnselen in de chemie

Zowel voor de micro- als de macrowereld kun je wiskundige relaties opstellen.

Bijvoorbeeld voor de ionisatie-energie IE:
$$IE = \int_{r_a}^{\infty} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Z_{eff}}{r^2} dr$$

(met r_a de straal van het atoom, ϵ_0 de permeabiliteitsconstante in vacuüm, Z_{eff} de effectieve kernlading en r de afstand)

of voor de kinetiek van een reactie:
$$\frac{d[]}{dt} = k []$$

(met t de reactietijd, k de reactieconstante en $[]$ de concentratie van de reactanten).

“De transfer van wiskunde naar scheikunde is lastig voor leerlingen”, is Apothekers ervaring. “Meestal leggen ze zelf de link niet. Het kan helpen om ze te vragen hun wiskundeboeken mee te nemen in de scheikundeles. Dat is vaak een eyeopener.”



de Nieuwe Scheikunde-module 'Ecoreizen bv'

Vervoersmiddel	Brandstof	Formule	Snelh. ¹	Verbr. ²	Dichth. ³	Max.h. ⁴
Fiets	Glucose	$C_6H_{12}O_6$	20	250,0	1,58	10
Auto	Benzine	C_7H_{16}	95	18,3	0,72	10
Auto	Bioethanol	C_2H_5OH	95	15	0,80	10
Bus	Diesel	C_8H_{18}	70	33,0	0,82	17
Trein	Kolen / Elektriciteit	C	100	32,6	3,50	22
Boot	Stookolie	$C_{10}H_{22}$	65	61,5	0,95	22
Vliegtuig	Kerosine	C_9H_{20}	750	7,6	0,90	19

1 Gemiddelde snelheid van het voertuig in km/uur

2 Verbruik van het voertuig in [pers*km]/L [=aantal km dat 1 persoon kan reizen per liter brandstof]

3 Dichtheid van de brandstof in kg/L

4 Aantal uur dat je maximaal op één dag met dit vervoersmiddel kunt reizen

een aantal parameters die leerlingen in hun berekeningen mee moeten nemen

In Ecoreizen kiezen leerlingen zelf een combinatie van vervoermiddelen voor hun wereldreis. Aan de hand van hun keuze berekenen ze het energieverbruik en de CO_2 -productie voor hun geplande reis. Wat is het verschil als je veel vliegt of juist veel met de trein of boot reist? Wat is het effect als je een paar etappes fietst? De af te leggen afstanden, brandstofverbruik, rendementen, CO_2 -uitstoot: het zijn belangrijke parameters die ze in hun vergelijking mee moeten nemen. “In feite berekenen ze 10x hetzelfde”, aldus Apotheker. “Ze passen iedere keer iets aan en berekenen het opnieuw. Na verloop van tijd komen ze erachter dat ze steeds hetzelfde doen. Als ze op dat punt zijn beland, kunnen ze ook een Excel-sheet voor hun probleem opstellen.”

Maatschappelijk relevant

De modules van Nieuwe Scheikunde zijn gebaseerd op het 5-e-model. Een startopdracht appelleert aan al aanwezige kennis en prikkelt de nieuwsgierigheid (engage). Daarna wordt onderzocht welke chemische vragen dit oproept (explore). Er volgt een uitleg over wat je ziet (explain) en de stof wordt uitgebreid naar aanverwante onderwerpen (elaborate). Afsluitend wordt gekeken naar wat er is gedaan en geleerd en wordt een brug geslagen naar een volgende lesmodule (evaluate). De praktijk biedt volop aanknopingspunten voor lesmodules: van reizen tot de opslag van energie en de toepassing van kunstmest. “Een redoxreactie of de oplosbaarheid van een stof blijkt dan ineens maatschappelijk relevant”, aldus Apotheker. “De lesmodules worden ontwikkeld door docenten, maar er werken ook bedrijven aan mee. Zij stellen hun kennis en praktijkinformatie beschikbaar zodat het lesmateriaal een goede afspiegeling is van de praktijk.” Twee vliegen in één klap dus: de modules behandelen de verplichte examenstof en laten iets zien van de impact van scheikunde op de wereld om ons heen.

“Een redoxreactie of de oplosbaarheid van een stof blijkt dan ineens maatschappelijk relevant”

In het Europese project *Irresistible* is Apotheker nauw betrokken bij verdere ontwikkelingen op onderwijsgebied. Dit project richt zich op *Responsible Research and Innovation (RRI)*. Een van de speerpunten is de combinatie van formeel leren (op school) en informeel leren (op straat, op festivals, in musea enzovoort). De deelnemende landen werken thematische lesmodules uit over onderwerpen zoals gezond oud worden, hernieuwbare energie, klimaatverandering en nanotechnologie. “In de eerste fase van het project zijn ook leerlingen betrokken”, vertelt Apotheker. “Zij ontwerpen objecten voor een tentoonstelling over het project. De dingen die ze bedenken zijn opvallend creatief en kwalitatief hoogstaand.” Bètawetenschappen spelen een belangrijke rol in ons leven. Er komt steeds meer lesmateriaal beschikbaar dat daar op inspeelt.

Het lesmateriaal van 'Ecoreizen bv' vindt u op: <http://nieuwescheikunde.nl/Publicaties/Lesmodulen/Ecoreizen/>.

Op <http://www.irresistible-project.eu/index.php/en/> vindt u meer informatie over het *Irresistible*-project.

Via <http://www.rug.nl/sciencelinx/sciencelinx/> kunt u zich aanmelden voor een interactieve rondleiding door het science center van de Rijks Universiteit Groningen.