

Een rondje reke



NEMO, het groene vlaggenschip van Amsterdam.

VINCENT JONKER

Hoeveel rekenen-wiskunde is er te vinden in het Amsterdamse Science Center?

Monica Wijers en Vincent Jonker vroegen zich af wat NEMO te bieden heeft op het gebied van rekenen-wiskunde. Hierna volgen hun ontdekkingen.

'NEMO, het Nederlandse Science Center, is een unieke plek in Amsterdam', beweert de website van NEMO. 'Er zijn vijf verdiepingen vol wetenschappelijke en technologische ontdekkingen ... Science-center NEMO is dé plek om spelenderwijs bezig te zijn met wetenschap en technologie.' 'Doen ze in NEMO ook aan rekenen en wiskunde?' vroegen we ons af. Tijdens ons bezoek kwamen we tot de volgende conclusie: Als je iemand bent die altijd overal rekenen en wiskunde in ziet, zal dat in NEMO ook wel lukken. Er zijn genoeg aanknopingspunten, maar ze liggen er niet dik bovenop. Kijk maar eens met ons mee!

De buitenkant

Lopend van Amsterdam CS naar NEMO werden we meteen getroffen door de bijzondere vorm van het gebouw. Het lijkt een schip, een groen schip.

Aanvankelijk hadden we het schip volledig in beeld, maar toen we dichterbij kwamen verdween het soms achter de huizen. Maar wie doorloopt ziet NEMO even later weer opduiken, nog groter dan het op afstand al leek en met meer details. Wij herkennen hier kijkmeetkunde.

Ook de plattegronden van de verschillende verdiepingen, 'dekken' genoemd, van NEMO brachten ons op wiskunde-ideeën. Wat denkt u, past zo'n plattegrond (schaal 1:100) op een A-viertje?

Dek 1: Waanzinnige wonderlijke wetenschap

Nog voordat we binnen zijn, op de eerste verdieping van NEMO, zien we al een wiskundig spelletje: de torens van Hanoi. Deze toren bestaat uit een aantal ronde schijven die om een pin gestapeld zijn. Hoe kun je de toren verplaatsen

naar een andere pin, als je alleen kleinere schijven van de toren op grotere mag stapelen, je de schijven alleen een voor een mag verplaatsen en er maar drie pinnen zijn om de schijven omheen te leggen? Dit vereist wat wiskundig redenerwerk, al kom je er met een kleine toren ook wel uit door verstandig proberen. Lukt het ook in zo min mogelijk zetten? (Zie afbeelding 1)

Als je dit spel op de computer wilt spelen ga dan naar: <http://www.mazeworks.com/hanoi/>. Speel het bijvoorbeeld eens met 12 schijven! Iets wat je niet zelf zult uitvoeren, maar waar je met plezier naar zult kijken! Onderzoek dan ook eens hoe het minimale aantal nodige zetten afhangt van het aantal schijven. Ontdek je de regelmaat?

Binnen worden we meteen naar de 'kettingreactie' getrokken. Oorzaak en gevolg in beeld gebracht als een spectaculaire ketting van reacties: een rijdende auto (zie afbeelding 2), omvallende blokken, een baksteen door een natte krant, een skippybal die gevaarlijk dicht naar het publiek vliegt.... kortom, actie en reactie in adembenemende snelheid.

Wat zou het leuk zijn om zo'n opstelling in je eigen lokaal na te bouwen! Met eenvoudige materialen kun je al de meest spectaculaire oorzaak-gevolg-stellages inrichten. De grote vraag is natuurlijk wat dit met rekenen-wiskunde te maken heeft. Sta daar niet te lang bij stil, want het is een fantastische activiteit, gewoon doen!

De spiegel die we even later tegenkomen daagt in ieder geval wel uit tot meetkundig redeneren. (zie afbeelding 3). Hoe kunnen we ervoor zorgen dat we in de spiegel 'heel' zijn? En hoe komt het dat het lijkt alsof we zweven (let op de schaduw)? Het gaat hier om ervaren, verklaren en redeneren. Er liggen ook kleine spiegel-teken-opdrachten. Daarmee kun je mooie ontdekkingen doen over symmetrie en patronen.

nen in NEMO

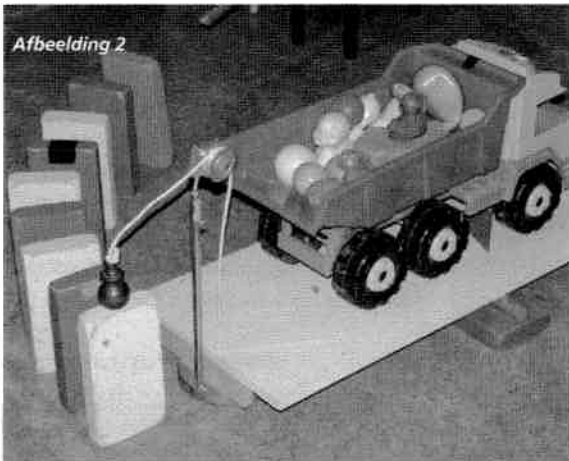
Afbeelding 1



VINCENT JONKER

Een jongen bouwt de Torens van Hanoi.

Afbeelding 2



VINCENT JONKER

In NEMO kun je getuige zijn van spectaculaire kettingreacties.

Afbeelding 3



VINCENT JONKER

Een spiegel die je 'heel' kan maken en kan laten zweven.

Kun je jezelf aan een touw ophijsen? Met katrollen lukt het! Kijk maar naar afbeelding 4. Een meisje zit op een stoeltje en met behulp van vijf katrollen hijst ze zichzelf moeiteloos omhoog. Een heel bijzonder gezicht. Dat willen we ook wel eens ervaren. We ontdekken al snel: hoe meer katrollen, hoe makkelijker het is om jezelf op te hijzen.

De katrollen hangen om en om, hoog en laag. In de uitleg staat dat alleen de hoge katrollen (die bij het plafond) meetellen: 'Tel het aantal katrollen (alleen die bij het plafond). Met 2 katrollen is $\frac{1}{3}$ van de kracht nodig, met drie katrollen $\frac{1}{5}$.' Kunnen we nu voorspellen hoeveel kracht er nodig is voor 10 katrollen? Dat betekent dus: 10 hoge katrollen + 9 lage katrollen is samen 19 katrollen. Dat is dus $\frac{1}{19}$ van de kracht. Dan is ophijzen echt een makkie! Zo kun je met een sterk touw wel een olifant optillen. Bij de katrollen valt dus wel een beetje rekenwerk te doen.

Dek 2: De ballenfabriek

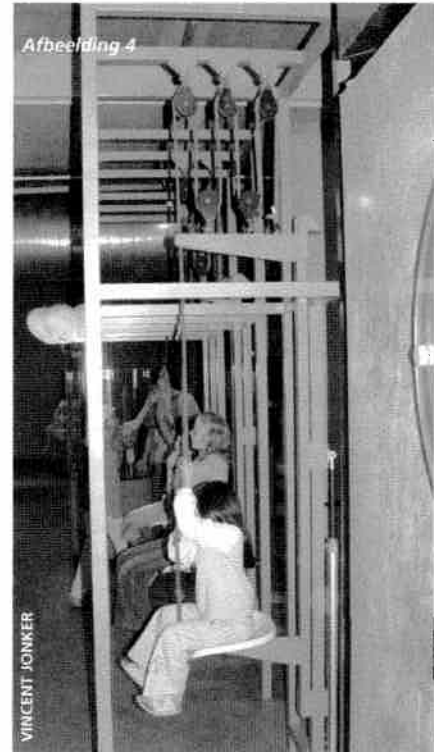
Een gigantische ballenfabriek beslaat een heel groot deel van Dek 2 van Nemo. Via allerlei verschillende methoden (wegen, groottes vergelijken) en mechanismen worden ballen in een fascinerende 'lopende-band-fabriek' geselecteerd, samengenomen, doorgestuurd, enzovoort.

Op verschillende plekken bij deze stellage is het mogelijk om zelf het 'fabrieksproces' te beïnvloeden via de controleapparatuur op de 'orderstations'. (Zie afbeelding 5)

Je krijgt een bestelling of 'order' op het beeldscherm en moet de juiste ballen bij elkaar zoeken. Om dat te doen moet je sorteren op kleur, gewicht en grootte. Meet- en weegapparatuur is voorhanden. Het is wel even wennen aan de codes op de beeldschermen, en ook moet je de apparatuur leren kennen, maar na enige tijd ben je een volwaardig werknemer van deze fabriek en kun je productie draaien.

Bij de tandwielenopstelling op Dek 2 speelt wiskundig redeneren een belangrijke rol. Door een slimme tandwielenconstructie te maken kun je de schildpad laten winnen van de haas. Het is een kwestie van de juiste versnellingsbak bouwen. Tandwielen en verhoudingsgetallen kunnen ook heel makkelijk in de klas tijdens de reken-wiskundeles aan de orde komen. In een experiment van RekenWeb is een uitdagend TandwielSpel ontwikkeld (zie elders in *Volgens Bartjens*). Rekenen met tandwielen is leuk en leerzaam.

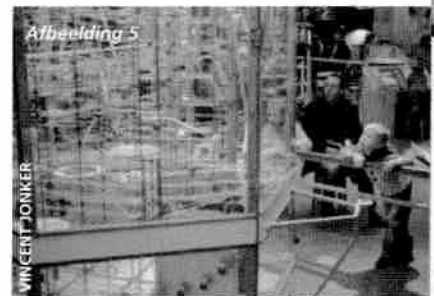
Afbeelding 4



VINCENT JONKER

Met behulp van katrollen kun je jezelf omhoog hijzen.

Afbeelding 5



VINCENT JONKER

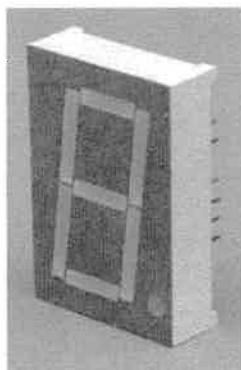
Ballen sorteren, samen nemen en doorsturen in de ballenfabriek.

Dek 3: You me electricity!

Op Dek 3 kunnen we ons rekenhart ophalen. Op dit dek staan allerlei elektrotechnische opstellingen die te maken hebben met communicatie. Hoe werkt de mobiele telefoon, MSN, enzovoort? Hoe kun je communiceren met 'enen en nullen'? Er is een prachtig apparaat waarmee je met behulp van schakelaars (stand 0 of stand 1) allerlei woorden kunt maken. Elke letter wordt opgebouwd uit 8 enen en nullen. Behalve alle hoofdletters en kleine letters kun je zo ook een spatie en een punt maken. Dat zijn twee keer 26 plus nog twee, dus in totaal 54 verschillende 'tekens'. De codes voor elk teken staan op het bedieningspaneel. Na enige tijd lukt het ons om hier enige structuur in te herkennen. Dat roept weer allerlei vragen op: Zijn alle mogelijke codes eigenlijk gebruikt? Zouden we met de acht schakelaars nog een code voor een uitroepteken kunnen bedenken? En kunnen we de cijfers ook nog maken? Zouden we ook met zeven schakelaars de codes voor alle letters kunnen maken? Wie er oog voor heeft, wordt hier stevig aan het denken gezet.

Bij dit onderwerp over computertaal heeft NEMO fantastisch lesmateriaal voor groep 7 en 8 van de basisschool gemaakt onder de naam 'Studio Bits & Co'. Dit materiaal is eenvoudig te downloaden en volgens ons uitstekend te gebruiken voor rekenen-wiskunde in de klas. Verder is ter plekke NEMO's codeboek voor 8-12-jarigen te koop, met nog veel meer interessante codes.

Op Dek 3 bevindt zich ook de LED (light emitting diode), een uitvinding uit het begin van de jaren zestig. LED is in het dagelijks leven op menig display terug te vinden. Zo worden heel wat mensen 's morgens gewekt door een LED-wekker. Met een LED met 7 lijntjes, die allemaal of aan of uit kunnen, kun je al heel veel verschillende cijfers en letters maken. Nog mooier wordt het als je werkt met een LED met 14 lijntjes. (zie afbeelding 6).



Afbeelding 6

Een LED met 7 lijntjes biedt al veel mogelijkheden om cijfers weer te geven, maar met 14 lijntjes wordt het nog mooier!



We maakten speciaal bij dit artikel enkele werkbladen en een interactief spelletje met de LED op het Rekenweb. Deze zijn ook te vinden op www.volgens-bartjens.nl.

De andere dekken

De tijd begon te dringen dus we hebben maar kort gekeken op Dek 4 waar de hersenen en de geest centraal staan en je allerlei psychologische en andere testjes kunt doen, ook op de computer. Tenslotte bezochten we nog even Dek 5. Daarvoor moet je het dak op! Daar hadden we het mooiste uitzicht op Amsterdam dat je je maar kunt wensen en zo kwamen we weer terug bij de kijkmeetkunde!

Nog even achterom kijken.

En... wat vonden we van ons rondje rekenen in Nemo? Het heeft toch wel een rijke oogst aan rekenen-wiskunde opgeleverd, al was het even zoeken tussen alle andere interessante proefjes, opstellingen, constructies en activiteiten. Wij raakten in ieder geval geïnspireerd en we hopen dat dat voor veel leerkrachten en hun leerlingen ook zal gelden. De verwijzingen aan het eind van dit artikel kunnen daarbij helpen, maar het leukste is natuurlijk om gewoon zelf naar NEMO te gaan!

De auteurs zijn werkzaam op het Freudenthal Instituut

Verwijzingen

Website van NEMO, <http://www.e-nemo.nl>

Techplek: diverse materialen onder andere met tandwielen, www.rekenweb.nl/techplek

LED zelf maken. Op het Rekenweb vindt u een computerspel en werkbladen, <http://www.fi.uu.nl/toepassingen/03171/leerling.html> Deze zijn ook te vinden op www.volgens-bartjens.nl

Moeten de tafels nog wel 'gestampt' worden?

Vroeger was het heel normaal: rijen tafels moesten we leren. Bij ons thuis gebeurde dat onder de afwas, dan had je toch niets beters te doen. Ik hoor me nog opdreunen: $1 \times 6 = 6$, $2 \times 6 = 12$, $3 \times 6 = \dots$. Saai, maar het werkte wel. Nog steeds heb ik alle producten van de tafels in mijn hoofd paraat. In het huidige realistische reken-wiskundeonderwijs komt het opdreunen nagenoeg niet meer voor. Kinderen leren tegenwoordig wel hoe ze met allerlei handige strategieën de (deel)tafels snel kunnen oplossen. Inzichtelijk en snel strategiegebruik is natuurlijk belangrijk, maar het is ook nodig dat kinderen op een gegeven moment antwoorden op vermenigvuldigingen snel, zonder belasting van het werkgeheugen, kunnen vinden in hun hoofd. Ze moeten antwoorden op simpele tussenopgaven paraat hebben om de grote lijn in moeilijke sommen goed vast te kunnen houden. Onder simpele tussenopgaven versta ik het optellen en aftrekken tot en met 20 en de tafels en deeltafels tot en met 10. In plaats van het 'ouderwetse' opdreunen, zijn er nu allerlei spelletjes waarmee leerlingen het belangrijke basismateriaal in hun hoofd kunnen prenten. Denk

bijvoorbeeld aan het gebruik van dobbelstenen (liefst 10-zijdig, maar gewone dobbelstenen zijn ook geschikt), waarbij de twee getallen op de dobbelsteen opgeteld, afgetrokken of vermenigvuldigd moeten worden. Of het gebruik van kaartjes met getallen erop, die één voor één omgedraaid moeten worden, waarna er bewerkingen met de getallen uitgevoerd moeten worden. Flitskaartjes kunnen ingezet worden, met aan de ene kant de som en aan de andere kant het antwoord. Op deze manier zijn de uitkomsten goed te controleren. Voorwaarde bij alle spelletjes is dat er een tijdsaspect aan verbonden is, zodat het echt om de snelheid gaat. Hiervoor kun je gebruik maken van een zandloper en een scorekaart waarop steeds het aantal sommen binnen de tijd gemaakt moet worden. Of een stopwatch met scoregrafiek, waarop bijgehouden kan worden hoe het tempo van de leerling vordert. Voor meer voorbeelden is er onder andere het Remediërend Rekenpakket Automatiseren van de Zuid-Vallei, onderdeel van Giralis, (www.remediëring.nl).

Jolanda Jager-van Eck

veelgestelde
VRAGEN