



Universiteit  
Utrecht

# NWD29

## Noordwijkerhout

### 14 & 15 april 2023

Freudenthal Instituut





Met trots presenteren wij u het programma voor alweer de 29e Nationale Wiskunde Dagen. Ook dit jaar heeft de programmacommissie weer mooie thema's uitgewerkt. Een kleine greep uit de thematitels; Toegepaste wiskunde, Wiskunde op het Podium, Patronen, Logica, ...

Voor de plenaire lezingen een drietal sprekers die elk op eigen wijze hun liefde voor de wiskunde met ons delen. Margot Gerritsen, een Nederlandse wiskundige werkzaam aan de Stanford University, waar zij rekt aan modellen van oceaanstromingen en bosbranden, maar ook aan verbrandingsprocessen in de industrie. Naast haar aanstelling aan de universiteit van Stanford is Margot ook oprichter van Women in Data Science. Zij wordt geëerd vanwege haar veelzijdigheid in de wiskunde met een fijne neus voor aansprekende onderwerpen. Op vrijdagavond ontvangen we op veler verzoek James Grime. James is werkzaam aan de University of Cambridge, maar wij kennen hem beter van Numberphile en zijn eigen YouTube kanaal 'the singingbanana'. Met zijn video's, publieke lezingen en ander werk hoopt James aan kinderen en het grote publiek uit te leggen waarom hij zo van zijn wiskunde houdt. Marcus Du Sautoy, hoogleraar in Oxford, verzorgt de openingslezing. Marcus is bekend geworden met zijn boeken op het gebied van het populariseren van wiskunde. Hij schrijft voor The Times en The Guardian en presenteerde de BBC-reeks The Story of Maths en Horizon. Een aantal van zijn boeken zijn ook vertaald in het Nederlands, zoals Het symmetriemonster (Finding Moonshine). Tijdens zijn lezing gaat hij in op zijn nieuwste boek Better Thinking, the art of the shortcuts. De Nederlandse vertaling hiervan zal komend jaar vers van de pers op de NWD worden aangeboden.

Naast de plenaire lezingen en de parallelsessies zijn er ook dit jaar weer leuke, actieve en inspirerende activiteiten in de wandelgangen. Met de gebruikelijk spelletjesavond, wisquiz en Mathsjam hopen we uw hersenen te doen kraken, bij de funrun wordt u fysiek uitgedaagd een nieuw persoonlijk record te zetten. Maar bovenal is er volop gelegenheid om in gesprek te komen met collega's.

Wij wensen u alvast veel voorpret bij de keuze van uw persoonlijke programma.



### **De organisatie van de NWD**

Joke Daemen, Saskia Klaasing, Anna Shvarts en Mariozee Wintermans

4

PS Met dank aan Tom Goris die voor ons de poster ontwierp. Hij liet zich inspireren door de shortcuts van Marcus Du Sautoy.



## Organisatorische mededelingen

De Nationale Wiskunde Dagen vinden plaats in NH De Leeuwenhorst te Noordwijkerhout (Langelaan 3). U bent op vrijdagochtend 14 april 2023 welkom vanaf 9:00 uur. Vanaf dan kunt u zich aanmelden en uw spullen kwijt in de daartoe aangewezen bagagekamers. Vanaf de lunch kunt u uw kamersleutel ophalen bij de receptie van NH De Leeuwenhorst. Achterin dit boekje vindt u een plattegrond van NH De Leeuwenhorst.

### Busservice

Voor de treinreizigers is er een busservice geregeld. Er rijdt een extra bus naar De Leeuwenhorst. Deze vertrekt om 10:05 uur vanaf station Leiden – uitgang Centrum. Let op: dit is niet de reguliere Leeuwenhorst Express. Zaterdagmiddag na de lunch kunt u met de bus terug naar station Leiden. De buskaart (retour à 7,50 euro) koopt u in NH Leeuwenhorst bij het secretariaat van de NWD (Boston 10).

### Inschrijving werkgroepen

Voor alle parallelsessies (blok 1 t/m 4) dient u zich van te voren in te schrijven via de link die u ontvangt via e-mail. Op uw badge, die u bij aankomst op de conferentie ontvangt, kunt u zien of u geplaatst bent in de sessie van uw keuze.

### Lezingen en zalen

Alle plenaire lezingen zijn in het Atrium. De zaalindeling van de parallelsessies vindt u in dit programmaboekje en in de NWD-2023 app.

### NWD secretariaat

De NWD heeft haar secretariaat in Boston 10, vanaf de hoofdingang links. Hier is vrijwel continu iemand aanwezig voor al uw vragen en opmerkingen. De organisatie is te herkennen aan de shirts met NWD-logo.

### Overige activiteiten en mededelingen

Op de NWD gebeurt veel! Achterin dit boekje geven we u een overzicht van onze extra activiteiten.

Voor de drankjes bij de borrel, het diner en later op de avond kunt u munten kopen vanaf 17:00 uur bij de daarvoor bestemde NH-balie. U kunt daar pinnen en contant betalen. Eventuele overige aankopen (bijv. op de informatiemarkt) dient u contant te betalen (in De Leeuwenhorst is geen geldautomaat). Ontbijt, lunches en diner vinden plaats in de restaurants. U kunt hier zelf een plekje zoeken.

## Programmaoverzicht NWD29

De NWD heeft drie plenaire lezingen en vier blokken met parallelsessies. In de binnenpagina's van dit boekje beschrijven we alle lezingen en workshops.

vrijdag 14 april 2023

09:00 uur	Incheckbalie opent
11:00 uur	Opening
11:30 uur	Plenaire lezing: Marcus Du Sautoy
12:30 uur	lunch
13.45 – 14:30/14:45 uur	<b>blok 1</b>
15:15 – 16:45 uur	<b>blok 2</b>
17:00 – 18:00 uur	Borrel
18:15 uur	Diner
20:15 – 21:00 uur	Plenaire lezing: James Grime
21:30 – 0:30 uur	Avondprogramma

zaterdag 15 april 2023

7:00 uur	Funrun
7:30 – 9:00 uur	Ontbijt
9:15 – 10:00/10.15 uur	blok 3
10:30 – 11:15 uur	<b>blok 4: Semi-plenair</b>
11.45 – 12.30 uur	<b>Plenaire lezing: Margot Gerritsen</b>
12:30 – 13:00 uur	Sluiting
13:00 uur	Lunch

## Overzicht thema's

Bijna alle lezingen en workshops in blok 1 t/m 4 vallen binnen een thema. Voor de herkenbaarheid heeft elk thema zijn eigen symbooltje. Nu volgt een beschrijving van de thema's, met hun bijbehorende symbool.



### Wiskunde op het podium

Wiskunde kan voor leerlingen soms een drama zijn, maar op de NWD maken we er een blijspel van. Wat Jan Beuving kan, kunnen wij ook. Er is laagdrempelige theatersport waarin iedereen in creatieve opdrachten gelijktijdig zijn wiskunde- en zijn acteertalent kan laten zien. Je kunt ook in de huid van een historische wiskundige kruipen en in een toneelstuk ervaren hoe eeuwen geleden in China de algebra een stap verder werd gebracht. Wie het optreden liever aan anderen overlaat kan als zichzelf meedenken over het probleem van een optimale zaalbezetting. Welke rol je ook kiest: wiskunde is altijd een meeslepend theaterstuk.



### Computationeel denken, algoritmen en big data

“Computationeel denken”, wat is dat eigenlijk? Denken als een computer? Maken dat een computer doet wat je wilt? Hoe verhoudt het zich tot wiskundig denken? Hoe kunnen leerlingen “computationeel” gaan denken, en hoe kan dat binnen wiskundelessen? Didactici geven een overzicht. Zullen we jongeren leren programmeren in Python, en hoe en wat dan? We hebben er een praktische workshop over. Is computationeel denken niet van alle tijden; gaat de meetkunde van Euclides over bewijzen, of zijn de bewijzen eigenlijk een programma van instructies voor een constructieproces? Een historicus laat het ons zien.



### Blikwisselingen

Soms wordt iets wat ondoorzichtig is plotseling duidelijk door er op een heel andere manier naar te kijken. Bij dit thema komen in workshops en lezingen een aantal voorbeelden langs, zoals: met dualiteit kegelsneden begrijpen, complexe getallen gebruiken om iets over priemgetallen te zeggen, met Fourier-dualiteit geluid van ruis scheiden, en resultaten in de wiskunde bewijzen met methodes uit de natuurkunde.



### Wiskunde en architectuur

Architectuur en wiskunde ontmoeten elkaar op het raakvlak van kunst en wetenschap. Zoals de wiskunde uitspraken doet over patronen en verhoudingen, zet de architect deze in om ruimte en ontmoetingen te creëren. Zo kennen we de koepel, piramide en regelmatige veelvlakken met bijzondere constructieve en esthetische eigenschappen. En wat dacht u van de eigenschappen van de in Nederland zo populaire baksteen? Het zal blijken dat haar verhoudingen veel invloed hebben op de afmetingen van onze huizen en de verschillende patronen waarmee je bakstenen kunt inzetten. In dit thema zullen vele architectonische hoogtepunten de revue passeren, maar zal iedereen ook worden uitgedaagd om zelf met elementaire vormen aan de slag te gaan.



## Logica

Logica vormt de basis van wiskundige bewijzen. In deze themalijn, die samengesteld is in samenwerking met de VvL (de Nederlandse Vereniging voor Logica & Wijsbegeerte der Exacte Wetenschappen) komen verschillende aspecten van logica aan bod.

Een interessant bewijs wordt in het zonnetje gezet: het is dit jaar namelijk 150 jaar geleden dat Cantor de overaftelbaarheid van  $\mathbb{R}$  bewees. Als wiskundige wil je eigenlijk graag alles dat waar is ook kunnen bewijzen, maar in de loop van de tijd vond de blikwisseling plaats van proberen alle ware beweringen te bewijzen naar: bewijzen dat dat niet kan. Maar ook de logica zelf komt aan bod, in een workshop over een wiskunde-D-module, waarin ook aandacht zal zijn voor een heel bijzonder soort logica: de intuïtionistische.



## Wiskunde en origami

Origami is de kunst van het vouwen met papier om de prachtigste creaties te maken. Maar naast het feit dat het mooi is en fijn om met je handen iets te vouwen, is origami ook heel geschikt om wiskundige concepten mee uit te leggen. Bovendien heeft het toepassingen bij allerlei technologische uitdagingen en zelfs de natuur blijkt origami-achtige technieken te gebruiken. In dit thema laten we voorbeelden zien van origami in de wiskundeles bij onderwerpen als breuken, functies en meetkundige plaats. Ook is er aandacht voor wiskundige kunst, die naast het vouwen ook met knippen en plakken wordt gemaakt. Het ruimtelijk inzicht wordt door het maken van deze kunstwerken flink aangesproken. En wat denkt u van origami bij het vouwen van eiwitten en DNA-ketens? Kortom, dit thema zal een kleurrijk palet uit de wereld van origami bieden.

8



## 3D

Wiskunde is een wereld van abstracte concepten, maar om deze goed te begrijpen is het vaak interessant om iets concreet in je handen te hebben. In dit thema ontdek je de mogelijkheden om je lessen op te fleuren met 3D-modellen. Je leert over verschillende manieren om veelvlakken zoals kubussen en dodecaëders te maken en hoe je 3D-printers en maker-places kan gebruiken om modellen van oppervlakken of andere driedimensionale figuren te vervaardigen.



## Van NWD tot lesontwerp

Als u vaker op de NWD geweest bent, dan herkent u vast het gevoel: Hoe kan ik mijn leerlingen iets laten ervaren van die mooie en originele toepassingen van de wiskunde? De NWD is natuurlijk vooral een inspiratiebron voor docenten. In dit thema gaan we die inspiratie omzetten in lessen voor leerlingen van brugklas tot eind vmbo, havo en vwo. Daarvoor nodigen we een aantal werkgroepeliders uit van vorige edities van de NWD, maar zullen we ook aan de slag gaan met kansrijke bijdragen van deze NWD. In dit thema mikken we op (bijna) kant-en-klare lessen rond bijzondere onderwerpen die normaal in de les weinig aandacht krijgen, zodat leerlingen ook zien dat wiskunde leeft en meer is dan werken met kwadratische vergelijkingen en functies in één variabele. Daarbij worden NWD-onderwerpen verdiept en passeren diverse ontwerp-strategieën



de revue. Dit thema wordt verzorgd door ervaren redacteuren, die samen 60 jaar Pythagoras-ervaring hebben!



### **Toegepaste wiskunde**

Stel je bent een havo-leerling met een passie voor wiskunde. Of een vwo-leerling met diezelfde passie, maar je wilt geen academische opleiding volgen. Deze leerlingen krijgen dan vaak te horen dat er niet veel andere keuze is dan wiskundedocent worden, waar overigens helemaal niets mis mee is. Maar... als werken in het onderwijs je niet zo aantrekkelijk lijkt, wat dan wel?

Dan zijn er de hbo-opleidingen 'Toegepaste Wiskunde'. Daar zijn er vijf van: op NHL Stenden Hogeschool, de Haagse Hogeschool, Hogeschool Inholland, Fontys Hogescholen en de Hogeschool van Amsterdam. In dit thema laten de vijf hogescholen de diversiteit van de opleidingen zien middels voordrachten over de verschillende richtingen die de opleiding 'Toegepaste Wiskunde' omvat, zoals actuariaat, logistiek, operations research en data science.



### **Wiskunde en de zee**

In de nacht van 1 op 2 januari 2019 verloor containerschip MSC Zoe 342 containers boven de Waddeneilanden. Wat ging er mis en hoe kan wiskunde helpen om zo iets te voorkomen? Kun je voorspellen hoe zandbanken zich bewegen in de Noordzee? Hoe moet je navigeren op de bolvormige aarde met een platte kaart? En wat voor wiskunde zit er allemaal verstopt in een scheepsschroef? In deze themalijn zul je verrast worden door de antwoorden op deze vragen.



### **Wiskunde en voedsel**

We kunnen in Nederland erop vertrouwen dat het voedsel dat wij kopen veilig is. Er zijn genoeg regels om de gezondheid van mensen en dieren te beschermen en de NVWA controleert dat. Maar hoe vanzelfsprekend is dat nog in een maatschappij die gedreven wordt door efficiëntie van productieprocessen; bestrijdingsmiddelen, plastic verpakkingen, ...

Met wiskundige modellen kunnen we de ontwikkeling van de kwaliteit volgen en beheersen.



### **Eenvoud en complexiteit**

Bij de tentoonstelling van Imaginary konden we wiskunde, omgezet in prachtige plaatjes, ontdekken. Dit kan door te starten met ogenschijnlijke eenvoudige wiskunde en deze om te zetten in grafische afbeeldingen. Fractalen zijn daar mooie voorbeelden van. In deze themalijn zien we hoe we wiskundigen op creatieve manier spelen met eenvoudige wiskundige structuren, getallen en objecten en zo komen tot mooie, nieuwe, soms complexe resultaten. Maar ook omgekeerd hoe fenomenen ons dagelijks leven door relatief eenvoudige wiskunde kunnen worden beschreven. Ook Margot Gerritsen zal daar in haar plenaire lezing op ingaan.



## Baanbrekend onderzoek: Fieldsmedailles 2022

Wat de Nobelprijzen zijn in andere takken van de wetenschap, zijn de zogenaamde Fieldsmedailles voor baanbrekend onderzoek in de wiskunde. Ze worden elke vier jaar uitgereikt tijdens het International Congress of Mathematicians, doorgaans aan twee tot vier wiskundigen. De afgelopen uitreiking vond plaats in 2022. De regels schrijven voor dat de winnaars onder de veertig (!) zijn en volop actief in de wiskunde. Het werk van Fieldsmedaillewinnaars betreft bijvoorbeeld het oplossen van belangrijke openstaande problemen, vaak door verrassende nieuwe wegen in te slaan en door het combineren van verschillende wiskundige deeldisciplines. In de presentaties komen op een toegankelijke manier de gebieden aan bod waarin de prijzen deze keer vielen en wordt uitgelegd wat het werk van de winnaars zo bijzonder maakt.



## De docentenworkshop

Ook dit jaar was er een wedstrijd voor docenten om zelf op de NWD een workshop te geven. Uit alle inzendingen zijn vijf docenten verkozen tot winnaar: Margot Rijnierse, Erik van Barneveld met Peter Kop, Henk Reuling en Chris Kooloos.



## Moeilijke lezing

Is er gevorderde wiskunde uit de bovenbouw of begin van het vervolgonderwijs nodig voor het volgen van de lezing/workshop, dan geven we dit aan met het hiernaast afgebeelde icoon.

45 Duur workshop/lezing

60 Duur workshop/lezing

90 Duur workshop/lezing

## Plenaire lezingen

Marcus Du Sautoy | Universiteit van Oxford

Marcus Du Sautoy, hoogleraar in Oxford, verzorgt de openingslezing. Marcus is bekend geworden met zijn boeken op het gebied van het populariseren van wiskunde. Hij schrijft voor *The Times* en *The Guardian* en presenteerde de BBC-reeks *The Story of Maths* en *Horizon*. Tijdens zijn lezing gaat hij in op zijn nieuwste boek *Better Thinking, the art of the shortcuts*. De Nederlandse vertaling hiervan zal dit jaar vers van de pers op de NWD worden aangeboden.

James Grime | University of Cambridge

Op vrijdagavond ontvangen we op veler verzoek James Grime. James is werkzaam aan de University of Cambridge, maar wij kennen hem beter van Numberphile en zijn eigen YouTube kanaal 'the singingbanana'. Met zijn video's, publieke lezingen en ander werk hoopt James aan kinderen en het grote publiek uit te leggen waarom hij zo van zijn wiskunde houdt.

**Wat doet ze nou? Waar een wiskundige allemaal in verzeild kan raken.**

Margot Gerritsen | Stanford University California

De afsluiting wordt Margot Gerritsen. Zij volgde haar opleiding in technische wiskunde in Delft. Na wat omzwervingen in de VS en Nieuw Zeeland werd Margot hoogleraar op Stanford University in California. Ze kreeg haar passie voor wiskunde op de middelbare school, met name in lineaire algebra. Haar eerste liefde is het maken van computersimulaties van alles wat stroomt: de lucht, de oceaan, vloeistoffen in de aarde. Deze passie leidde zo'n 20 jaar geleden tot haar werk aan een vliegende replica van een pterosaur voor National Geographic, het gekste project waar ze ooit aan werkte. Margot kijkt er erg naar uit om enkele bijzondere projecten in het fascinerende gebied van de toegepaste wiskunde en datawetenschappen met ons te delen.





**Blok 1** vrijdag 13:45 –14.30/14.45 uur



### Theatersport in het onderwijs

**Vincent van Noort en Jus Roelofs** | Nederlands Kanker Instituut - Antoni van Leeuwenhoek en Hogeschool Marnix Academie

60

In deze workshop gaan we aan de slag met spelvormen uit de theatersport, een vorm van improvisatietheater. Bij improvisatietheater (bekend van o.a. de Lama's en De Vloer Op) maak je theater zonder vooraf afgesproken tekst of verhaal. Door goed naar elkaar te luisteren en mee te gaan met het spel van de ander maak je samen mooie, grappige en emotionele scènes. In deze workshop leren we verschillende vormen en technieken om dit te doen. De spelvormen die we doen zijn ook geschikt om met leerlingen te doen. Andere vaardigheden die bij improvisatie belangrijk zijn, zoals 'in het moment zijn' komen ook van pas in onderwijs. Daarnaast we gaan vooral veel lol hebben.

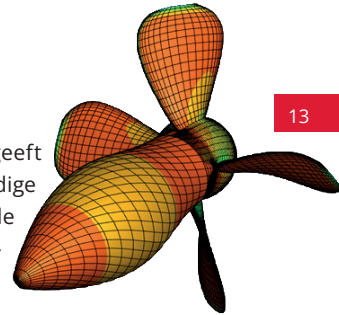


### Geometrie van de schepsschroef

**Evert-Jan Foeth** | Maritime Research Institute Netherlands

45

Bij het Maritime Research Institute Netherlands te Wageningen maken wij elke dag schepen schoner, slimmer en veiliger. De schepsschroef is één van de grootste energieverbruikers, geeft trillingen aan boord en produceert onder water lawaai; via handige ontwerpstechnieken met efficiënte gereedschappen proberen we de overlast te minimaliseren. Aan de basis staat een goede beschrijving van de geometrie opgebouwd uit hydrodynamische profielen, in poolcoördinaten in de ruimte verdeeld. De afgelopen eeuw is een sterke interactie te zien tussen de 2D-profielvorm en de wiskundige modellen om drukverdeling en wrijving te kunne voorspellen. Tegenwoordig wordt de geometrie door een CAD-softwarepakket vertaald naar 3D-NURBS-krommes en oppervlakken; maar in de praktijk blijken die niet zondermeer glad genoeg; kennis van geometrie en stroming blijven hand in hand gaan. In deze lezing komen een aantal voorbeelden uit theorie en praktijk langs rondom de vraag: hoe zorgen we voor een goed rendement maar zodanig dat de druk op de schroef niet negatief wordt?



13



### Verklaring van Onafhankelijkheid: de wiskunde van Fieldsmedaille-winnaar June Huh

**Relinde Jurrius** | Nederlandse Defensie Academie



60

Op het Internationaal Wiskundig Congres van 2022 ontving June Huh een Fieldsmedaille. Hij werkt in de combinatoriek, de wiskunde van eindige structuren. Dat lijkt misschien

een eenvoudige tak van de wiskunde, maar het tegendeel is waar: juist door de eindige (maar vele) mogelijkheden, is de 'speelruimte' beperkt voor het opstellen van grote, overkoepelende theorieën. June Huh bracht hier verandering in.

Het voert te ver om deze grote theorieën op de NWD uit te leggen, maar in deze voordracht zal je een glimp opvangen van de objecten waar de wiskunde van June Huh betrekking op heeft: matroïden. Deze objecten zijn de abstracte essentie van zowel onafhankelijkheid van vectoren, als het bestaan van rondwandelingen in grafen.

## (x) **Gouwe ouwe en nieuwe** Jeanne Breeman en Hans van Lint | Gepensioneerde wiskunde-docenten

- 60 In de workshop gaan de deelnemers werken in groepen van 3. De opdrachten werken bijna allemaal met concreet materiaal. Er komen dan vragen die soms eenvoudige en soms wat ingewikkeldere wiskunde vereisen om op te lossen. De onderwerpen die voorkomen zijn b.v. gewone optellingen van getallen waar bijzondere eisen gesteld worden, het tekenen van cirkels en zoeken naar bijzondere middelpunten, het tekenen van kegelsneden met instrumenten, zeepvliesen maken en daaruit conclusies trekken, puzzels en spelletjes waar een bepaalde strategie nodig is, vouwen en knippen enz. Het is handig om een passer en een schaar mee te nemen.

14

## **Entropie en (on)waarschijnlijkheid in de wiskunde en de natuurkunde** Frank Redig | TU Delft

- 60 Heb je je wel eens afgevraagd waarom een druppel inkt oplost in water en nooit meer terug een druppel wordt? Of waarom warmte alleen stroomt van warm naar koud en niet van koud naar warm? Waarom zijn er in de natuur vele onomkeerbare verschijnselen, terwijl de micro-wereld van atomen en moleculen tijdsomkeerbaar is? Deze vragen zijn de fundamentele vragen van de statistische fysica, waar men probeert de macro-wetten te begrijpen vanuit de micro-wereld. De cruciale grootheid van de statistische fysica is entropie. Entropie is ook de cruciale grootheid in de theorie van de grote afwijkingen (large deviations) die in 2007 een Abelprijs opleverde voor de grondlegger, S.R.S. Varadhan. Deze theorie houdt zich bezig met het berekenen van de extreem kleine kansen van zeer onwaarschijnlijke gebeurtenissen, zoals bijvoorbeeld 2000 keer zes werpen wanneer je 6000 keer een dobbelsteen werpt. In mijn lezing zal ik aan de hand van eenvoudige voorbeelden een idee geven van deze theorie, de rol van entropie, en hoe uit deze theorie onomkeerbaarheid (irreversibiliteit) in de macro-wereld kan verklaard worden.





## Actuariaat

Aaldert van der Graaf en Ali Hussein | NHL Stenden

60

Actuariaat bestaat uit o.a. levensverzekeringen en schadeverzekeringen.

Bij levensverzekeringen rekenen we met behulp van overlevingstafels en de rekenrente bijvoorbeeld aan de premie voor een begrafenisverzekering, een lijfrente of een overlevingsrente. Wat is bijvoorbeeld de premie als ik € 100.000 wil hebben op mijn 65ste? Ik wil graag zorgen dat mijn partner € 10.000 per jaar krijgt, zolang zij leeft, als ik overlijdt. Wat zou de premie hiervoor zijn? Klopt mijn pensioenopbouw wel en als ik het ga vervroegen hoeveel daalt mijn pensioen dan?

Bij schadeverzekeringen probeer je aan de hand van het verleden de toekomst te voorspellen. Bijvoorbeeld hoeveel autobotsingen er dit jaar zullen plaatsvinden en tot hoeveel letselschade en blikshade dat zal leiden. Soms is het sommetje wat ingewikkelder: op basis van welke factoren kun je de overstroming en de windstormen voorspellen? Denk hierbij aan de lange/korte termijn weersvoorspellingen en aan de klimaatverandering. Hiervoor heb je diverse actuariële methoden en technieken nodig, bijvoorbeeld schadedriehoek, regressieanalyse, statistiek etc.



## Vormen en Verhoudingen in de Architectuur

Jacques Jansen en Karen de Kort | Euclides

60

In deze workshop wordt geprobeerd om een brug te slaan tussen de wereld van de architectuur en de wereld van de wiskunde. Leidraad is het Zebraboekje 62 'Vormen en Verhoudingen in de Architectuur'. Een belangrijke periode in de geschiedenis van de architectuur is de tijd waar zowel in Egypte als in Midden-Amerika piramiden gebouwd worden. We stellen grenzen, we kiezen voor de piramiden van Gizeh. Wat weten we van de bouwmeesters van deze piramiden? Waren zij bij het ontwerpen al bekend met verhoudingen zoals bijvoorbeeld de gulden snede?

Kunnen we iets van de gulden snede terugvinden in de grondplannen of in de doorsneden? Een piramide vinden we al bij de Platonische lichamen: de tetraëder, een regelmatige driezijdige piramide. Een schilderij met de renaissancemeester Luca Pacioli en zijn vriend Leonardo da Vinci verbindt de 15e eeuw met de klassieken. De dodecaëder, misschien wel het belangrijkste Platonisch lichaam heeft een dualiteit met de icosaeëder en speelt een belangrijke rol in de leer der verhoudingen en in de architectuur. Reden te meer om ons te verdiepen in zijn interieur. Je mag er een opgave over maken. Even wat handenarbeid verrichten gecombineerd met een berekening. Maar er is nog een veelvlak op het schilderij te zien. Hoe betekenisvol is dat? Er bestaat ook een soort driedimensionale gulden snede. Het is bedacht door een Nederlands architect de benedictijn Dom Hans van der Laan. Deze verhouding heet het Plastische getal. Maar is het wel een getal of is het een matenstelsel? Tot slot, wat kun je doen met



de elementaire twee- en driedimensionale geometrische vormen? Veranderen maar hoe? En is het geen boeiende uitdaging om zelf te gaan ontwerpen? Wij hopen jou en je leerlingen enthousiast te maken voor wiskunde in verbinding met kunst en architectuur.



## Derdegraadsvergelijkingen oplossen met kegelsneden

Jeanine Daems | Hogeschool Utrecht



60

Uit de geschiedenis van de oplossing van de derdegraads vergelijking is vooral het spannende verhaal rondom de formule van Cardano bekend. In deze lezing focussen we echter op een ander moment: een eerdere poging van Omar Khayyam (rond 1100) om de derdegraads vergelijking op te lossen. Omdat het hem algebraïsch niet lukte, gebruikte hij een interessante meetkundige aanpak. Door het snijpunt van twee kegelsneden te bepalen vond hij een lijnstukje van de juiste lengte. In deze lezing onderzoek je die aanpak kort zelf in een werkblad, en we kijken naar enkele Nederlandse bronnen uit de zeventiende eeuw waarin deze aanpak ook te zien is.

(x)

## Pythagoras in de klas

Roosmarij Vanhommerig

16

60

Vanaf maart tot de zomervakantie loopt het project "Pythagoras in de klas" waarbij alle scholen in Nederland met een havo- en/of vwo-afdeling, gratis 10 Pythagorassen zullen ontvangen van de drie edities die in deze periode verschijnen. Voor wie Pythagoras niet kent: al meer dan 60 jaar belicht dit wiskundetijdschrift voor jongeren (en voor iedereen jong van geest!) de veelzijdigheid en schoonheid van de wiskunde op een begrijpelijk niveau. In deze workshop zult u zien dat het blad zich ook prima leent voor een lesje "even wat anders". Er zijn gratis kant-en-klare Pythagoras-lesmaterialen die we zullen bekijken, zowel voor onderwerpen die aansluiten bij het curriculum als extra-curriculaire activiteiten. Met behulp van tips en aanwijzingen van Pythagoras' hoofdredactrice, tevens ervaren wiskunde-auteur, maakt u zelf tijdens deze workshop een artikel uit Pythagoras tot een leuke wiskundeles of -lessenserie.

(x)

## Strategies and boardgames

Alex Lyford en Lonneke Boels | Middlebury College en Freudenthal Instituut

60

People have been playing games since as early as 2000 B.C. Since then, avid players have devised strategies to maximize their chances of winning. In this workshop we will dissect a variety of modern board games and analyze various strategies for each game using mathematics, computers, and intuition. We will further discuss whether an optimal strategy exists for each game and propose modifications to existing rules and scoring schemes. All are welcome regardless of mathematical background.



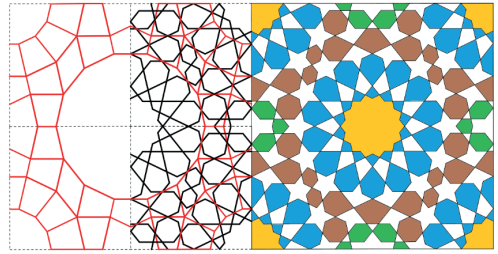


## Patroonkunde: mozaïeken construeren volgens een eeuwenoude ontwerptraditie

Goossen Karssenbergh | Museum Galerie RAT (Recomposed Art Texel)

45

De islamitische ontwerptraditie van meetkundige patronen heeft talrijke prachtige sporen nagelaten op gebouwen en in boeken. Slechts enkele eeuwenoude handschriften laten zien hoe vernuftig die mozaïeken werden geconstrueerd met, zo vermoedt men, alleen een meetlat en passer. In mijn voordracht, en ook in het zebraboekje over dit onderwerp dat dit voorjaar verschijnt,



breek ik een lans voor deze traditie, die ik zie als de bakermat van wat ik kort maar krachtig 'patroonkunde' noem. Als metgezel en tegelijk tegenhanger van de Euclidische meetkunde biedt patroonkunde een schat aan didactische mogelijkheden. En dan bedoel ik niet dat patroonkunde alleen maar een vrolijke, kleurrijke en kunstzinnige noot kan zijn voor menig leerling om die 'taaie' wiskunde te verluchten. Nee, ik bedoel dat patroonkunde een volwaardige subdiscipline van de wiskunde is. Een specialisatie die recht van bestaan heeft naast rekenen, algebra, statistiek en meetkunde. En verder, dat patroonkunde een plek verdient in het wiskundeonderwijs omdat het andere vakdisciplines ook ondersteunt, niet alleen in algemene zin (denk bijvoorbeeld aan het herkennen van structuren, van symmetrie en hierin ordening aanbrengen) maar ook heel concreet als het gaat om het rekenen met breuken en om het hoekbegrip. Om mijn pleidooi kracht bij te zetten nodig ik toehoorders uit om enkele activiteiten te doen om zelf te ondervinden hoe leuk en leerzaam het is je in de wereld van de patroonkunde te begeven. Goossen Karssenbergh gaf wiskunde tot 2018. Sinds 2008 onderzoekt hij de islamitische ontwerptraditie en hij ontwerpt patronen. Verder is hij medebeheerder van Museum Galerie RAT op Texel.

17

(x)

## Music and Mathematics - Studies of symmetries in sound and space

Petra Cini en Raf Bocklandt | Composer-pianist - Universiteit van Amsterdam

60

In this performance composer Petra Cini and mathematician Raf Bocklandt explore the interplay between music and mathematics. Inspired by the mathematics behind the symmetries of space Petra Cini composed the 'SO(3) Etudes', in which, following her musical theory, she draws connections between mathematical and musical metaphors by analogically and perceptually analyzing the mathematical structure SO(3) in terms of violence and purity. Before the etudes Raf Bocklandt will offer a glimpse of the mathematics behind the scenes and its fascinating history. After the performance, the two speakers will have a dialogue about the creation process and discuss the work from a mathematical and compositional point of view. The meta-mathematical framework of

the work the SO(3) ETUDES has been developed in collaboration with mathematicians Raf Bocklandt and Eric Opdam from the Korteweg-de Vries, Institute for Mathematics, University of Amsterdam.



## Koninginnen en kortste routes

Linda Schouten en Corine Laan | Hogeschool van Amsterdam, Toegepaste wiskunde

60

Hoe plaats je acht dames op een schaakbord zonder dat twee van die dames elkaar aanvallen? Wat is de kortste route langs tien steden? Waar moeten standplaatsen voor ambulances komen, zodanig dat ieder adres binnen 15 minuten bereikt kan worden? Deze problemen kunnen worden opgelost met behulp van mathematische beslissonderdelen; een onderdeel hiervan is het bekende geheeltallig lineair programmeren. In de praktijk blijkt het oplossen van deze problemen complex; een optimale oplossing kan vaak niet binnen een redelijke tijd gevonden worden.



In onze workshop zullen we allereerst een paar problemen verkennen en de complexiteit hiervan bespreken. Vervolgens gaan we zelf aan de slag met een aantal algoritmes die vaak ingezet worden om optimale oplossingen te benaderen.

18

We sluiten af met enkele voorbeelden; hoe zou je deze toegepaste wiskunde kunnen inzetten in de klas (profielwerkstuk, vakoverstijgend project, etc.)? Welke hogere orde denkvaardigheden, zoals kritisch en creatief denken binnen nieuwe contexten, komen daarbij aan bod? Wij kijken ernaar uit om zowel onderbouw- als bovenbouwdocenten te verwelkomen.



## Time-frequency analysis and its applications to real-world problems

Palina Salanevich | Mathematisch Instituut, Universiteit Utrecht



60

What is common between sheet music, microscopy, radars, and brain activity monitoring? To answer this question, we will discuss time-frequency analysis. Time-frequency analysis is a collection of methods and techniques in signal processing with the common goal to decompose a signal (a vector or a function) so that its local features are preserved in both time (or space) and frequency (or momentum). Such a decomposition can be viewed as an analog of standard music notation, which tells a musician which notes (that is, frequencies) to play when (that is, at which moment in time). In many real-world problems, the time-frequency decompositions naturally appear as a part of the physical model of the object or process of interest. This includes quantum mechanics, image compression, art conservation, and even gravitational wave detection.

During this lecture, we will learn about some standard tools from the time-frequency analysis toolbox and see how they can be applied to such real-world problem as music analysis and decomposition, EEG signal processing, radars, and microscopic imaging.

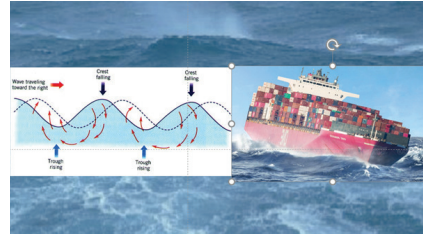


## Container ramp op zee - Overmacht, menselijke fout, rekenfout, modelfout?

Jos Koning | MARIN, Maritiem Research Instituut Nederland Wageningen

45

Op 1 januari 2019 tegen middernacht voer het containerschip MSC Zoe door een noordwesterstorm 15 mijl boven Texel richting Duitsland. In windkracht 8 tot 9 Bft en golven tot 12m hoog verloor het schip ruim 350 containers waarvan resten tot vandaag nog aanspoelen op de stranden van de eilanden. Afgelopen jaren gebeurden opnieuw grote ongelukken, met name op de pacific. Deze schepen zijn hier toch voor ontworpen? Wat ging hier mis?



Veel producten en processen om ons heen zijn geoptimaliseerd voor de combinatie van ontwerp levensduur en gebruiksomstandigheden. De belasting op zo een product met eindige sterkte mag niet worden opgevoerd voorbij het punt waarbij het net heel zou moeten blijven. Dit gebeurt ook op schepen.

De belasting is hier echter de combinatie van het gewicht en de hoogte van de geladen containers, samen met het slingergedrag van het schip in de onvoorspelbare golven op zee over periodes van weken en jaren. Voor het ontwerpen hiervan zijn modellen nodig voor de sterkte van "het schip", van de belasting van het "golfklimaat", en van de relaties tussen het schip en dat golfklimaat. De overeenstemming van die modellen met de werkelijkheid bepaalt de veiligheid van het proces.

Jos Koning van het Maritiem Research Instituut Nederland MARIN, zal aangeven hoe eenvoudige wiskundige concepten bij het ontwerp van grote schepen worden gebruikt. Dat het gedrag van zeegolven en schepen kan worden beschreven met eenvoudige cosinus en exponentiële functies. Dat de overweldigende dynamiek op zee met verrassend rechte lijnen kan worden weergegeven op geschikte logaritmische assen zolang onvoorziene omstandigheden worden vermeden. En dat ongelukken mogelijk zijn als de praktijk ontgroeit aan aannames in oudere wiskundige modellen, en onvoorziene omstandigheden zich toch gewoon voordoen.

19

(x)

## Alternatief correctievoorschrift: meer recht aan wiskundige vaardigheid?

Ruud Stolwijk en Irene Stiphout | Cito

60

De afgelopen jaren heeft Cito een andere opzet van het correctievoorschrift voor de examens wiskunde B verkend. Reden hiervoor was de wens voor meer beloning van



wiskundige inzichten en het vinden van een nieuwe balans in de mate van gedetailleerdheid van het correctievoorschrift. Na overleg met docenten in vorige NWD en met de vaststellingscommissie wiskunde B is een alternatief correctievoorschrift opgesteld voor het examen vwo wiskunde B 2021. Met dit alternatieve correctievoorschrift zijn de originele uitwerkingen van bijna 100 leerlingen beoordeeld. Vervolgens is onderzocht wat de effecten zijn op de scores van leerlingen van het gebruik van het alternatieve cv. In deze workshop presenteren we onze bevindingen en gaan we graag in gesprek met deelnemers over een mogelijk vervolg. We kijken uit naar uw inbreng!

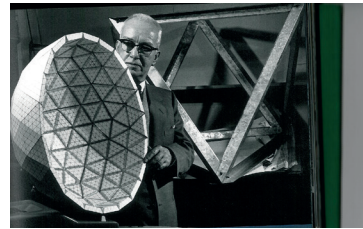


## Hoe bouw je een bol?

**Martin Kindt** | Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht

45

De architect Richard Buckminster Fuller (1895-1983) - zie foto hiernaast - is beroemd geworden door zijn reusachtige bolvormige bouwsels, samengesteld uit driehoeken en die geoden worden genoemd. Die geoden hebben een duale pendant, bestaande uit vijf- en zeshoeken, waarvan de bekende zwart-witte voetbal het meest bekende voorbeeld is en die fullerenen worden genoemd.



De wiskundige achtergrond bij deze objecten is een mooie mix van klassieke meetkunde, topologie en combinatoriek. In de werkgroep wil ik - met dank aan Plato, Descartes en Euler - hier het licht op laten schijnen. Over deze materie is ook van alles te vinden in zebra (nr. 9) met de titel 'De veelzijdigheid van bollen'.

20



## The Mathematics of Social Networks

**Renaud Lambiotte** | Mathematical Institute, University of Oxford

45

The last 25 years have witnessed the growing presence of social networks in our lives. Facebook, Twitter, TikTok, we are surrounded by the information that is created and shared by our social contacts. But did you know that mathematics has played a major role in this numerical revolution. From the modelling of social cascades to the design of mechanisms ensuring trust, different mathematical techniques are essential. Here, we will discuss simple (and more complicated) tools from graph theory, linear algebra and stochastic processes.





## **Math Meets Making: A Guide to Computational Thinking and 3D Printing**

**Christos Chytas en Olivier Straser** | Freudenthal Institute – UU en University of Education Freiburg

90

This workshop explores the intersection of mathematics and technology through hands-on activities and demonstrations. During the workshop, you will learn how to apply computational thinking and 3D printing in your math classroom, regardless of your prior experience with coding or 3D printing. You will also have the opportunity to network with other teachers and Makers and gain insights into innovative teaching strategies and accessible resources.



## **Wiskunde voor gerechtigheid**

**Desiree Agterberg en Peter Lanser** | Hogeschool van Amsterdam

90

Dit verhaal speelt zich af in China, zo'n tweeduizend jaar geleden. Een jong echtpaar heeft een stuk land gekocht in de hoop daar samen een toekomst op te bouwen. Maar al snel komen er twijfels of ze niet bedrogen zijn, omdat ze een veel te hoge prijs hiervoor hebben betaald. Zij zoeken hulp bij een wijs man uit het dorp, die door middel van zijn wiskundige vaardigheden duidelijkheid schept. In deze workshop gaan we op theatrale wijze te werk. Na een korte introductie worden de deelnemers uitgenodigd zelf een bijdrage te leveren aan de encensering van het toneelscript "Wiskunde voor gerechtigheid" van Gavin Hitchcock. Het (vertaalde) script bevat dialogen en regieaanwijzingen. Centraal staat de scène in China in het kantoor van de wijze man, verder zijn er rollen voor twee vertellers en een hele hoop cameo's van wiskundigen uit allerlei tijden en plaatsen die samen de ontwikkeling van de algebra schetsen. Na het uitvoeren van het script gaan we met elkaar het gesprek aan over wat deze bijzondere werkvorm heeft opgeleverd aan kennis en welke mogelijkheden deze werkvorm wellicht nog meer te bieden heeft.

(x)

## **Een giraf in de klas!**

**Marijke Hassefras, Paul Durenkamp en Els Franken** | Driestar Wartburg-NHL Stenden- Windesheim

90

Iedereen kent de Zebra-reeks, maar sinds enkele jaren bestaat ook de Giraf-reeks! Een reeks aan spellen en doeboeken voor de onderbouw havo/vwo en vmbo, waarbij leerlingen en docenten worden uitgedaagd om buiten de methodes actief met wiskunde aan de slag te gaan. In deze workshop ervaar je hoe je de huidige Giraf-reeks in kunt zetten in jouw lessen.



We gaan rekenen met stokjes, codes kraken, vreemde figuren ontrafelen en schuiven met data. We gebruiken hiervoor de spellen over statistiek en vlakke figuren en doeboeken over cryptografie en historisch rekenen. Ook tonen we de projecten die nu in ontwikkeling zijn: een spel over negatieve getallen en een doeboek over hellingen en vragen je mee te denken met het verder verbeteren hiervan. Natuurlijk zijn we ook op zoek naar jouw ideeën voor toekomstige projecten om leerlingen in de onderbouw te stimuleren om actief met wiskundige onderwerpen aan de slag te gaan.

Wil jij actief met de Giraf-reeks aan de slag en/of meedenken met de ontwikkeling ervan? Kom dan naar onze workshop.



## Digitale mini-loco's en andere applets in de les

**Henk Reuling** | Liemers College, Zevenaar en voorzitter Stichting de Wageningse Methode

90

Al enige jaren maak ik allerlei kleine applets die kunnen worden ingezet in de wiskundeles.

Zie <https://henkreuling.nl>. Het meest bekend zijn de digitale mini-loco's. Deze digitale mini-loco's (en andere applets) kunnen op twee manieren in de lessen gebruikt worden:

- Aan het eind van een hoofdstuk of onderwerp, om leerlingen bij zichzelf snel en op een speelse manier te checken of ze het onderwerp beheersen, dus als soort van 'formatieve toets'.
- Aan het begin van een hoofdstuk of onderwerp om te checken of de voorkennis uit eerdere jaren of hoofdstuk(ken) nog aanwezig is. Dus tevens als 'opwarmer'.

Veel leerlingen blijken deze werkvorm attractief en motiverend te vinden. Het onderbreekt de sleur van alledag om telkens sommen uit het boek te maken. Ze zien het als een spel en zijn zo vaak onbewust lang en intensief met wiskunde bezig. Bovendien zijn de applets meestal 'gerandomized': elke leerling krijgt andere problemen. En ze kunnen het ook meerdere keren maken om zo echt te oefenen en een vaardigheid te trainen. Naast deze mini-loco's zijn er tal van andere soorten applets die kunnen worden ingezet in de les: Mozaïek-spellen, memory, kwartetten, een rijke variatie aan andere 'sleepoefeningen, zoals 'open-middle'-problemen, Venn-diagrammen, 24-game, Zukei, Sankaku, puzzels zoals paardensprongproblemen, schuifproblemen, etc.

$\sqrt{2} - 1$	$\frac{1}{8}$	$3 - 2\sqrt{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}(3 - \sqrt{5})$	$\frac{1}{10}\sqrt{5}$
$\frac{1}{4}(\sqrt{2} - 1)$	$\frac{1}{2}(\sqrt{2} - 1)$	$\frac{1}{16}$	$2 - \sqrt{3}$	$\frac{1}{4}(\sqrt{5} - 1)$	$\frac{1}{2}(2 - \sqrt{2})$

$\frac{x}{5}$	$\frac{x}{5} \cdot \frac{5}{x}$	$4 + \frac{4}{x}$	$\frac{4}{\frac{4}{x}}$	$\frac{5}{x} \cdot \frac{4}{x}$	$5x + \frac{5}{x}$
$\frac{4}{x} + 4x$	$\frac{x}{4} + x$	$\frac{x}{5} + x$	$x + \frac{5}{x}$	$\frac{4}{x} + x$	$4 + \frac{5}{x}$

### In de workshop komt aan de orde:

- Een overzicht in vogelvlucht van de diverse soorten applets die er al zijn.
- Waar moet je aan moeten denken om zo'n gerandomiseerde mini-loco (of andere applet) te maken? Dat is niet altijd zo eenvoudig als je in eerste instantie denkt.
- U wordt uitgedaagd om (in groepjes?) zelf een idee voor een mini-loco (of andere applet) uit te werken. Dat kan zijn voor klas 1 t/m klas 6, van vmbo-bb/kader t/m gymnasium, of zelfs voor rekenen op de basisschool.
- De beste ideeën van die dag ga ik dan later realiseren en publiceren, mét vermelding van de na(a)m(en) van de bedenkers, natuurlijk!



### Wiskundig vouwen, het kan in de les

Jacoliene van Wijk | Goois Lyceum en Freudenthal Instituut UU

90

Zowel leerlingen als docenten vinden het leuk om in de wiskundeles op een andere manier met de stof bezig te zijn dan het maken van opgaven uit het boek. Wiskundig vouwen is een goede manier om op een laagdrempelige manier aan wiskunde te beginnen, om vervolgens tóch te komen tot abstracte wiskunde. Denk hier bijvoorbeeld aan bewijzen (zoals de hoekensom van een driehoek), al dan niet van beroemde stellingen (zoals die van Pythagoras en Thales), en functies: van lineair of exponentieel tot het vouwen en beschrijven van 'Dragon curves'. In deze workshop gaan we allereerst in op het organiseren van wiskundig vouwen in de les. Waar moet je op letten als je een opdracht uitkiest? Wat kost tijd, zowel in de voorbereiding als in de uitvoering? Zijn er tips en trucs bij de uitvoering in de les? (Ja!) Vervolgens gaan we aan de slag met verschillende onderbouw- en/of bovenbouwopdrachten. Welke opdrachten spreken u aan? Heeft het vouwen daadwerkelijk meerwaarde bij deze opdracht? Het doel van deze workshop is dat u aan het einde meer weet over de mogelijkheden van het inzetten van wiskundig vouwen in uw wiskundelessen én dat u met één of meer concrete lesideeën daadwerkelijk aan de slag kan in uw lessen!



23



### Een systeem van 2 gewone differentiaalvergelijkingen voor biologische bestrijding in kassen met gebruik van bankierplanten

Lia Hemerik | Biometris, Wageningen Universiteit, Nederland



90

In kassen is een systeem met bankierplanten ontwikkeld voor biologische bestrijding van verschillende plaagsoorten. Om de effectiviteit te evalueren van een dergelijke continue manier om natuurlijke vijanden uit de bankierplant vrij te laten voor het bestrijden van plagen op het gewas, hebben we een eenvoudig model ontwikkeld voor de interactie van plaag en natuurlijke vijand in het gewas. We hebben het model voor drie verschillende plaag-roofdiersystemen waarden van de parameters gegeven.

We kijken hoe het systeem in evenwicht is en analyseren het model eerst analytisch. Omdat de kaseigenaar geen schade wil ondervinden proberen we ook uit te vinden voor welke toevoer van natuurlijke vijanden de schade onder de economische schadedrempel blijft in de niet-evenwicht dynamiek. Dit gaan we doen met simulatie in R. Voor praktische doeleinden vertalen de analyse en de simulatie zich als volgt: constante toevoer van natuurlijke vijanden die start bij een lage plaagdichtheid is cruciaal voor een succesvolle bestrijding.

### Het Bankier plant systeem



## Een leerlijn statistiek voor wiskunde A in de bovenbouw VWO

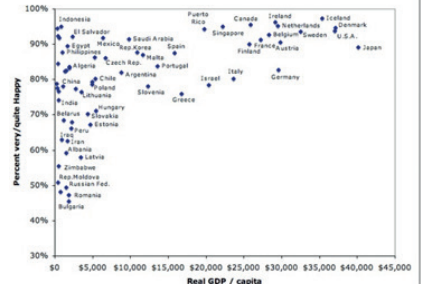
Peter Kop en Erik van Barneveld | Iclon en Alfrink College Zoetermeer

90

De afgelopen jaren is er door de bovenbouw docenten van de GSG Leo Vroman gewerkt aan een leerlijn wiskunde A voor de bovenbouw. Op basis van een aantal algemene ontwerpprincipes, zoals 'start met centrale vraag waarin kern van een paragraaf zit', 'geef ondersteuning met verkenningvragen en theorie', 'besteed aandacht aan probleemaanpak', zijn havo- en vwo-katernen geschreven. De leerlijn statistiek vwo ontbrak nog aan deze leergang en is nu door ons afgerond. We hebben twee katernen geschreven, één katern voor klas 4 en één voor klas 5/6. Bij het ontwerp proberen we rekening te houden met het vervolgonderwijs, met andere vakken, en met het feit dat voor sommige leerlingen dit eindonderwijs is.

24

Dit laatste betekent dat er aandacht besteed moet worden aan statistical literacy, zodat leerlingen leren statistische informatie in o.a. krant kritisch te lezen, interpreteren en communiceren. Belangrijkste uitgangspunten bij deze leerlijn sluiten aan bij de ideeën van cTWO en internationale literatuur, met o.a. het aan bod laten komen van alle fasen van de empirische cyclus, dus ook het bedenken van een onderzoeksvraag en een onderzoekopzet, het gebruik of verzamelen van echte data, het gebruik van ICT om data te exploreren en voor het ontwikkelen van concepten als de steekproevenverdeling via simulaties, basisideeën van statistische inferentie, zoals betrouwbaarheidsintervallen en hypothesetoetsen, en het kritisch leren kijken naar publicaties in populaire media. Er zijn bij statistiek heel veel aspecten waar tijd en aandacht in het onderwijs aan besteed zou kunnen worden. Om te zorgen voor een studeerbaar programma, hebben we zogenaamde statistische keuze-onderwerpen geïntroduceerd. Hierbij moeten leerlingen een keuze-onderwerp uitdiepen en daar een presentatie over geven. De hele leerlijn statistiek is voor leden van de NVvW beschikbaar via de site:



<https://www.nvww.nl/lesmaterialen/statistiek/>

In de workshop lichten we onze visie en keuzen toe en gaan deelnemers met enkele opdrachten van het materiaal aan de slag. Ervaringen met dit materiaal en met eigen statistiek onderwijs worden uitgewisseld, waarbij de focus ligt op het delen van succes-ervaringen.



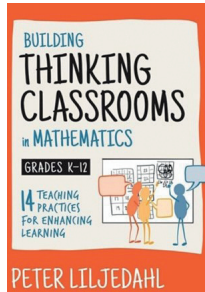
## Building a thinking classroom - Lesgeven volgens de methode van Peter Liljedahl

Margot Rijnierse | Alasca, Amsterdam

90

Peter Liljedahl zocht een manier om leerlingen beter aan het werk te krijgen tijdens de les: actiever, meer betrokken, met meer denkactiviteiten. Hij kwam uit bij lessen waar leerlingen in random groepjes van 3 aan het werk zijn, elk groepje bij een eigen schoolbord, staand. Wij proberen dit nu uit op school bij wiskunde en scheikunde en zijn enthousiast. Deze manier van werken heeft ook mijn 'gewone' lessen veranderd. In welke volgorde laat ik de opgaven maken.. Wat doe ik met huiswerk.. Wil ik ze wel laten zitten zoals ze altijd zitten .. Hoe beantwoord ik de vragen van de leerlingen??

Tijdens de workshop beginnen we met het oplossen van puzzels en raadsels om te ervaren hoe het is om samen op whiteborden te werken. Daarna bespreken we het gedachtegoed van Peter Liljedahl en ideeën die je eruit mee kan nemen. Wil je meer weten, dan zie ik je graag bij de workshop!



25



## Het Flippo-Bingo-spel met Python

Matthijs Coster, Daan de Groot en Casper de With | Pythagoras

90

Gedurende enige jaren verschijnen in Pythagoras artikelen over programmeren in Python. Tijdens deze presentatie gaan we dieper in op één van deze programma's. Het betreffende programma is gebaseerd op het oude Flippo-spel, waarbij je 4 getallen voorgeschoteld krijgt en dan vervolgens met de bewerkingen optellen, aftrekken vermenigvuldigen en delen een vijfde getal moet maken. We gooien met 4 dobbelstenen. We hebben een bingospel met balletjes met de getallen 1 t/m 100, waaruit een balletje met getal wordt getrokken. De vraag is kunnen de dobbelstenen worden vervangen door dobbelstenen met andere getallen op de zijkanten, zodat de kans op het uitvoeren van de opdracht wordt vergroot.

We laten zien hoe je dit probleem efficiënt kan oppakken. Het is de bedoeling dat u daarbij actief aan de slag gaat en ondervindt hoe enorm de verschillen zijn tussen de verschillende aanwezige programma's. We geven aan het einde van de workshop een overzicht van de programma's die momenteel beschikbaar zijn, en hoe leerlingen er



mee kunnen werken. Tijdens de cursus gaan we graag in dialoog met u en horen we welke wensen u en uw leerlingen hebben t.a.v. programmeren in Python.

Nog iets over de presentatoren: Matthijs Coster is redacteur bij Pythagoras. Op dit ogenblik schrijft hij elke aflevering een artikel over Python. Daan de Groot en Casper de With waren de prijswinnaars van het programma dat we nu gaan behandelen. Beiden hebben grote affiniteit met het programmeren in Python. We gaan er vanuit dat u een laptop meeneemt waarop Python werkt. De software kan tijdens de workshop van het WIFI-netwerk worden opgehaald. Er wordt gewerkt in tweetallen of kleine groepjes.



## Papier in perspectief

**Michiel Peereboom en Petra van Beusekom** | Lyceum Rotterdam en Hogeschool Utrecht

90

In het congrescentrum heeft u ze misschien al zien hangen, de driedimensionale, papieren kunstwerken van Michiel Peereboom.

Samen met zijn oud-docent Petra van Beusekom verzorgt Michiel een anderhalf uur durende workshop over zijn werken en de daarbij behorende wiskundige achtergronden van het tekenen in perspectief. Met behulp van een aantal werkbladen, lijm, hout en papier gaan we op een praktische en vooral creatieve manier aan de slag. Stap voor stap worden begrippen zoals bijvoorbeeld: “oogpunt”, “verdwijnpunt” en “distantiecirkel” weer eens onder de aandacht gebracht. Daarna duiken we iets dieper in de materie en gaan we onderzoeken hoe de verhoudingen van verschillende lengtes “IRL” (in real life) zich manifesteren in een perspectieftekening. Iedere deelnemer krijgt dan ter afsluiting de mogelijkheid om met behulp van een bouw pakket de perspectieftekening uit het theoretische gedeelte van de workshop te transformeren naar een driedimensionaal mini-kunstwerk. Deze workshop is uitermate geschikt voor de knutselaars en de priegelaars onder ons. Dat houdt tevens in dat een zekere mate van vaardigheid op het gebied van knutselen een pré is als je deelneemt, maar ook de bewust onbekwame knutselaar is van harte welkom!

Fans van de welbekende zebra-boekjes kennen vast en zeker het tweede deel; “Perspectief, hoe moet je dat zien?” van Agnes Verweij en Martin Kindt. Deze workshop leunt stevig op dit standaardwerk voor iedere wiskundige en kunstenaar.

In verband met de AVG-richtlijnen is het goed om te weten dat er tijdens de workshop video-opnames zullen worden gemaakt. Te zijner tijd zal er namelijk op het YouTube-kanaal van Michiel een mooi filmpje over de workshop geplaatst worden.



## Een kist vol veelvlakken

Raf Bocklandt | Universiteit van Amsterdam

90

In deze workshop gaan we aan de slag met de leskist Veelvlakken die aangeboden wordt door Betapartners. Onder begeleiding van een groep wiskundestudenten van de Universiteit van Amsterdam leren jullie hoe je met deze leskist talloze modellen van verschillende veelvlakken kan bouwen en hoe je die kan gebruiken in je klas, zowel voor jongere als oudere leerlingen.

(x)

## Hoeveel kubussen kun jij vouwen?

Rob van Oord en Marjan Botke | Coenecoopcollege Waddinxveen en Erasmiaans Gymnasium Rotterdam

90

Tijdens de vorige NWD gaven we een workshop over het vouwen van kubussen met een deuk. Er werd ook flink gewerkt aan het vouwen van (een rij van (geschakelde) getordeerde kubussen. Op de studiedag in november kocht ik het boekje origami kubussen samengesteld door Ad van den Broek. Daarin staan meer dan 14 voorbeelden van het vouwen van kubussen. Ik heb ze allemaal gevouwen. Er ging weer een wereld voor me open. Bij eentje kwam ik er niet uit. Vaak is (het raamwerk van) de kubus een kusudama met zes units, ook modules genoemd, die in elkaar geschoven moeten worden. Maar in het boekje staat ook hoe je een kubus uit 4, 3, 2, 12 of 1 blaadje(s) kunt vouwen. Modulaire origami kent vele toepassingen. In de workshop willen we jullie begeleiden bij het vouwen van een aantal van de mooiste van deze vouwsels. Aan liefhebbers willen we ook het vouwen van de "badr" kubus en de getordeerde kubus van de vorige NWD uitleggen. Na het oefenen met gewone vouwblaadjes kan je kiezen uit prachtig origami-papier voor de units voor een gehele kubus. Op de foto's zie je een paar voorbeelden.



## De wiskunde van water en zand

Pieter Roos | Universiteit Twente

90

Iedereen kent ze wel: fascinerende ribbelpatronen op het strand. Enkele centimeters hoog en ongeveer een decimeter uit elkaar. Maar wat minder bekend is: op diepere plekken in de zee liggen onder water nog veel meer zandribbels, alleen dan een stuk groter: megaribbels, zandgolven en zandbanken. En als je goed kijkt, blijken ze ook te bewegen. Hoe ontstaan en bewegen al die patronen? En, buiten onze nieuwsgierigheid, zijn er ook praktische redenen om ze beter te willen begrijpen? En tot slot: kan de wiskunde ons hierbij helpen? Jazeker! Ik neem jullie mee op een wiskundige reis langs stromend water en wandelend zand.



## Veilig eten; risico-inschatting met behulp van wiskunde

Heidy M.W. den Besten | Wageningen University



60

In en op producten zitten veel micro-organismen. De meeste micro-organismen zijn onschuldig, maar een klein deel - zogeheten voedselpathogenen - kunnen ons ziek maken. Ondanks dat we minimaal drie keer per dag eten, gaat het heel vaak goed. Toch wordt 1 op de 10 mensen per jaar ziek door voedselpathogenen. De verwachting is dat dit aantal toeneemt. We worden steeds ouder (dus kwetsbaarder) en de huidige klimaatsveranderingen en nieuwe circulaire voedselsystemen, verhogen de besmettingskans van producten. Het voorspellen en beheersen van voedselveiligheidsrisico's is daarom erg belangrijk. Het kwantitatief beschrijven van het gedrag van voedselpathogenen in de verschillende stappen van de voedselketen geeft inzicht welke onderdelen van de keten grote invloed hebben op het veiligheidsrisico. Hierdoor kunnen interventies om het risico te reduceren, afgewogen en geprioriteerd worden. Deze lezing neemt de luisteraar mee in de modellen die gebruikt worden om microbiële groei en afdoding kwantitatief te beschrijven. Aspecten zoals simpel versus complex modeleren, fitten van data versus voorspellen van nieuwe data en deterministisch versus stochastisch berekenen, worden besproken. Wiskunde en microbiologie: wanneer deze twee vakgebieden worden gecombineerd, wordt het gedrag van MICROorganismen heel goed zichtbaar.

28



**EUREKA:  $n = \square + \square$  met kans  $> 1/6$**

Frits Beukers | Universiteit Utrecht

$$6 = \left(\frac{17}{21}\right)^3 + \left(\frac{37}{21}\right)^3$$

90

In dit plaatje zien we dat 6 geschreven kan worden als som van twee rationale derde machten. Tevens blijkt 6 het kleinste getal te zijn waarvoor dit op oneindig veel verschillende manieren kan. In deze voordracht kijken we naar de vraag welke gehele getallen te schrijven zijn als som van twee kwadraten of twee derde machten van rationale getallen. Dit is een eeuwenoude klassieker in de getaltheorie, vooral omdat de antwoorden op deze vraag altijd weer verrassend zijn. De gebruikte methoden van aanpak variëren van heel elementair tot zeer geavanceerd, met gebruik van de modernste technieken uit de getaltheorie. In deze voordracht proberen we iets daarvan over te brengen. Er wordt geen bijzondere wiskundekennis vereist, maar wel de bereidheid om je te laten verbazen door het spel met getallen.

De titel van deze voordracht is geïnspireerd door een citaat uit het dagboek van C.F.Gauss (1777 - 1855), één van de bekendste wiskundigen ooit, en een recent resultaat van Manjul Bhargava (bekend van NWD 2021 ) en zijn co-auteurs uit 2022.





## Wiskunde zonder Taal

Steven Dik | NHL Stenden

90

Graag vertelde ik mijn leerlingen dat wiskunde een taal is op zichzelf en dat je daar geen andere taal bij nodig hebt. Natuurlijk werd ik dan terecht om de oren geslagen met de meest talige opdrachten uit de methodeboekjes, of mijn behoorlijk talige manier van uitleggen werd mij tegengeworpen. Toch bleef het taalzijn van de wiskunde hangen en ik kreeg in 2016 de kans om het uit te testen. Ik heb toen in Indonesië de regels voor differentiëren afgeleid vanuit limieten met een klas vol leerlingen die alleen Indonesisch spraken (en ik niet). Het werd een groot succes, en ik heb deze manier van lesgeven uitgelegd aan een groep studenten van de lerarenopleiding en deze hebben dit in 2022 ook gedaan op een doveninstituut. Ook dat was een groot succes, dus vandaar de inspiratie voor deze workshop.

Tijdens deze workshop gaan we dus bezig met de Wiskunde zonder Taal. Deze workshop had ook Wiskunde als Taal kunnen heten. Er zal tijdens deze workshop niet gepraat worden (behalve tijdens de introductie en de afsluiting) en toch gaan we er samen uit komen.

We zullen zien dat ook met alleen wiskunde als communicatiemiddel er lesgegeven kan worden en vragen kunnen worden gesteld. En als het goed is krijg je de inspiratie om dit ook eens met je eigen leerlingen te doen, want het is vooral heel erg leuk!



## Ontwerp een NWD-les voor je leerlingen

Monica Wijers en Sandjai Bhulai | Freudenthal Instituut, UU en Vrije Universiteit

90

Als u een lezing of werkgroep op de NWD bijwoont, denkt u vast wel eens: 'Dit onderwerp is heel interessant voor mijn leerlingen, ik zou er een les bij moeten ontwerpen!'. Eenmaal thuis en weer in het schoolritme komt daar vaak niet veel van terecht. Daar gaan we tijdens deze NWD wat aan doen in de vorm van een ontwerp-werkgroep. Hier kunt u samen met collega's een les(activiteit) ontwerpen bij onderwerpen uit de openingslezing van NWD 2022: *Wiskunde voor een veiliger en gezonder Nederland*<sup>1</sup>. In deze lezing kwam een aantal aansprekende voorbeelden van maatschappelijke problemen aan bod, die met behulp van wiskundige modellen en technieken uit de kunstmatige intelligentie kunnen worden opgelost. We noemen er twee: het reduceren van aanrijtijden van ambulances, brandweer en de politie bij levensbedreigende incidenten en het flexibel aanpassen van ticketprijzen. In het zoeken naar oplossingen voor dit soort problemen wordt het nut van wiskundige technieken en modellen op het gebied van data-analyse, statistiek, optimaliseren, netwerkanalyse etc. meteen duidelijk. Dat hoeft niet ingewikkeld te zijn: simulaties met een vereenvoudigde situaties en concreet materiaal bieden vaak al een idee over de richting. Daarna spelen data en computersimulaties en uiteindelijke algoritmes een belangrijke rol.

In de werkgroep gaat u materiaal ontwerpen aan de hand van een concreet voorbeeld. U gaat met een bruikbare tool en lesideeën naar huis, daarvoor is het handig dat u uw

laptop met Excel meeneemt. In het ontwerpproces wordt u begeleid door de inhoudelijke expert Sandjai Bhulai en de ervaren ontwerper Monica Wijers.

*1 Openingslezing NWD 2022 door Prof.dr. Sandjai Bhulai en Prof.dr. Rob van der Mei | de Vrije Universiteit Amsterdam en Centrum Wiskunde & Informatica (CWI) en de Vrije Universiteit Amsterdam*



### **Van lezing tot les: Muziek en combinatoriek**

**Rogier Bos & Anna Shvarts** | Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht

90

Op de NWD hoor je vaak talloze inspirerende lezingen. Graag zouden we eens uitproberen of we al op NWD kunnen nadenken over hoe deze kunnen aanzetten tot activiteiten voor in de klas.

Vorig jaar verzorgde Rogier Bos een semi-plenaire lezing over muziek en combinatoriek. Hij leidde de aanwezigen mee op een zoektocht om de vraag te beantwoorden hoe je toonladder en akkoorden op een systematisch manier in kaart kan brengen. Dit alles met behulp van combinatoriek, meetkunde en symmetrie. Maar wat zou je vervolgens met die kennis in je wiskundelessen kunnen doen? In deze workshop gaan we aan de slag om ideeën van de lezing om te zetten in lesideeën; en mogelijk ook lesmaterialen. In plenair en in kleine groepen gaan we brainstormen over verschillende insteken voor verschillende leerjaren en onderwijstypen. Kies voor deze workshop als de je semi-plenaire lezing vorig jaar hebt gezien of als je tijd hebt om het verslag van vorig jaar van te voren door te lezen. (we sturen dan later hier de link van op).

30



### **Learning geometry together by constructing human-size models: The mystery of a hidden (geometric) body**

**Alik Palatnik** | The Hebrew University of Jerusalem, Israel/ The Seymour Fox School of Education

90

Communication in the construction of large-scale structures is a difficult task for humans, and the parable of the Tower of Babel can be a good illustration of this. However, the history of mankind's engineering and architecture shows that, somehow, we can learn to do just that. How can we use and develop our students' natural capabilities to act together, see, feel, and communicate during a math lesson?

During the workshop, we will construct body-scale models while relying on a textual description and a two-dimensional diagram of a geometric body and then use this model to explore hidden polyhedron properties further. We will have a common goal without knowing how to find a solution and thus cope with a problem. The participants will be tasked to construct the model jointly and constrained by the actions of others and the model's physical features. To succeed, they must coordinate their actions and make their multi-modal referents to the specific features of the emerging structure mutually intelligible.

Finally, the participants will discuss how this activity can be used in their classrooms and suggest their ideas for designs materializing human capacities of action and perception to learn mathematics.-



## Tijdelijke Tekeningen

Nico Laan | Fotograaf

Het uitgangspunt voor de Tijdelijke Tekeningen is altijd het ter plaatse aanwezige materiaal in samenhang met licht, water en wind.

Tijdelijke veranderingen die verwondering oproepen. Graven, aanharken, lijnen trekken, arceren en bouwen doet vormen ontstaan die perfect passen in het landschap en er tegelijkertijd afstand van nemen.

Voor het enorme formaat is gekozen om storende invloeden van voetstappen en andere sporen zoveel mogelijk te vermijden. Meestal worden de tekeningen

vanuit de lucht gefotografeerd zoekend naar de meest overtuigende camerapositie. Uitzondering daarop zijn de anamorfofen, die zo zijn ontworpen dat ze vanuit één specifiek standpunt gefotografeerd moeten worden.

De meeste tekeningen zijn gemaakt op de Zandmotor, een project van Rijkswaterstaat ter hoogte van Ter Heijde.

Vanaf 25 maart is een selectie van acht werken, op groot formaat, te zien in de lounge van het Fotomuseum in Den Haag.

Op deze NWD is er een mogelijkheid om in dit blok met een kleine groep, na een korte presentatie in het hotel, naar het strand te gaan om aan de slag te gaan.



## Blok 3 zaterdag 09:15 –10:00/10.15 uur



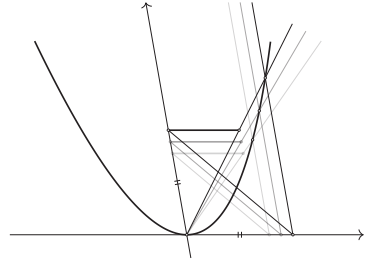
### Rigoreuze plaatjes: Waarom wiskundigen van Euclides tot de Witt dol waren op tekenmechanismen

Viktor Blasjo | Mathematisch Instituut, Universiteit Utrecht

45

Weten is doen. Er is een rijke traditie van constructivistisch denken in de klassieke wiskunde. Men wilde meetkunde verankeren in constructies, om redenen niet ongelijk aan de motivaties die leidden tot bewegingen zoals intuïtionisme in de 20e eeuw. Euclides was een Brouwer avant la lettre. Ook in de 17e eeuw zaten Nederlandse wiskundigen in de constructivistische traditie.

De “beschrijvingen der kegel-snedes” van Frans van Schooten zijn bekend geworden dankzij zijn mooie plaatjes, maar ook die van Johan de Witt verdienen aandacht. Wat waren de spelregels als je een kromme streng bekend wilde maken door een constructie? Dat moest men nagaan door filosofische aannames tussen de regels door te lezen van de klassieke oplossingen voor problemen zoals de verdubbeling van de kubus.



32



### Binaire en andere wiskundige patronen

Arjan van der Meij | Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen

45

Al een flink aantal jaren ben ik gefascineerd door getallen en getallenstelsels. Met name het binaire getallenstelsel heeft voor mij een zeer aantrekkelijk ritme in de getallen. Met behulp van een eenvoudige programmeertaal (Processing) ontwerp ik tweedimensionale lijntekeningen waarin die patronen zichtbaar worden. Deze tekeningen worden daarna in mijn werkplaats geplot door een tekenrobot. Ik toon u dit proces en maak daarbij nog wat uitstapjes naar andere opvallende en fraaie wiskundige patronen en verzamelingen. We gaan zelfs heel kort de 3e dimensie verkennen. De schoonheid van de wiskunde!



### Metselwerkpatronen: Het Zinderend Oppervlak

Koen Mulder | Technische Universiteit Delft

45

Is het wiskunde of waarnemingspsychologie? Is een metselwerkverband enkel de stapelingsvolgorde van stenen en koppen of gaat het patroon van de samengestelde vormen met je oog aan de haal? Kijk eens door je oogharen naar de gebouwgevels van honderd jaar geleden en zie kettingen, kruisen, vervlechtingen, visgraten en schubben zinderend over het oppervlak trekken. Als architect - ik ben geen wiskundige - gebruik ik dat bij het ontwerp.



## De architectonische constructie

Karen de Kort en Jacques Jansen | Euclides

60

Deze presentatie neemt je mee in de wereld van de architectuur en constructie en beschrijft daarin de relatie tussen de abstracte wiskunde en de wereld van de dingen en de ervaring. Er worden verschillende architectonische constructies uiteengezet, met de nadruk op vorm en concept. De kettinglijn is hier een voorbeeld van. Er is ruimte de concepten te bestuderen en d.m.v. de ervaring de relatie met de wiskunde te zien. Steekwoorden: Architectuur, Constructie, Fenomeen, Gewelven, Gaudi, Kettinglijn, Didactiek en materiaal.



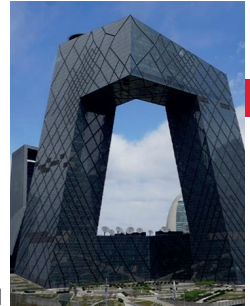
## Computationeel denken en augmented reality in het wiskundeonderwijs

Sylvia van Borkulo | Freudenthal Instituut Universiteit Utrecht

60

Computationeel denken staat in grote belangstelling in het onderwijs. Ook in de wiskundeles zijn er mogelijkheden om de principes van de informatica toe te passen in het oplossen van wiskundige problemen. In deze werkgroep vertellen we over het project <colette/> (Computational Thinking Learning Environment for Teachers in Europe, <https://colette-project.eu/>) waarin verschillende Europese partners werken aan een verzameling korte opdrachten op de smartphone gericht op computationeel denken. In deze werkgroep gaat u aan de slag met een serie opdrachten uit het <colette/>-project, waarin u bouwwerken van kubussen programmeert die u vervolgens bekijkt met augmented reality (AR). De combinatie van de 'visuele' programmeertaal Blockly en AR stimuleert zowel computationeel denken als het ontwikkelen van ruimtelijk inzicht en begrip van het concept variabele. Door middel van vragen en voorbeelden krijgt u de gelegenheid om zelf na te denken over hoe u computationeel denken in uw eigen les zou kunnen integreren.

Essentiële vragen zijn dan natuurlijk: vindt u dat dit wiskunde is? Zou het in uw wiskundelessen aan bod kunnen komen? Neem wel uw tablet of smartphone mee!



33



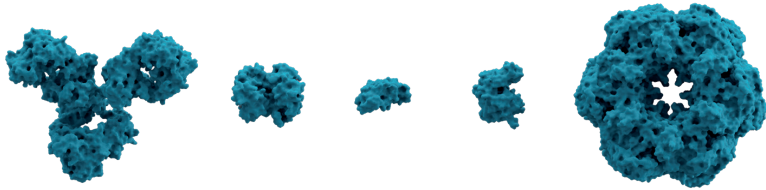
## Biologische vouwkunst

Timon Idema | TU Delft

60

Bij origami maak je van een vlak vel papier een driedimensionale structuur. Iets soortgelijks gebeurt in al onze cellen, waar ééndimensionale polymeren zoals DNA en eiwitten worden gevouwen in driedimensionale vormen. Zonder die ruimtelijke structuur past DNA niet in de cel en kunnen eiwitten niet functioneren. In deze workshop kijken we

naar de wiskunde achter de bekende dubbele-helixstructuur van DNA. We gebruiken een (letterlijk) houtje-touwtjemodel om te zien hoe het DNA compact kan worden opgeborgen en toch worden uitgelezen. En we onderzoeken hoe je een eendimensionaal object zo kunt vouwen dat er een functionele structuur ontstaat. Al deze onderwerpen kunnen worden ingepast in de wiskundeles, en gebruikt om te laten zien dat je wiskunde werkelijk overal tegenkomt.



Vijf verschillende eiwitten, allemaal gevouwen uit een lang, ééndimensionaal polymeer. Van links naar rechts: een antilichaam (immunoglobine), hemoglobine (uit rode bloedcellen), insuline, en twee enzymen. Bron: Thomas Splettstoesser, Wikimedia Commons, CC-BY-SA 3.0.



## Optimale zaalbezettingen tijdens de coronapandemie

Danny Blom | Technische Universiteit Eindhoven



34

45

Zoals niemand zal zijn ontgaan, heeft de corona-pandemie een grote impact gehad op de samenleving. De culturele sector is daarbij een van de zwaarst getroffen sectoren.

Door de vaak veranderende regels met betrekking tot de maximale zaalcapaciteit was het erg lastig voor theaters om langdurig beleid te kunnen maken. Kortom, een onzekere tijd voor menig theater.

In deze workshop bekijken we een optimalisatiemodel voor het vinden van optimale zaalbezettingen onder de voorwaarde dat aan de overheidsbeperkingen van anderhalve meter afstand wordt voldaan. Dit model houdt ook rekening met het feit dat verschillende voorstellingen een ander soort publiek trekken. Denk bijvoorbeeld aan kindervoorstellingen waarbij voornamelijk veel gezinnen komen, terwijl bij klassieke concerten wellicht meer stellen of kleine gezelschappen het theater bezoeken. Aan de hand van wat voorbeelden gaan we bekijken waarom dit een te lastig probleem is om handmatig op te lossen. Deze lezing is gebaseerd op een case study uitgevoerd in opdracht van Muziekgebouw Eindhoven.





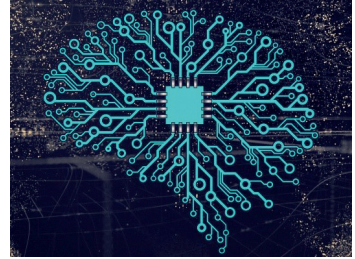
## Deep Learning en Artificiële Intelligentie: theorie en toepassing

Vera Hollink en Jan Willem Crabbendam | Toegepaste Wiskunde Hogeschool Inholland



45

Deep Learning is de meest geavanceerde tak van Artificiële Intelligentie. De modellen achter Deep Learning zijn geïnspireerd op de werking van de hersenen. Met deze zogenaamde Neurale Netwerken kunnen computers leren zoals mensen leren: door middel van voorbeelden. Hierdoor zijn computers vandaag de dag in staat taken uit te voeren die voorheen alleen door mensen konden worden gedaan. Zo kunnen computers mensen herkennen, auto's besturen, essays schrijven (ChatGPT!), teksten vertalen, en zelfs muziek componeren. De mogelijkheden lijken eindeloos. Maar is dat wel zo? En hoe werkt Deep Learning eigenlijk?



In deze workshop behandelen wij de wiskundige modellen en algoritmes achter Deep Learning. Door de modellen stap voor stap op te bouwen zal de magie van Deep Learning worden ontrafeld. Zo wordt duidelijk hoe het mogelijk is dat computers met zulke relatief eenvoudige modellen zulke complexe dingen kunnen leren. Naast het theoretische deel gaan we kijken naar verschillende voorbeelden uit de praktijk, van dijksinspectie tot dakpannen en van bloedcellen tot e-mails. Waarom werkt Deep Learning voor het ene probleem fantastisch en voor het andere helemaal niet? Door een aantal casussen te analyseren wordt duidelijk wat de kracht van Deep Learning is, maar ook welke beperkingen er zijn.

35



## Logica is koel!

Benno van de Berg en Rogier Bos | Universiteit van Amsterdam en Freudenthal Instituut UU

60

Argumenten vliegen over en weer in verhitte discussies. Willen heethoofdige mensen ernaar luisteren? En "kloppen" de argumenten wel? Wat wil dat precies zeggen: dat een argument "klopt"? De logica werpt hierop een koele blik.

Ook voor de wiskunde zijn argumenten van groot belang: een belangrijke activiteit van een wiskundige is om argumenten te verzinnen waarom bepaalde wiskundige stellingen waar zouden zijn: bewijzen. Maar ook daar kan van alles mee gebeuren: soms ontdekt men een fout of blijkt er een gat in te zitten. Er zijn blijkbaar goede en foute bewijzen, net als er kloppende en niet kloppende argumenten zijn. In de logica staat de notie van een "geldig redenering" ("kloppend argument") centraal. Het blijkt dat je geldigheid van redeneringen een "formele", koele eigenschap is: dat wil zeggen dat je om te kijken of een redenering geldig is alleen naar de vorm ervan hoeft te kijken en de inhoud daarvoor niet ter zake doet.

In deze workshop maak je kennis met principes van geldig redeneren. Het zal snel blijken dat deze principes niet in steen gebeiteld staan, en zelf ook weer onderwerp van discussie zijn. Er bestaan traditionele logica's, maar ook alternatieven, zoals intuïtionistische logica's. In de workshop werpen we ook een blik op de module over logica voor bovenbouw vwo die we gemaakt hebben. Houd je hoofd koel en schuif aan bij deze verfrissende workshop over logica.



## Gaussische gehelen toegepast

Valentijn Karemaker | Mathematisch Instituut – Universiteit Utrecht

45

Carl Friedrich Gauss introduceerde de Gaussische gehelen in 1832. Aan de ene kant is deze verzameling getallen te zien als een uitbreiding van de gehele getallen, aan de andere kant is zij een deelverzameling van de complexe getallen. Zodoende erft ze eigenschappen van allebei en brengt ze nieuwe structuren aan in beide.

In deze interactieve lezing, die geen specifieke voorkennis vereist, zullen we zien hoe de theorie van Gaussische gehelen kan worden toegepast in de klassieke getaltheorie. We bekijken Pythagoreïsche drietallen (drie gehele getallen die de zijden van een rechthoekige driehoek zijn) en een stelling van Fermat uit 1640 die ons vertelt welke priemgetallen te schrijven zijn als een som van twee kwadraten.



## Een draadje los: wiskundige stellingen bewijzen met natuurkunde

Luuk Hoevenaars | Instituut Achimedes Hogeschool Utrecht

45

Als natuurkundestudent leerde ik vroeger hoe je calculus kunt gebruiken om bijvoorbeeld mechanicaproblemen op te lossen. Dat past netjes in het klassieke beeld: wiskundige stellingen kun je toepassen in de natuurkunde. Later ontdekte ik tijdens mijn promotietraject dat het ook andersom kan: natuurkundigen komen op basis van snaartheorie tot wiskundige inzichten, bijvoorbeeld in knopentheorie en algebraïsche meetkunde. Het leverde de natuurkundige Ed Witten zelfs een Fieldsmedaille op.

In deze workshop richten we ons vooral op de schoolwiskunde, en bekijken we een aantal wiskundige stellingen die bewezen danwel begrepen kunnen worden via natuurkundig inzicht. Zo kun je de stelling van Pythagoras bewijzen met een draaiend aquarium, de veelvlakkenformule van Euler met draadjes in een elektrisch circuit en de stelling van Ceva met gewichtjes die aan een driehoek hangen. Je kunt zelfs mechanisch inzicht gebruiken om de waarde van een ingewikkelde integraal te weten zonder te hoeven rekenen. Veel van deze ideeën zijn beschreven in het boek *The Mathematical Mechanic* van Mark Levi, dat van harte wordt aanbevolen.





## 150 jaar overaftelbaarheid van R

K.P. Hart | TU Delft

45

Dit jaar is het 150 jaar geleden dat Georg Cantor bewees dat er geen bijectie bestaat tussen de verzamelingen der natuurlijke en reële getallen. Aan de hand van de briefwisseling tussen Cantor en Richard Dedekind zien we hoe in één week, tussen 29 november en 7 december 1873, de vraag werd opgeworpen en opgelost. Daarna kijken we naar het gepubliceerde bewijs en latere ontwikkelingen, zoals het bestaan van bijecties tussen de verschillende machten van de reële rechte.



## Logistische regressie: theorie & toepassingen

Sanjay Ramawadh en Cathy Liem | De Haagse Hogeschool



60

Machine learning. Je kan er tegenwoordig niet meer omheen en de ontwikkelingen in dit vakgebied volgen elkaar in razendsnel tempo op. Veel van deze slimme algoritmes hebben een hoog black box-gehalte, waardoor het soms ondoorzichtig lijkt hoe zo'n algoritme precies werkt. Maar al deze algoritmes zijn gebaseerd op wiskunde. En wist je dat sommige eenvoudige algoritmes al af te leiden zijn met de wiskunde van de middelbare school?

Tijdens deze workshop gaan we aan de slag met logistische regressie, wellicht het meest eenvoudige slimme algoritme. Vanuit de wiskunde op bovenbouwniveau komen deelnemers via opgaven in aanraking met de bouwstenen van logistische regressie. Deze bouwstenen gebruiken we vervolgens om logistische regressie in elkaar te zetten. Aan de hand van een praktisch voorbeeld laten we zien hoe je logistische regressie in de praktijk kan toepassen in Excel, wat je precies met logistische regressie kan en ook wat je er niet mee kan.

37



## De wiskundeknobbel van ChatGPT

Sietske Tacoma en Marianne van Dijke-Droogers | Hogeschool Utrecht en Freudenthal Instituut UU- en CSG Prins Maurits te Middelharnis

60

ChatGPT is misschien wel de meest invloedrijke AI-toepassing van dit moment. Deze slimme chatbot kan allerlei complexe opdrachten met gemak uitvoeren. Denk bijvoorbeeld aan het herschrijven van tekst, een samenvatting maken en uitleg geven over een bepaald onderwerp. En nog wel het mooiste: ChatGPT is helemaal gratis! Dit klinkt haast te mooi om waar te zijn?!

In deze sessie draait het om 'ChatGPT en wiskunde', vanuit drie invalshoeken. Ten eerste bekijken we welke wiskunde er achter ChatGPT zit. Hoe is ChatGPT ontwikkeld en hoe komt ChatGPT eigenlijk tot de gegeven antwoorden? Ten tweede zoeken we uit hoe groot de wiskundeknobbel van ChatGPT is. Wat kan ChatGPT op wiskundig gebied en wat niet? Weet ChatGPT bijvoorbeeld wat het grootste getal is dat een naam heeft ge-

kregen? En ten derde verkennen we mogelijkheden om ChatGPT in te zetten in de wiskundeles. Wat kunnen leerlingen ermee?

Kortom: een workshop met stevige wiskunde in de vorm van de AI-algoritmes achter ChatGPT, maar ook met ruimte om te experimenteren en de wiskundige kennis van ChatGPT uit te dagen. Je verlaat de workshop met concrete ideeën voor de wiskundeles. Wil je meer weten over hoe ChatGPT werkt? Wat je ermee kunt? En hoe je hier concreet mee aan de slag kunt tijdens de les? Dan is deze workshop een aanrader.



## Didactische fractals

**Peter Ypma en Mark Lindhout** | Bètapartners en De Goudse Waarden en leerling De Goudse Waarden



45

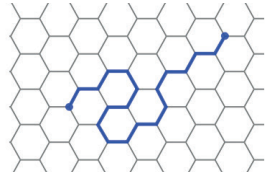
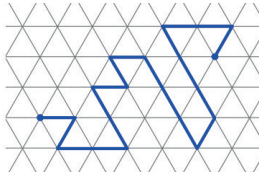
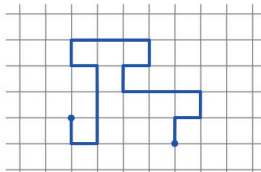
Dit schooljaar hebben twee VWO6-leerlingen als onderdeel van hun profielwerkstuk een lessenserie geschreven over fractals. In deze lessenserie die gebruikt kan worden als keuzeonderwerp bij wiskunde B leren leerlingen over intrigerende onderwerpen als fractale dimensies en chaostheorie. In deze workshop nemen we jullie mee langs een paar wiskundige hoogtepunten uit deze lessenserie. Aansluitend bespreken we ook hoe de lessen ontworpen zijn. Hiermee hopen we dat de kijker niet alleen weggaat met een interessante module, maar ook met ideeën hoe je leerlingen (voor een praktische opdracht of PWS) betere lessen kunt laten ontwerpen.

38



## The life and mathematics of Hugo Duminil-Copin

**Wioletta Ruszel** | Mathematisch Instituut, Universiteit Utrecht



45

In this talk I would like to introduce to you Hugo as a person and talk about his work. Hugo can be counted as the 5th Fields medalist who was awarded the prize for his contribution to the area of probability theory in connection to problems motivated from physics.

He obtained groundbreaking results by solving several long-standing open problems. I will talk about one specific problem, namely counting the number of self-avoiding path of length  $n$  on a lattice (see picture). On the square lattice we do not know the exact answer but on the bee-hive lattice Hugo found a very simple formula! Furthermore, I will describe his other contributions to the theory of phase transitions using probability theory.

Think of the last time you cooked pasta. First the water in the cooking pan is fluid, when you heat it up, it evaporates and transforms into vapor. You have experienced your very own phase transition! This is the transition of water from fluid to being vapor-like. We will look at simplified and nice mathematical models describing this transition.



## **Luisteren naar leerlingen: wat denken zij en wat doen we ermee?**

**Chris Kooloos** | Institute for Science Education, Radboud Universiteit Nijmegen

60

Meestal praten leerlingen niet heel veel in de wiskundeles. Maar als ze iets zeggen geeft dat wel een inkijkje in hun wiskundig denken, en daar is het ons als docent om te doen! Maar hoe krijgen we onze leerlingen aan het praten? En wat vraagt het van ons als docent om goed te luisteren naar leerlingen en om te besluiten hoe we hun wiskundig denken verder kunnen helpen?

In lessen met klassengespreken kunnen leerlingen aan het denken én aan het praten gezet worden. In zo'n les krijgen leerlingen een wiskundig probleem om aan te werken, en begeleid de docent uiteindelijk de leerlingen in een klassikale uitwisseling van de verschillende ideeën en oplossingsmethoden van de leerlingen. Verschillend, want als een groep leerlingen aan de slag gaat met een probleem dan ontstaat er altijd variatie in aanpak, denkrichting, perspectief en oplossing. Wanneer leerlingen uitgedaagd worden om de verschillende oplossingsmethoden met elkaar in verband te brengen, krijgen ze de kans om nieuwe wiskunde te leren met begrip. Het vraagt veel van de docent om het gesprek op te bouwen op het wiskundig denken van de leerlingen en ze tegelijkertijd te ondersteunen in het leren van nieuwe wiskunde. Aan de hand van voorbeelden van lessituaties staan we in deze workshop stil bij de uitspraken van leerlingen en hoe we daar als docent op zouden kunnen reageren.

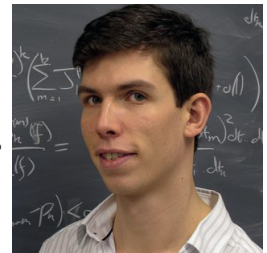


## **Unraveling the mysteries of the primes: the Fields Medal-winning work of James Maynard**

**Lola Thompson** | Mathematisch Instituut, Universiteit Utrecht

45

Are there infinitely many pairs of primes that differ by a fixed number? Are there infinitely many prime numbers whose decimal representation does not contain the digit 7? These are some of the fascinating problems that James Maynard has worked on, leading him to win one of the 2022 Fields Medals. In this talk, we will uncover some of the mysterious properties of the primes that we can now better understand, thanks to James.



## Blok 4 zaterdag 10:30 –11:15 uur

### (x) Een introductie in het prijzen en hedgen van financiële opties

Kees Oosterlee | Mathematisch Instituut – Universiteit Utrecht

In deze voordracht zal ik ingaan op enkele wiskundige aspecten van het waarden van financiële opties. Naast het antwoord op de vraag: "Wat is een optie en waar dient die toe?", zal ik ook bespreken welke risico's er aan het verkopen van een optie verbonden zijn, en hoe de verkoper van de optie met deze risico's omgaat. Aandelenprijzen worden als stochastische differentiaalvergelijkingen gemodelleerd, en de "afgeleide" (lees, financieel derivaat of optie) is een product gebaseerd op deze prijs.

Ook zal ik kort schetsen waar we in het financieel wiskundige onderzoek in mijn onderzoeksgroep mee bezig zijn in deze context.



### Wim Klein, de laatste menselijke computer

Jan van den Berg, Jacq Palinckx en Hans Sparla | theater Adhoc en VLEK

Op dit moment toert Jan van den Berg met de muziekband VLEK door Nederland met een theatervoorstelling over het leven van Wim Klein. De humor en tragiek van het hoofdrolwonder Wim Klein, alias Willy Wortel, een genie, clown en wetenschapper worden hierin op indrukwekkende manier ten tonele gebracht. Maar uiteraard ook zijn reputatie als kettingroker, alcoholist en grootgebruiker van schandknepen.

Een aangepaste en ingekorte versie wordt tijdens de NWD uitgevoerd, een vertelvoorstelling met muzikale begeleiding en enkele 'songs'.

*(Zie ook: Euclides, 12 december 2022, hier is een interview te lezen met een van de muzikanten en Jan van den Berg.)*



### Driveline modeling

Peter van Alem & Ted Wonders | Fontys Hogescholen Engineering Eindhoven

Peter van Alem werkt als docent Toegepaste Wiskunde bij Fontys Hogescholen Engineering in Eindhoven. Hiernaast werkt hij sinds 1,5 jaar aan het lectoraat Future Automotive als onderzoeker. Binnen het lectoraat ontwikkelt hij samen met collega Ted Wonders wiskundige modellen om het energieverbruik van elektrische voertuigen in kaart te brengen en te kunnen voorspellen. Steeds meer vervoersbedrijven zijn aan het 'elektrificeren' en de vraag naar betrouwbare modellen om o.a. de actieradius van dergelijke

voertuigen zo nauwkeurig mogelijk te kunnen inschatten, neemt toe. Centraal in de modellering staat de zogenaamde drijflijn-vermogensvergelijking, waarin onder andere termen staan die verantwoordelijk zijn voor de vermogensverliezen ten gevolge van bijvoorbeeld de wrijving met de lucht. Met deze wiskundige modellen, en een hele vracht aan data, is het mogelijk om het rendement van de elektromotor van bijvoorbeeld een stadsbus, via 'reverse engineering' technieken, te achterhalen. Tijdens deze lezing wordt stap voor stap uitgelegd welke data hierbij een rol spelen, hoe dit model tot stand is gekomen en welke problemen er zijn overwonnen.

## Buiten het programma

Op de NWD heeft u alle gelegenheid elkaar te ontmoeten. Natuurlijk kan dat in de pauzes, maar er is meer ...!

Voor de activiteiten die hier beschreven zijn hoeft u zich niet vooraf op te geven.

Voel u vrij om aan te sluiten!

17:00 - 18:00 uur Happy Hour en bezoek informatiemarkt (incl. korte pitches)

Vanaf 18:15 uur Diner

21.30 - 22.00 uur Wiskundequiz

Vanaf 21.30 uur Muziek

Vanaf 21.30 uur Spelletjesavond

21.30 uur start Filmvertoning

22.15 - 24.00 uur Mathsjam

## Grote onthullingen over onverwachte relaties (gedurende de hele NWD)



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



*Een expositie van lesmaterialen uit het Erasmus+ programma FunThink*

Relaties moet je onderhouden! Denken in termen in relaties en functies staat centraal in het gehele curriculum van basisschool tot het eind van de middelbare school. Met trots presenteren wij lesmaterialen die we afgelopen jaren hebben ontwikkeld in het kader van het Europees Erasmus+ project FunThink project.

Kom binnenlopen om de activiteiten aan den lijve te ondervinden, de ondersteunende materialen bekijken en mee te nemen, en zelf ervaring op te doen met alle digitale tools die speciaal in het kader van dit project voor jouw leerlingen zijn ontwikkeld. Al dit moois is ook direct fysiek en digitaal beschikbaar om in de klas in te zetten.

Leden van het project zijn continue aanwezig om toelichting te geven bij de materialen, demonstraties geven, te discussiëren en vragen te beantwoorden. We zien jullie graag langskomen.

## Wiskundequiz

Doe mee met de wiskundequiz! Met de hele zaal spelen we een spannende voorronde: een afvalrace met tweekeuzevragen (petje op, petje af, maar dan met stembordjes). De opgaven van de quiz vereisen weinig wiskundige voorkennis, maar doen wel een

beroep op uw creativiteit! Zorg dat u er ruim op tijd bent, want het aantal plaatsen is beperkt. De quiz wordt georganiseerd door Birgit van Dalen en Quintijn Puite.

## **MathsJam**

Wat in 2008 begon in Londen als een informele bijeenkomst van leraren wiskunde, liefhebbers van het betere raadsel, academici en mensen uit de industrie (onder impuls van de Australische comedian Matt Parker. Heeft u zijn boek *Things to make and do in the fourth dimension* nog niet gelezen? Een aanrader) is intussen uitgegroeid tot een mondiaal begrip. Er zijn nu MathsJams o.a. in Auckland, Berlijn, Cambridge, Lagos en Sydney, en dichterbij ook in Gent en Antwerpen, maar vreemd genoeg nergens verder in Nederland. In navolging van de afgelopen jaren, dit jaar de derde MathsJam van de NWD onder leiding van Paul Levrie, Hilde Missinne en Rudi Penne

## **Muziek**

### **Archie and the Bunkers**

De "roots" van deze swingband liggen in Delft. Eind 2001 besloot een aantal oud-muzikanten van de Delftse Studenten Big Band, de Delftsche Studenten Dans Harmonie en de Wageningse Ceresband een nieuwe band te vormen in dezelfde tradities van enthousiasme en ritmegevoel. Echter geen Dixieland of Glenn Miller maar muziek die tussen jazz en rock&roll in zit. Eind jaren '40 en begin '50 bekend als "Jump Blues" of "Jive", een rauwere vorm van swing dan wat bijvoorbeeld Benny Goodman speelde.

Het repertoire wordt gevormd door oude jump-nummers van Louis Jordan, Big Joe Turner, Fats Domino en Louis Prima, aangevuld met songs uit de Noord-Amerikaanse swing-revival in de jaren '90: Brian Setzer, Big Bad Voodoo Daddy en Colin James. Natuurlijk staan ook een aantal nummers van de Blues Brothers op het repertoire.

## **Funrun**

Een vast onderdeel van de Nationale Wiskunde Dagen is de funrun op zaterdagochtend. We lopen weer het bekende rondje van precies 6 km. Deelname is gratis en als beloning krijgt u na afloop een t-shirt. Voor de snelste dame en heer is er een echte wisselbeker. Vanaf 6:30 uur staan koffie, thee en bananen klaar in de lobby. De start van de funrun is stipt om 7 uur 's ochtends, voor de ingang van NH Leeuwenhorst. Wandelen mag trouwens ook, maar dan adviseren we u het halve rondje van 3 km te doen en wat eerder te vertrekken. U kunt de funrun ook skeeleren. Er is geen tijdslimiet, maar u wordt vriendelijk verzocht voor de lunch terug te zijn.

## Informatiemarkt

De openingstijden van de informatiemarkt zijn:

Vrijdag 10:00 - 11:00 uur 12:00 - 18:30 uur

Zaterdag 08:30 - 11:45 uur

### Organisatie

Bètapartners

bettermarks

Boom Voortgezet Onderwijs

Casio Benelux bv

De Rekenwinkel

Epsilon Uitgaven

ExamenFit

Fontys Engineering

Freudenthal Instituut

Koninklijke Nederlandse Biljartbond (KNBB)

Kurve Learning Innovations

Nederlandse Wiskunde Olympiade

Noordhoff Uitgevers

Numworks

Numworx

NVvW

Optische Fenomenen

Prowise

Pythagoras

Rijksmuseum Boerhaave

SLO, nationaal expertisecentrum voor  
leerplanontwikkeling

SmartWiskunde/EduHint

Stichting Math4all

Test-Correct

Texas Instruments

Vierkant voor Wiskunde

Wereldwiskunde Fonds

Wiskunde Winkel

Zonnewijzerkunde

### website

[www.betapartners.nl](http://www.betapartners.nl)

[www.bettermarks.nl](http://www.bettermarks.nl)

<https://boomvoortgezetonderwijs.nl/>

[www.casio-educatie.nl](http://www.casio-educatie.nl)

[www.derekenwinkel.nl](http://www.derekenwinkel.nl)

[www.epsilon-uitgaven.nl](http://www.epsilon-uitgaven.nl)

[www.examenfit.nl](http://www.examenfit.nl)

[https://www.uu.nl/onderzoek/freudenthal-  
instituut](https://www.uu.nl/onderzoek/freudenthal-instituut)

[www.smartcue.nl](http://www.smartcue.nl)

[www.kurve.nl](http://www.kurve.nl)

[www.wiskundeolympiade.nl](http://www.wiskundeolympiade.nl)

[https://www.noordhoff.nl/voortgezet-onderwijs/  
wiskunde](https://www.noordhoff.nl/voortgezet-onderwijs/wiskunde)

[www.numworks.nl](http://www.numworks.nl)

[www.numworx.nl](http://www.numworx.nl)

[www.nvww.nl](http://www.nvww.nl)

[www.optischefenomenen.nl](http://www.optischefenomenen.nl)

[www.prowise.com](http://www.prowise.com)

[www.pyth.eu](http://www.pyth.eu)

[www.rijksmuseumboerhaave.nl](http://www.rijksmuseumboerhaave.nl)

[www.slo.nl](http://www.slo.nl)

[www.smartwiskunde.nl](http://www.smartwiskunde.nl)

[www.math4all.nl](http://www.math4all.nl)

[www.test-correct.nl](http://www.test-correct.nl)

[education.ti.com/nl](http://education.ti.com/nl)

[www.vierkantvoorwiskunde.nl](http://www.vierkantvoorwiskunde.nl)

[www.nvww.nl/werkgroepen/wereldwiskunde-  
fonds/](http://www.nvww.nl/werkgroepen/wereldwiskunde-fonds/)

[www.wiskundewinkel.squarespace.com](http://www.wiskundewinkel.squarespace.com)

[www.dezonnewijzerkring.nl](http://www.dezonnewijzerkring.nl)



### Organisatie:

Joke Daemen  
Anna Shvarts  
Mariozee Wintermans  
Saskia Klaasing

### Programmacommissie

Raf Bocklandt  
Gunther Cornelissen  
Jeanine Daems  
Michiel Doorman  
Paul Drijvers  
Tom Goris  
Job vd Groep  
Marjolein Kool  
Michel Roelens  
Jeroen Spandaw  
Hans Sterk  
Melanie Steentjes  
Lidy Wesker

### Uitvoerend comité

Mieke Abels  
Corine van den Boer  
Sylvia van Borkulo  
Rogier Bos  
Marianne van Dijke  
Michiel Doorman  
Tom Goris  
Dédé de Haan  
Ank van der Heiden  
Vincent Jonker  
Florine Meijer  
Amy Mol  
Sietske Tacoma  
Wim van Velthoven  
Liesbeth Walther  
Monica Wijers

Deze gids is ook beschikbaar in pdf op onze website. Of, download de app NWD 2023  
De negentwintigste NWD wordt gesteund door bijdragen van:



### Blok 1

Renaud Lambiotte  
Vincent van der Noo  
Erik Barendsen  
Evert-Jan Foeth  
Jeanne Breeman en Hans van Lint  
Frank Redig  
Aaldert van der Graaf en Ali Hussein  
Jacques Jansen en Karen de Kort  
Jeanine Daems  
Roosmarij van Hommerig  
Alex Lyford  
Goossen Karssenbergh  
Raf Bocklandt en Petra Cini  
Relinde Jurrius  
Linda Schouten en Corine Laan  
Palina Salanevich  
Jos Koning  
Ruud Stolwijk Irene Stiphout  
Martin Kindt

### Blok 2

Alik Palatnik  
Christos Chytas en Olivier Straser  
Desiree Agterberg en Peter Lanser  
Els Franken, Marijke Hassesfras,  
Paul Durekamp  
Henk Reuling  
Jacoliene van Wijk  
Lia Hemerik  
Margot Rijnierse  
Matthijs Coster, Daan de Groot en  
Casper de With  
Michiel Peereboom en Petra van  
Beusekom  
Monica Wijers en Sandjaj Bhulai  
Nico Laan  
Peter Kop en Erik van Barneveld  
Raf Bocklandt  
Rob van Oord en Marjan Botke

### thema

Computationeel denken, algoritmen en big data  
Wiskunde op het podium  
Computationeel denken, algoritmen en big data  
Wiskunde en de zee  
Varia  
Eenvoud & complexiteit  
Toegepaste wiskunde  
Wiskunde en architectuur  
Blikwisselingen  
Varia  
Varia  
Eenvoud & complexiteit  
Varia  
Fields medal  
Toegepaste wiskunde  
Blikwisselingen  
Wiskunde en de zee  
Varia  
Wiskunde en architectuur

### thema

3D  
3D  
Wiskunde op het podium  
Varia  
Docentenworkshop  
Origami  
Wiskunde en voedsel  
Docentenworkshop  
Computationeel denken, algoritmen en big data  
Origami  
Van NWD tot lesontwerp  
Wiskunde en de zee  
Docentenworkshop  
3D  
Varia

Rogier Bos en Anna Shvarts  
Pieter Roos  
Heidy den Besten  
Frits Beukers  
Steven Dik

### **Blok 3**

Arjan van der Meij  
Koen Mulder  
Karen de Kort en Jacques Jansen  
Sylvia van Borkulo  
Timon Idema  
Danny Blom  
Jan Willem Crabbendam en Vera Hollink  
Rogier Bos en Benno vd Berg  
Wioletta Ruszel  
Valentijn Karemaker  
Luuk Hoevenaars  
KP Hart  
Sanjay Ramawadh en Cathy Liem  
Sietske Tacoma en Marianne van Dijke  
Lola Thompson  
Peter Ypma  
Viktor Blasjo  
Chris Kooloos

### **Blok 4**

Kees Oosterlee  
Theater AdHoc en VLEK Wim Klein  
Peter van Alem en Ted Wonders

Van NWD tot lesontwerp  
Wiskunde en de zee  
Wiskunde en voedsel  
Eenvoud & complexiteit  
Blikwisselingen

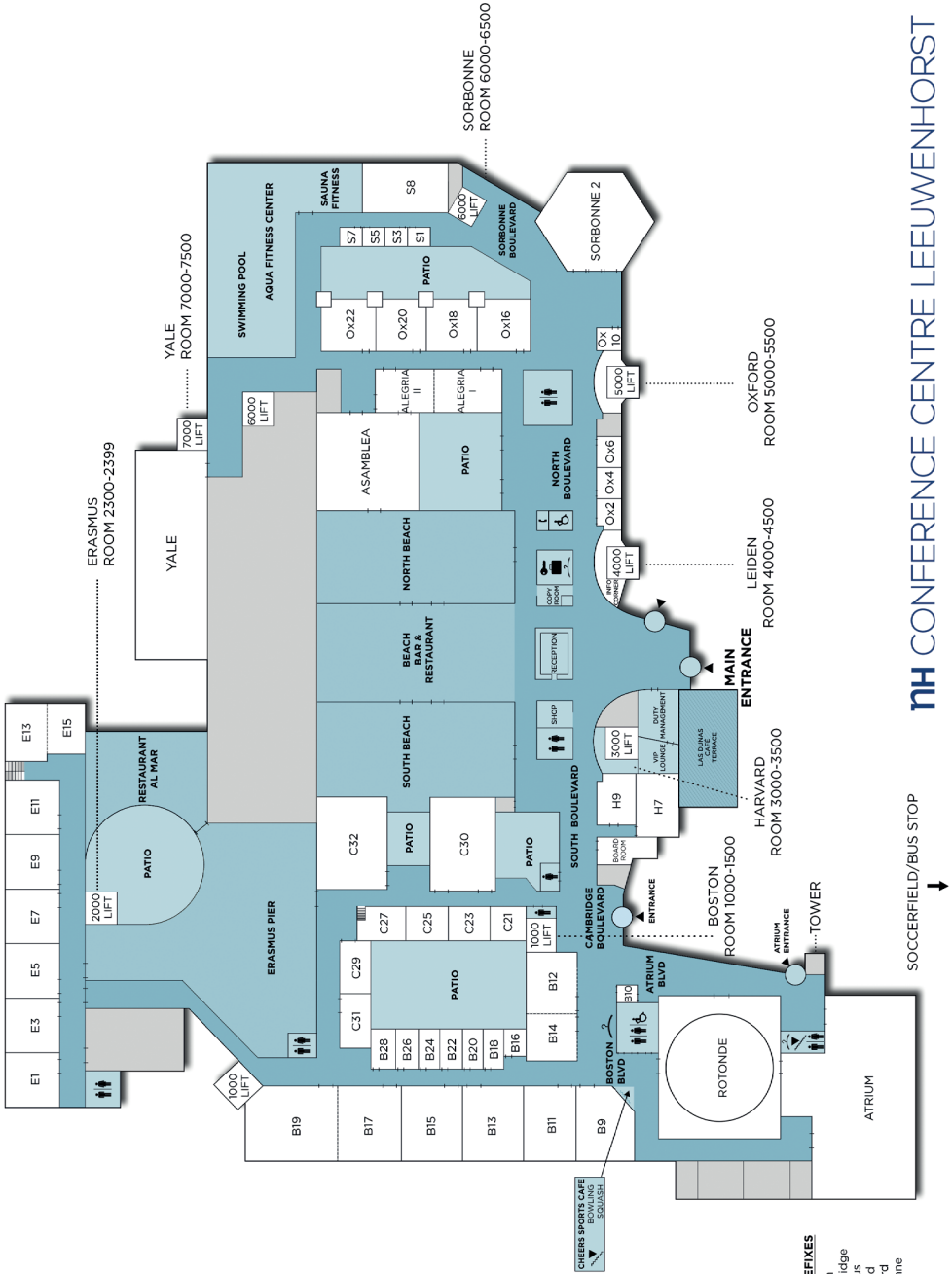
### **thema**

Eenvoud en complexiteit  
Wiskunde en architectuur  
Wiskunde en architectuur  
3D  
Origami  
Wiskunde op het podium  
Toegepaste wiskunde  
Logica  
Fields medal  
Blikwisselingen  
Blikwisselingen  
Logica  
Toegepaste wiskunde  
Varia  
Fields medal  
Eenvoud en complexiteit  
Computationeel denken, algoritmen en bigdata  
Docentenworkshop

### **thema**

Varia  
Wiskunde en theater  
Toegepaste wiskunde





**ROOM PREFIXES**

- B = Boston
- C = Cambridge
- E = Erasmus
- H = Harvard
- Ox = Oxford
- S = Sorbonne
- Y = Yale

SOCCERFIELD/BUS STOP →

**nh CONFERENCE CENTRE LEEUWENHORST**







[www.uu.nl/onderwijs/nationale-wiskunde-dagen](http://www.uu.nl/onderwijs/nationale-wiskunde-dagen)