Lesbrief

De Bomen van Pythagoras
Geconstrueerde groei

Beste bovenbouwer havo of vwo,

Deze lesbrief hoort bij de tentoonstelling **De Bomen van Pythagoras – Geconstrueerde groei** in het **Mondriaanhuis, Museum voor Constructieve en Concrete Kunst**, in Amersfoort, 6 september tot en met 23 november 2003. De tentoonstelling laat geometrisch abstracte kunst zien. De werken op de tentoonstelling (van zo'n 40 verschillende kunstenaars) zijn allemaal sterk geïnspireerd door meetkundige figuren, getalpatronen en andere wiskundige zaken. Soms zul je dat direct herkennen, soms is het echt iets anders dan je van wiskunde op school gewend bent.
Deze lesbrief is bedoeld om een en ander te ontdekken. In de lesbrief staan daarvoor verschillende *thema's* genoemd. Die staan gedeeltelijk los van elkaar, maar hebben ook met elkaar te maken. Je kunt niet alle thema's helemaal bekijken. Maak dus (samen met je docent) een keuze voor je naar de tentoonstelling gaat; gebruik daarvoor de lijst op de volgende bladzijde. Reken dan op anderhalf uur bezoek aan de tentoonstelling.
Bij de lesbrief horen afbeeldingen en teksten die je op internet kunt ophalen. Die kun je gebruiken om na het bekijken van de tentoonstelling een werkstuk voor CKV en/of wiskunde te maken. Door zelf de verbanden te leggen tussen thema's die jou aanspreken, kom je tot een echt eigen product.
Overleg hierover met je docent(en), wat betreft omvang en tijd die je er aan gaat besteden.

materialen op internet

Op de volgende websites vind je een link naar de bijbehorende materialen:
Mondriaanhuis: www.mondriaanhuis.nl
Stichting Ars et Mathesis: www.arsetmathesis.nl

Je vindt daar:

- ongeveer 45 digitale afbeeldingen uit de catalogus;
- twee artikelen uit de catalogus bij de tentoonstelling;
- informatie over de kunstwerken en uitspraken van kunstenaars over hun eigen werk en hun visie op het verband tussen kunst en wiskunde.

verder in deze lesbrief

Lijst van thema's met korte omschrijving.
Afzonderlijke thema's. Daar vind je informatie, kijktips en ruimte voor notities.

meenemen naar de tentoonstelling

Deze *lesbrief* en de *documentatie* over de kunstwerken die op de website staat.

Mondriaanhuis

Museum voor Constructieve en Concrete Kunst

Kortegracht 11
3811 KG Amersfoort
tel: 033 - 462 01 80

e-mail: info@mondriaanhuis.nl
web: www.mondriaanhuis.nl

Openingstijden, toegang

di t/m vr:	10.00 - 17.00 uur
za, zo.:	13.00 - 17.00 uur
Gesloten:	ma. / feestdagen
CKV/CJP:	€ 2.25
Museumkaart:	gratis
NS-Museumkaart / Rabo-Europas:	€ 1.50
Zonder CJP/Museumkaart:	€ 3.00

Stichting Ars et Mathesis

De stichting heeft tot doel de belangstelling te bevorderen voor kunst die zijn inspiratie vindt in de wiskunde door organisatie van tentoonstellingen, publikaties, het tijdschrift Arthesis en de jaarlijkse Ars et Mathesis-dag.

web: www.arsetmathesis.nl

elf thema's

thema 1: Elementaire vormen

Wie aan wiskunde denkt, denkt aan basisfiguren zoals driehoeken, vierkanten, cirkels. Er zijn er veel te vinden op deze tentoonstelling. Waarom kiezen kunstenaars daarvoor?

thema 2: Pythagoras, de stelling van

De naam Pythagoras ken je vast van de '*Stelling van ..*'. Op de tentoonstelling wordt er in diverse kunstwerken duidelijk naar verwezen. Maar wat zijn de verschillen met de 'Stelling van ..' in je wiskundeboek?

thema 3: De machten van twee als gids

De getallenrij 1, 2, 4, 8, enz. is in veel hier aanwezige kunstwerken gebruikt. Soms direct te zien, soms heel verborgen.

thema 4: De regels van het spel

Een groot en gecompliceerd schilderij beschrijven met enkele spelregels. Het lijkt vaak te kunnen op deze tentoonstelling . Welke spelregels zijn gebruikt en waar zit ondanks de regels tóch nog de vrijheid van de kunstenaar?

thema 5: Pythagoras: de wijze van Samos

Pythagoras was in de oudheid vooral een wijze leraar. Vegetariër, asceet en nog meer.
Volgens hem was alles in de wereld op *harmonische* getalsverhoudingen gebaseerd. Wat zijn dat en hoe is dit op een of andere manier in de kunstwerken terug te vinden?

thema 6: Getallen met een gouden randje: Fibonacci

Een veel voorkomende getallenrij is 1, 1, 2, 3, 5, 8, .. Elk volgend getal krijg je door optellen van de laatste en voorlaatste. Hoe herken je die rij in de kunstwerken op de tentoonstelling? Hoe leidt die rij naar de beroemde gulden snede?

thema 7: Soorten van groei

Veel kunstwerken suggereren een vorm van beweging, van verandering of van groei. Dat gebeurt op verschillende manieren.

thema 8: Vertakkingen en fractalen

Een stam splitst zich in takken. De takken in dunne takjes. De takjes in kleine twijgjes.
Dat is een belangrijke structuur. De boom van Pythagoras is niet de enige van deze soort.

thema 9: Ja en nee over wiskunde en kunst

Het gaat om het visuele beeld dat je ziet; die wiskunde, dat is maar bijzaak!
Hierover verschillen de meningen, zie de uitspraken van de kunstenaars zelf. Is het ook te *zien*?

thema 10: Bijzondere objecten I: Transformaties en kubussculpturen van Alfons Kunen

Een zeer bijzonder halvering van de kubus is de basis voor een serie beelden van Alfons Kunen. Je kunt zelf met speciale gehalveerde kubussen experimenteren. (Dit thema is wiskundig wat lastiger wat betreft ruimtelijk inzicht).

thema 11: Bijzondere objecten II: Distortions van Rinus Roelofs

Twee bijzondere bolvormen, elk uit 60 houten elementen opgebouwd. Via een bijzondere verstoring uit het regelmatig twintigvlak ontstaan. Lastig, maar heel fraai. (Ook dit thema is wiskundig wat lastiger wat betreft ruimtelijk inzicht).

thema 1: Elementaire vormen

informatie

In de inleiding van de catalogus schrijft Ankie de Jongh-Vermeulen over de grondleggers van de abstracte kunst in het begin van de vorige eeuw:

> *Maar allen geloofden in een nieuwe wereld waarin de individuele uitdrukking vervangen zou worden door een universele beeldtaal, een taal van geometrische vormen en grote zuiverheid, een grensoverschrijdende internationale kunst. En het is juist deze geometrisch -abstracte beeldtaal die zich uitstekend leent voor het toepassen van wiskundige regels.*

Mondriaan werkte met alleen maar rechte lijnen, Malewich in een bepaalde periode met alleen vierkanten, cirkels en driehoeken en dan ook nog in slechts enkele kleuren. Ook op deze tentoonstelling spreken veel kunstwerken de taal van de elementaire wiskundige vormen. Zulke vormen zijn bijvoorbeeld driehoek, vierkant, lijn, cirkel, halve cirkel.

kijken

a. Formuleer je mening over de volgende bewering:

Een geometrisch abstract werk maakt een sterkere indruk naarmate het met minder verschillende vormen is opgebouwd.

Licht je mening toe met voorbeelden en tegenvoorbeelden.

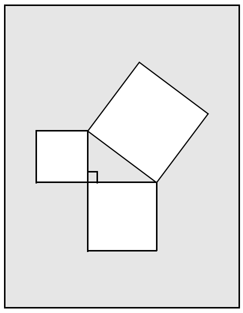
b. Zoek twee kunstwerken die met elementaire vormen geconstrueerd zijn. Kies bij elk werk één van de volgende termen uit die je bij dit kunsterk vindt passen: *statisch, evenwichtig, beweeglijk, dynamisch, chaotisch, zwaar, licht, doods, sprankelend, helder*. Leg uit waarom je dit vindt.

c. Volgens het citaat zou de ‘individuele uitdrukking’ vervangen worden door ‘een universele beeldtaal’, een taal die door iedereen begrepen zou worden. Wat is jouw commentaar, nadat je een tijdje op de tentoonstelling hebt rond gelopen?

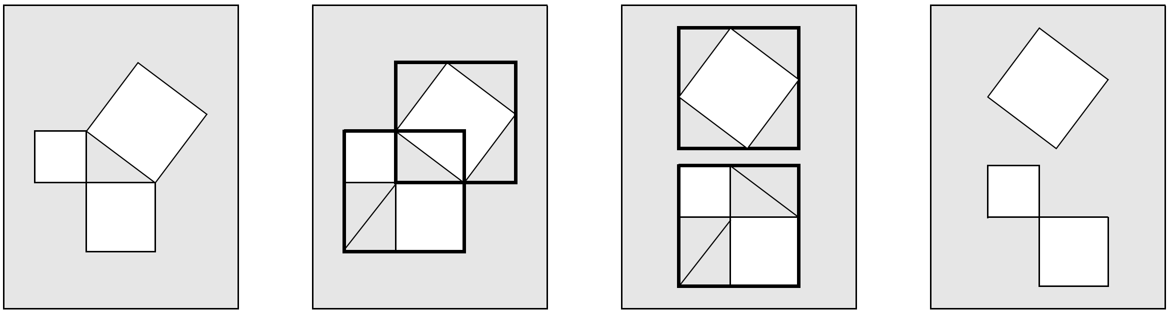
jouw aantekeningen, observaties en opmerkingen

thema 2: Pythagoras, de stelling van

informatie



De naam Pythagoras is voor altijd verbonden met de figuur hiernaast. Een driehoek met een rechte hoek en met vierkanten op de zijden. Het grote vierkant is in oppervlakte even groot is als de twee andere vierkanten samen. Omgekeerd, als het verband tussen de vierkanten er is, is de bewuste hoek recht. Een voorbeeld is de driehoek met zijden van 3, 4 en 5 m. Het klopt hier: $3 \times 3 + 4 \times 4 = 5 \times 5$, en zo'n driehoek heeft dus een rechte hoek. Mogelijk wist Pythagoras dit van Egyptische bouwmeesters, die perfect rechte hoeken wisten te maken. De Egyptische wiskunde was heel praktisch; als het in de bouw werkte, was men tevreden. De Grieken wilden ook nog weten *waarom* iets waar was. In het beeldverhaal hieronder zit een redenering verstopt die ook voor andere driehoeken met een rechte hoek klopt. Het is een algemeen *bewijs* dat het schuine vierkant in oppervlakte gelijk is aan de twee recht liggende vierkanten samen.



kijken

d. De 3-4-5 driehoek kun je op de tentoonstelling vinden. Onder andere bij Rezsö Somfai en Josef Linschinger. Toch zijn er grote verschillen tussen hun werk en de figuren hierboven. Ze spreken daar zelf ook over, zie de documentatie. Welke zijn die verschillen volgens jou?

e. In het beeldverhaal zie je in het derde plaatje een vierkant met een schuin vierkant erin. Dat beeldelement komt op de tentoonstelling meerdere keren terug. Waar? En hoe?
Bekijk speciaal *Verschoven Kwadraten*, het witte, houten reliëf van Ad Dekkers. Breng onder woorden hoe dit beeldelement gebruikt wordt.

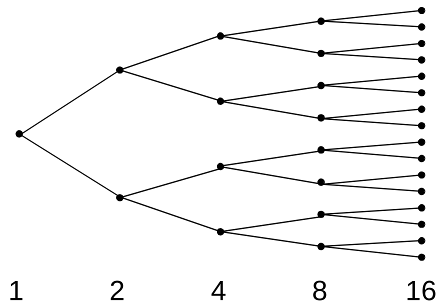
f. Zijn er nog andere verbanden met de stelling van Pythagoras op de tentoonstelling?

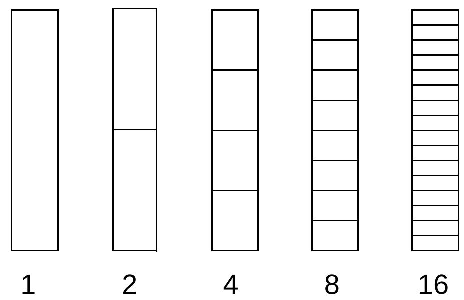
jouw aantekeningen, observaties en opmerkingen

thema 3: De machten van twee als gids

informatie

Een eenvoudig getallenrijtje: 1, 2, 4, 8, 16, ... Maar niet zo onschuldig als het lijkt, want het levert heel grote getallen op. Probeer maar eens een krant zeven maal dubbel te vouwen. Dat lukt niet! Bekijk ook eens deze twee figuren:





Verdubbelen door vertakken of door verdelen.

kijken

a. Bekijk het schilderwerk van Alfons Kunen en van Peter Lowe met bovenstaande structuurbeelden in het achterhoofd. Kijk welke van de hier aangegeven structuren daarin te vinden zijn.

b. De drie computertekeningen van Pavel Rudolf (*Halvering der vlakken 2V3H - 128*, *512*, *8192)* verdienen hier je aandacht. Het zijn de 7e, 9e en 13e uit een serie.
Van tekening naar volgende tekening worden alle rechthoeken gehalveerd. Hoe kunnen er dan toch zoveel verschillende rechthoeken ontstaan?
Is dat verdubbelen volgens een van de twee aangegeven manier of is het ingewikkelder? Pavel zegt dat het volgens de regelmaat 2 keer vertikaal, 3 keer horizontaal gebeurd, maar omdat te kunnen vaststellen zou je de hele serie moeten zien.

c. Zijn er nog andere structuren op de tentoonstelling die de rij 1, 2, 4, 8, 16 enz. opleveren. Omschrijf ze.

jouw aantekeningen, observaties en opmerkingen

thema 4: De regels van het spel

informatie

De regels van het dammen passen op een halve bladzijde. Toch kan het ongelooflijk ingewikkeld zijn op het bord. Zo is het ook met veel geometrisch abstracte kunst: er kan een regel zijn hoe het gemaakt is, toch is het geheel buitengewoon complex. Bij een aantal kunstwerken kun je een of meer spelregels aangeven die het werk bijna compleet beschrijven.
Kijk ook bij de eigen toelichtingen van de kunstenaars.

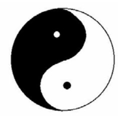
kijken

a. Beschrijf de twee werken van Willem Kloppers met enkele ‘spelregels’.

b. Zoek *Variatie op cirkels nr. II* van Ad Dekkers op. Kijk er een minuut of wat aandachtig naar en schrijf daarna met je rug naar het werk op hoe het werk is opgebouwd. Controleer daarna je beschrijving en verbeter die desnoods.

c. Zoek *Generative structure type 1, red, green, black, white,* van Peter Lowe op. Dit werk is volgens heel heldere regels opgebouwd. Een van de regels is: *na wit komt groen boven zwart*. Probeer te omschrijven wat dat betekent in het kunstwerk en zoek uit wat de andere drie spelregels zijn. Betrek de titel er bij: ‘*voortbrengende structuur*’.
Zonder natellen kun je weten dat in de meest rechtse baan elke kleur even vaak voorkomt. Probeer of je dat te verklaren met behulp van de spelregels.

d. De titels verwijzen vaak naar de structuur van de kunstwerken. Dat is zeker zo bij *Yin-Yang* van Paul Clark. Het bekende yin-yang symbool zie je hiernaast. Wat is de relatie van *Yin-Yang met het werk* van Paul Clark?



e. Is er een *kleurenspelregel* in het werk van Ditty Ketting?

f. Simpel of niet, toch zijn het bijzondere beelden! Want wie was de baas: de spelregel of de kunstenaar? Licht je antwoord toe. Lees hierover ook de toelichtingen, bijvoorbeeld van Paul Clark.

jouw aantekeningen, observaties en opmerkingen

thema 5: Pythagoras: de wijze van Samos

informatie

Pythagoras is geboren op het Griekse eiland Samos en leefde van 569 tot 475 voor Christus.
Hij was in de oudheid meer bekend als wijze leraar dan als wiskundige. Hij leerde dat de ziel van een mens eeuwig is en na de dood overgaat naar een ander wezen, soms ook naar een dier. Daarom mocht ook geen vlees van dieren gegeten worden. Bonen trouwens ook niet. Pythagoras leidde een ascetisch leven, hij was wars van alle uiterlijk vertoon.
Muziek stond bij Pythagoras in hoog aanzien, omdat die op *harmonische* getalverhoudingen gebaseerd zou zijn. De getallen 6, 8, 9 en 12 waren daarbij belangrijk. Het betekende dat lengteverhoudingen van snaren of gewichtsverhoudingen van klokken, die bij deze getallen hoorden, goede samenklanken zouden geven.
Hij leerde dat eigenlijk alles getal was. Alles wat er is kan met getallen beschreven worden, zo zou je het tegenwoordig wat wetenschappelijker zeggen.
Pythagoras had vele volgelingen, die alles voor hem over hadden, soms met gevaar voor eigen leven. Al kort na zijn dood had hij een legendarische status en werd hem wonderlijke geneeskracht toegeschreven.

kijken

De volgende kunstenaars noemen Pythagoras in hun toelichtingen in deze zin, dus niet in verband met de bekende stelling: *Norman Dilworth, Tam Giles, Alfons Kunen, Susan Tebby.*

a. Pythagoras is voor eenvoud en helderheid, voor eenvoudige verhoudingen gebaseerd op getallen. Kun je dat terugvinden in de kunstwerken van deze kunstenaars? Hoe zie jij dat?

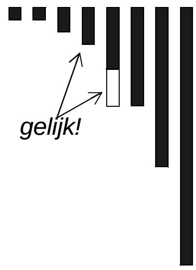
b. Iemand hoeft niet per se hardop te zeggen dat hij wel wat in de leer van Pythagoras ziet. Kun je binnen de tentoonstelling werken vinden die jij wél verwant vindt aan de genoemde kenmerken, terwijl de kunstenaar die niet zelf aangeeft in de toelichtingen?

jouw aantekeningen, observaties en opmerkingen

thema 6: Getallen met een gouden randje

informatie: de getallen van Fibonacci

Diverse kunstenaars van de tentoonstelling noemen de getallenreeks van Fibonacci en/of de Gulden Snede als inspiratiebron of gids: Hellmut Bruch, Kathleen Hyndman, Marlena Novak & Jay Alan Yim. Maar ook bij Henk Crouwel en Alfons Kunen spelen deze getallen een rol.
Fibonacci uit Pisa in Italië, 1170 – 1250, besprak in een rekenopgave de voortplanting van konijnen. Volgens hem bracht een konijnenpaar aan het eind van hun tweede maand één paartje jongen voort en daarna na iedere maand weer één paartje. In de 1^e en 2^e maand is er dan 1 paartje, in de 3^e maand zijn er 2 paartjes, het eerste en het nieuwgeboren paartje. Van die 2 brengt alleen het eerste paar na een maand een paartje jongen voort. Dan zijn er 3 paar in de volgende maand. Maar van die 3 brengen nu 2 paren jongen voort en er zijn 5 paar in de volgende maand. Daarna 5 + 3 = 8, enzovoort.



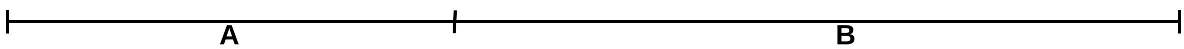
Een getallenrij ontstaat zo: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, ..enz. Elk volgend getal krijg je door optellen van de laatste en voorlaatste. Dit is de ‘*reeks van Fibonacci*’ die veel kunstenaars gebruiken.
Hoe herken je die rij in een kunstwerk?
Let op structuren als in de afbeelding hiernaast. Je kunt zien dat het verschil tussen twee opeenvolgende staafjes in juist zo groot is als het vorige staafje. Je kunt ook zien dat je twee keer 1 hebt, daarna 2 en 3, en daarna NIET 4, maar 5. Dat is dan hoogstwaarschijnlijk Fibonacci!
De grootheden kunnen natuurlijk ook anders geordend zijn.

.. en de gulden snede

De opeenvolgende Fibonacci-getallen hebben ongeveer dezelfde verhouding. Dat kun je in deze tabel van breuken goed zien. De breuken naderen steeds meer tot een vast getal:

1 / 1	1	8 / 13	0.61538	89 / 144	0.61806	987 / 1597	0.61803
1 / 2	0.5	13 / 21	0.61905	144 / 233	0.61803	1597 / 2584	0.61803
2 / 3	0.66667	21 / 34	0.61765	233 / 377	0.61804	2584 / 4181	0.61803
3 / 5	0.6	34 / 55	0.61818	377 / 610	0.61803	4181 / 6765	0.61803
5 / 8	0.625	55 / 89	0.61798	610 / 987	0.61803	6765 / 10946	0.61803

Zou je doorgaan, dan vond je steeds meer decimalen van het getal 0.6180339887499. Dat getal heeft met de *Gulden Snede* te maken. Neem een lengte van zeg 1 meter en verdeel die in stukken A en B van en 0.381966 en 0.618033 meter. (A en B zijn samen 1 meter, B is juist het speciale getal van zoeven):



Het bijzondere is nu dit:

het kleinste stuk (A) verhoudt zich tot het grootste (B)
als het grootste (B) tot het geheel (A+B).

Ofwel:

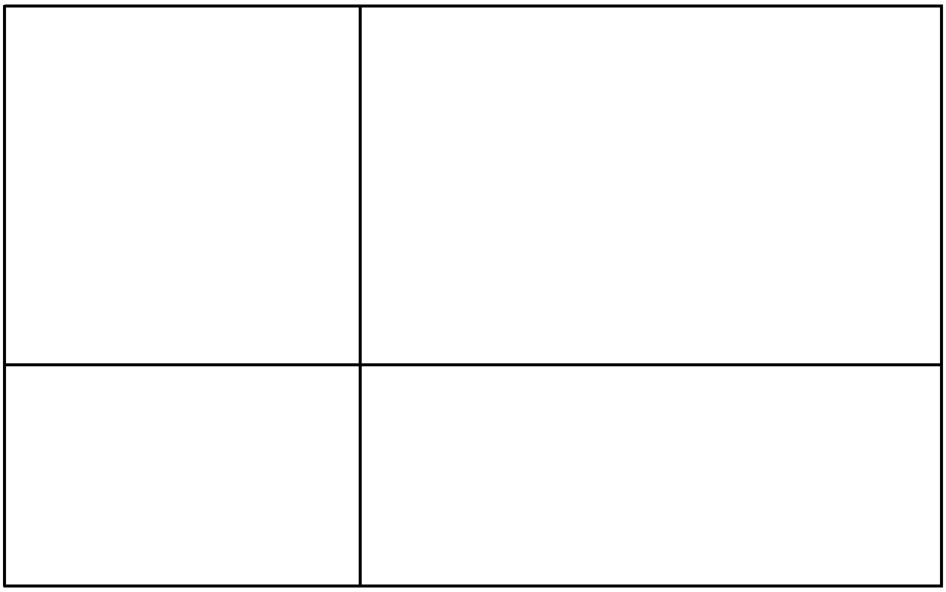
$$A : B = B : (A + B)$$

Je kunt het narekenen:

$$\frac{0.381966}{0.618033} \approx \frac{0.618033}{1}$$

De Gulden Snede wordt door veel kunstenaars een bijzondere en harmonische verhouding genoemd. Een verhouding met zo’n mooie wiskundige eigenschap zou garant staan voor schoonheid. Vaak wordt ook verteld dat de Grieken in de Oudheid en de kunstenaars uit de Renaissance hun werk op deze verhouding baseerden. Eigenlijk zijn er geen bronnen die dit aantonen, dit

verhaal is later bedach. Maar veel kunstenaars gebruiken hem toch, en waarom ook niet. Over deze *mythe van de Gulden Snede* is een boek geschreven: *De Ontstelling van Pythagoras*, door Albert van der Schoot (Uitgave Kok Agora, Tweede druk 1999).
Hieronder zie je een rechthoek die horizontaal en verticaal volgens de Gulden Snede is verdeeld. Met deze rechthoek als leidraad kun je door vergelijken 'ongeveer' zien of belangrijke punten in de schilderijen of beelden op de tentoonstelling werkelijk 'op de gulden snede' liggen. Je kunt ook de lijn in de linkerkantlijn hiervoor gebruiken.



Op internet kun je veel vinden over de Fibonacci-getallen, de Gulden Snede en het onderlinge verband tussen deze twee. Zie bijvoorbeeld:

- *http://www.mcs.surrey.ac.uk/Personal/R.Knott/Fibonacci/fib.html* (veel links naar méér)
- *http://www.pandd.demon.nl/sectioaurea.htm#2* (met wiskundige achtergronden bij de bewering over het naderen van de Fibonacci-breuken naar de Gulden Snede)).
- Fibonacci en de Gulden Snede komen ook in de natuur voor, maar spelen ook een rol bij het grote geld, bij het voorspellen van de koersen op de beurs: *http://www.techstoc.com/level_3/fibonacc.htm*

kijken

a. Hoe zijn de getallen van Fibonacci in het werk van Henk Crouwel te vinden? En bij de kunstenaars die hierboven genoemd zijn?

b. Onderzoek of de Gulden Snede óók ergens te vinden is.

jouw aantekeningen, observaties en opmerkingen

thema 7: Soorten van groei

informatie

Veel kunstwerken suggereren ondanks hun onbeweeglijkheid en hun abstracte uiterlijk een veranderings- of groeiproces. Dat gebeurt op verschillende manieren.
Soms bestaat het werk uit meerdere delen, die opeenvolgend gelezen moeten worden. Elk volgend deel is een volgende fase in het proces. Soms is er een vertakkingsproces te zien, soms een serie van in stand, grootte, kleur, vorm veranderende objecten.
Duidelijke voorbeelden van heel verschillende soorten groei of verandering vind je bij Pavel Rudolf, Vera Röhm, Alfons Kunen en Piet van Mook. Je vindt meer in het artikel '*Ars et Mathesis*' op de website waar deze lesbrief staat.

kijken

a. Zoek zoveel mogelijk vormen van groei, verandering, verstilde beweging op de tentoonstelling. Noteer de soorten en geef er voorbeelden van de tentoonstelling bij.

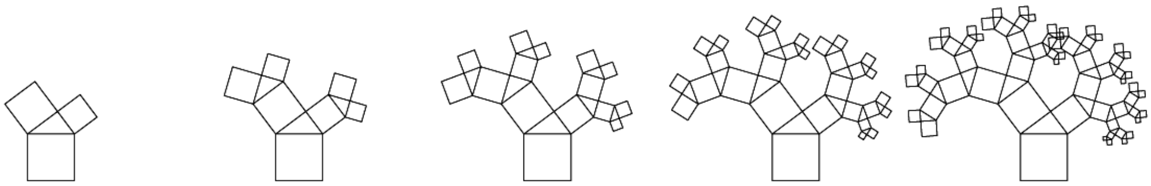
b. Verklaar nu de titel van de tentoonstelling.

jouw aantekeningen, observaties en opmerkingen

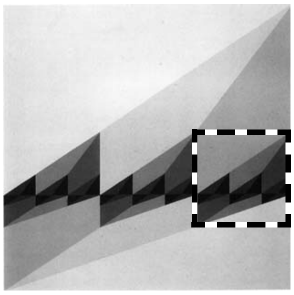
thema 8: Vertakkingen en fractalen

informatie

Een stam splitst zich in takken. De takken splitsen zich in dunne takjes. De takjes in twijgjes. Dat is een belangrijke structuur: de delen hebben dezelfde gedaante als het geheel. Zulke structuren worden vaak fractals genoemd.
De *boom van Pythagoras* zelf is er zo een, hier zie je hem groeien:



De eerste figuur is de bekende figuur bij de stelling van Pythagoras, maar nu op het grootste vierkant neergezet. Zie die nu eens als een dikke boomstam met twee takken. Laat de vierkante takken nu eens wat uitbotten. Zó, dat de twee kleinere vierkanten zelf ieder weer de boomstam vormen van een gelijke, maar iets kleinere Pythagoras-figuur. Elke tak heeft zo twee ondertakjes gekregen en we hebben nu vier kleine takken aan het eind!
Net als bij echte bomen kan het proces nog een aantal stappen doorgaan, met dan maar liefst acht, zestien en meer eindtakjes.
Het gaat hier vooral om het vertakkingsproces, niet om de speciale vorm van de boom. In dit schilderij van Alfons Kunen (niet op de tentoonstelling) tref je een heel andere fractale structuur aan. Het gestippelde vierkant bevat een -donkerder - kopie van het geheel. Er zijn nog twee van die kopëeen. Hier geen vertakking in tweeën zoals bij de Pythagoras-boom, maar in drieën.



kijken

a. Maak een paar schetsjes van andere werken die een fractale structuur hebben. Komen er nog andere vertakkingsgraden dan 2 en 3 voor?

b. Een van de grotere ruimtelijke werken op de tentoonstelling is ook fractaal opgebouwd! Wat is de basisvorm die gebruikt wordt?

jouw aantekeningen, observaties en opmerkingen

thema 9: Ja en nee over wiskunde en kunst

informatie

De deelnemende kunstenaars denken niet allemaal hetzelfde over het verband tussen kunst en wiskunde. Hier zijn vier van hun meningen.

I: Wiskunde wordt gestudeerd, toegepast; maar wiskunst wordt bedreven. [...]

II: Mijn leven, denken en werken is doortrokken van getallen, structuur, ordening en systeem. Getallen = verhoudingen; verhoudingen = structuur; structuur = systeem; systeem = ordening; ordening = evenwicht - helderheid - schoonheid. Daarin beleef ik een gevoel van schoonheid.

III: Volgens de leer van Pythagoras zijn het getal en de harmonie de basisprincipes van al het Zijnde. Mijn kunstwerken zijn tot vorm geworden gedachten en ideeën, het zijn vindingen, constructies. [...]

IV: Mijn artistieke beslissingen berusten op controleerbare handelingen, met geometrische vormen als uitgangspunt. [...]

kijken

a. Kun je bij deze vier uiteenlopende meningen werken vinden die er bij aansluiten?

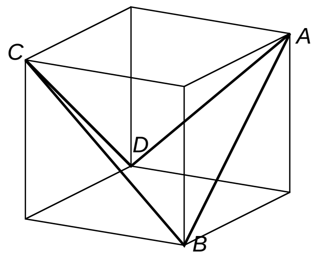
b. Of hoeft dat helemaal niet te kunnen, hoef je aan de kunstwerken helemaal niet te kunnen zien wat de kunstenaar denkt? Leg uit wat jij denkt.

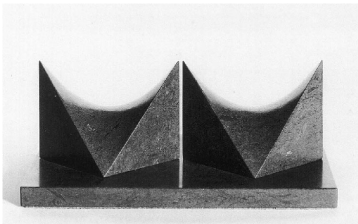
c. Helpt het bij het ‘beleven’ van werken op de tentoonstelling als je wat wiskundige achtergronden ervan kent? Geef je mening.

jouw aantekeningen,observaties en opmerkingen

thema 10: Transformaties en kubussculpturen

informatie





Alfons Kunen maakt zijn werk in series met een specifiek thema. In de serie *Würfelskulpturen* zijn alle beelden gemaakt uit elementen die ontstaan zijn door het op een speciale manier doorsnijden van een kubus. Zie de tekening hiernaast, waar je een kubus ziet met een grote om de kubus gesloten zigzaglijn van 4 diagonalen. Stel je nu een lang dun recht mes voor, dat tegen de lijn *AB* wordt gezet. Het mes gaat zó door de kubus heen dat het er bij CD weer uit komt. Het snijdt van *A* naar *D* en van *B* naar *C*; het draait dus onderwijl. Tussen de zigzag is een gebogen snijvlak ontstaan. Op de tentoonstelling kun je onderzoeken wat voor stukken er overblijven!
Hiernaast zie je *Würfelskulptur L/W 12/96* (niet op de tentoonstelling, er zijn wel andere *Würfelskulpturen* aanwezig) waarin je de gebogen snijvlakken goed kunt zien. Op dat gebogen vlak is de kubus dus doorgesneden. Op de volgende bladzijde zie je een constructietekening voor het kubuselement van de hand van Alfons Kunen zelf. In de tekening staat het element op een zijvlak opgesteld. Kunen geeft aan dat de horizontale doorsnijdingen (in de kolom van figuren rechts) allemaal dezelfde oppervlakte hebben al zijn de vormen anders.
Bozena Kowalska over Alfons Kunen, in de catalogus van de overzichtstentoonstellingvan dit voorjaar: *Kunens sculpturen worden beheersd door een onverstoorbaar evenwicht en rust, evenals zijn schilderijen die volgens de beginselen van de fractale geometrie zijn ontworpen. [...] En op dezelfde verrassende wijze staan zijn werken dicht hij de natuur. Zij vormen een harmonisch geheel met de natuur alsof zij deel van de natuur uitmaken, een deel van haar schepping zijn. Dit is het mooie en raadselachtige aan zijn werk. Men mag aannemen dat dit toegeschreven kan worden aan hun wiskundige oorsprong. Want de geometrie vormt de verborgen binnenstructuur van al hetgeen in de natuur voorkomt, van een klein plantje, van elk organisme tot aan het universum en de microkosmos.*

kijken

a. Beneden in het museum zijn kubuselementen waar je mee kunt experimenteren. Tast met een recht potlood af hoe de beschreven snijbeweging verloopt.

b. Twee van de elementen vormen samen een perfecte kubus. Probeer!

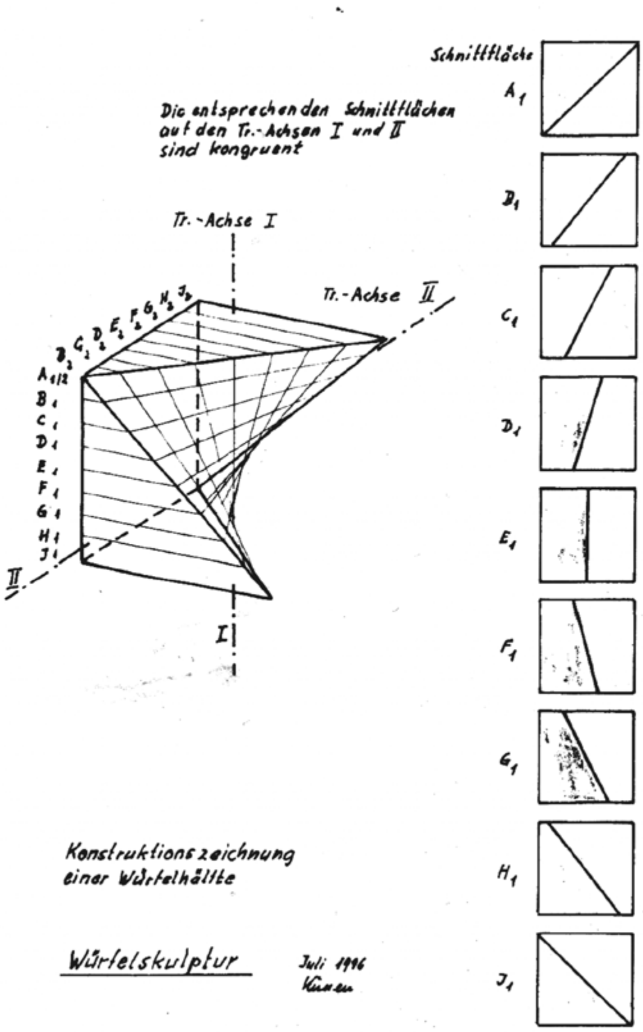
c. Probeer hoeveel verschillende objecten je met vier van deze elementen kunt maken. Maak objecten die je open, gesloten, uitnodigend, afzonderend of iets anders zou noemen.

d. Het gebogen vlak is zeer prominent te zien in de kleine aluminium zuil van vier kubussen op elkaar. Daar gaat de wiskundige constructie over in een organische vorm. Herken je dat? Gebeurt dat bij meer van Kunen's werken? Bekijk in dit opzicht ook het beeld *Alpha XIII.*
Is er een verband met het citaat van Bozena Kowalska?

jouw aantekeningen, observaties en opmerkingen - begin -

vervolg aantekeningen, observaties en opmerkingen

constructietekening van Alfons Kunen bij het kubuselement



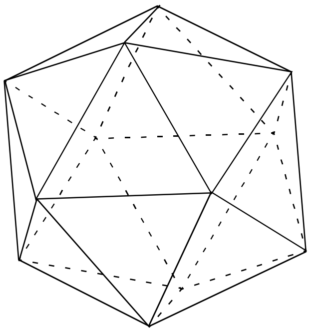
Konstruktionszeichnung einer Würfelhälfte, 1996

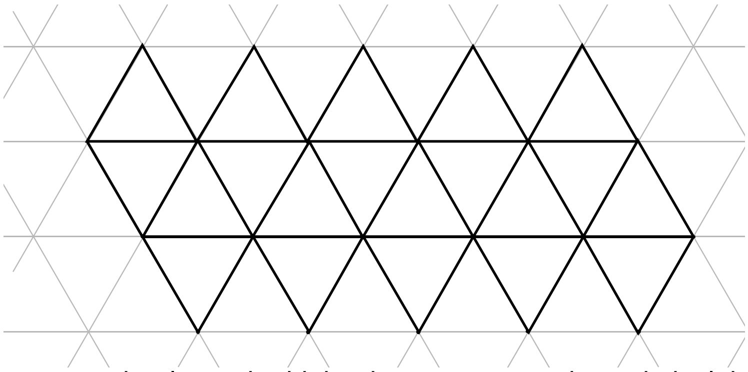
Tusche auf Papier, 29,7 x 21

thema 11: Distortions

informatie

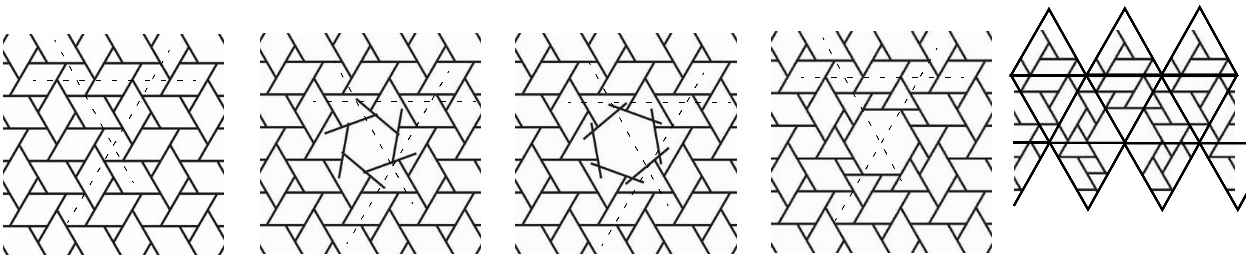
Twee bijzondere bolvormen, ontworpen door Rinus Roelofs, elk bestaande uit 60 houten elementen opgebouwd. Deze bolvormen zijn via een een bijzonder 'verstoring' uit het regelmatig twintigvlak (de icosaëder) ontstaan. Een ruimtelijke afbeelding van een regelmatig twintigvlak je hironder links met een uitslag ernaast. .





Je ziet dat de uitslag deel uitmaakt van een doorlopende driehoekenstructuur. In het twintigvlak komen op alle hoeken vijf driehoeken bij elkaar. Aan de uitslag kun je dat ook zien.
Die doorlopende driehoekenstructuur gebruiken we nu om de 'distorsie' te begrijpen.

Struktuurverandering



De struktuur in de afbeelding links is het basispatroon voor de beide bollen. Je ziet het driehoekspatroon gestippeld op de achtergrond. Nu gaan we veranderingen aanbrengen in het patroon. De verandering komt hier in enkele fasen tot stand door draaiing van 6 elementen in het patroon, elk om hun eigen middenpunt. Het patroon in de vierde afbeelding is weer geschikt om een bol mee te maken.
Om tot de bolvorm te komen moet de struktuur van de uitgeslagen icosaeder er op worden aangebracht. Dat is in de vijfde illustratie van de rij gedaan. De zeshoekige gaten in de vlakke patronen komen nu als vijfhoeken in de bollen terug, als de uitslag tot icosaeder wordt gebouwd.
Binnen de bol kunnen we het aantal verstoringen variëren van 1 tot 3.

Rinus Roelofs, die de twee 'Distortions' maakte, heeft ook een computeranimatie op de tentoonstelling.

kijken

a. Op grond van deze beschrijving kun je beredeneren dat er inderdaad 60 houten elementen moeten zijn. Hoe?

b. Rinus Roelofs zegt dat er maar 1, 2 of 3 van deze verstoringen op de bol kunnen gemaakt worden. De verstoringen vinden plaats aan de hoekpunten van het twintigvlak, maar kunnen niet bij naburige hoekpunten plaats vinden. Probeer nu op de bol zelf vast te stellen waarom er dus niet meer dan 3 kunnen zijn.

c. In het eerste plaatje van de vijf op een rij staat eigenlijk een figuur die je tot in het oneindige kunt voortzetten. Het is een zogenaamde regelmatige vlakverdeling. Regelmatige vlakverdelingen komen veel voor in de geometrisch-abstracte kunst. Beroemd zijn de regelmatige patronen in het Alhambra in Spanje en die van Escher. Zijn er meer van die regelmatige vlakverdelingen op de tentoonstelling? Wat vind je er van het twintigvlak een regelmatige vlakverdeling op de bol te noemen?

jouw aantekeningen, observaties en opmerkingen