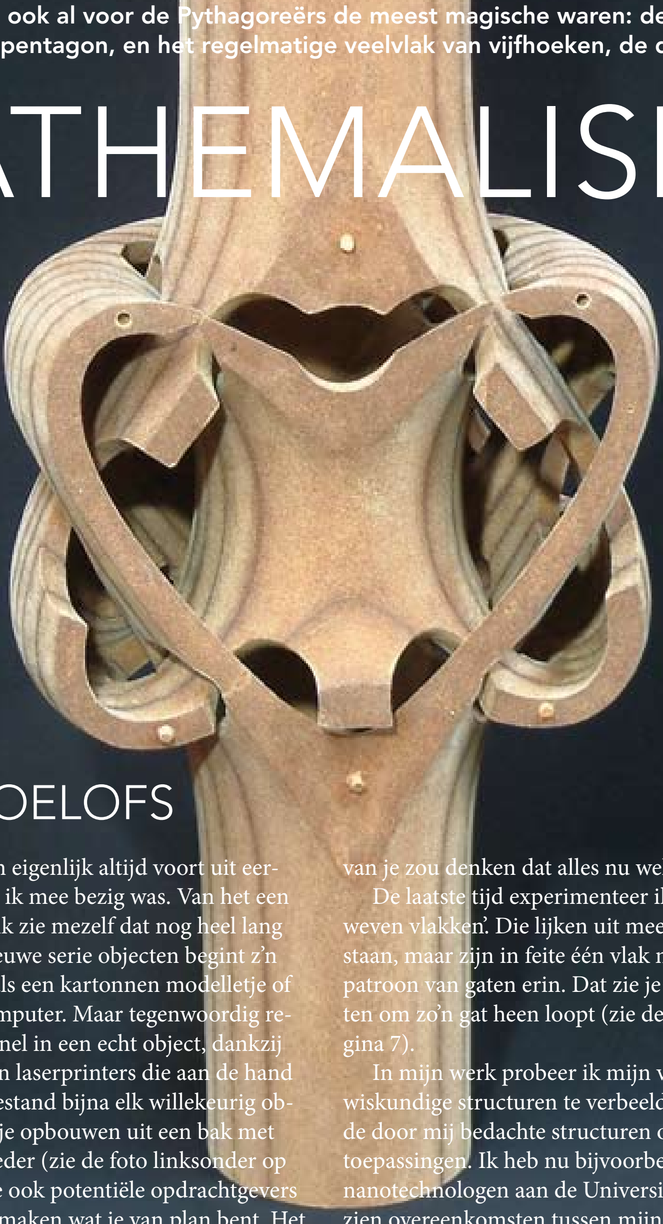
Sinds computers kleurenplaten van fractals kunnen maken, heeft iedereen op z'n minst enig idee wat wiskundigen bedoelen met de schoonheid van hun vak. Ook sommige kunstenaars zijn er door gefascineerd. Ter afsluiting van het jaarthema 'wiskunde en kunst' exposeren we werk van drie beoefenaars van wat je 'mathemalisme' zou kunnen noemen: een kunstvorm die grotendeels wordt voortgebracht door de wiskunde zelf, waarbij de artiesten zelf eerder spreken van 'onderzoek' dan van 'inspiratie' of 'creativiteit'. Rinus Roelofs plooit en vlecht tweedimensionale vlakken in bochten die je driedimensionaal niet voor mogelijk houdt. Astrofysicus Vincent Icke gebruikt de vergelijkingen waarmee hij rekent aan exploderende sterren, om evoluerende landschappen te creëren, waarvan hij in dit artikel snapshots presenteert. Gerard Caris lijkt welhaast behekst door de vormen die ook al voor de Pythagoreërs de meest magische waren: de regelmatige vijfhoek, het pentagon, en het regelmatige veelvlak van vijfhoeken, de dodecaëder.

MATHEMALISME

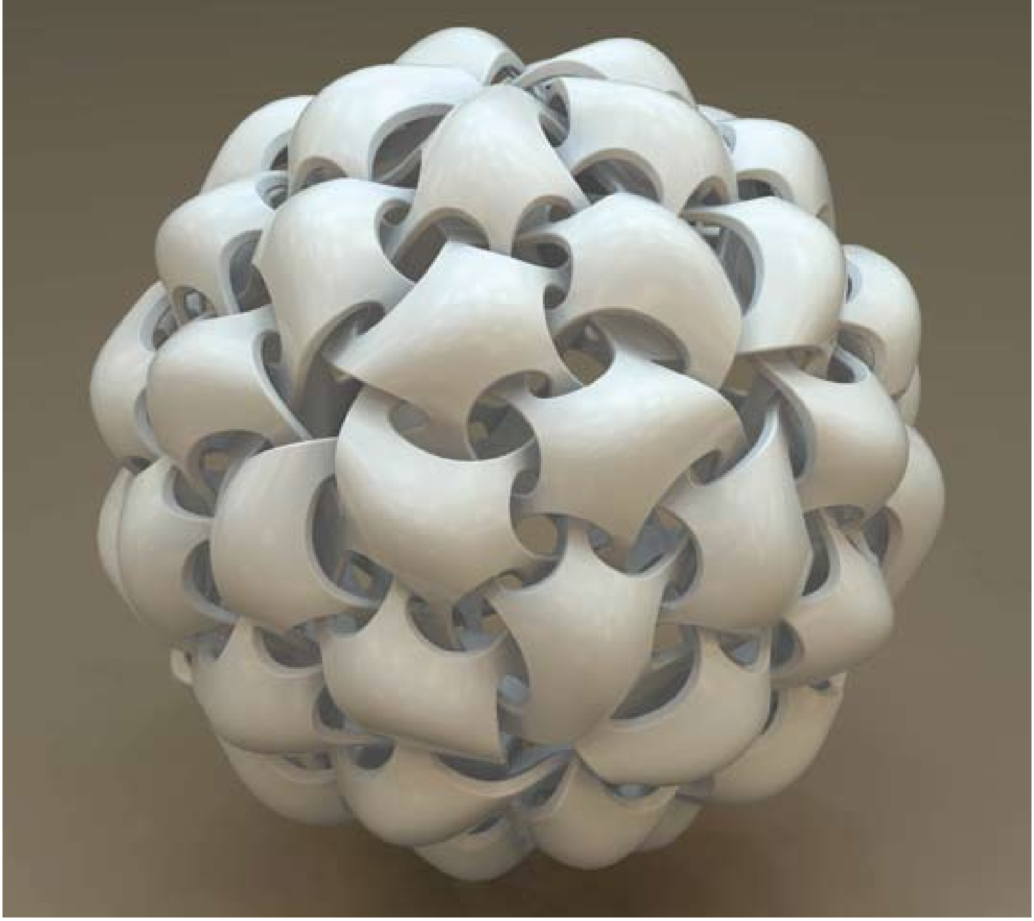


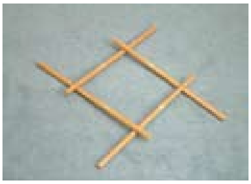
RINUS ROELOFS

"Mijn ideeën komen eigenlijk altijd voort uit eerdere projecten waar ik mee bezig was. Van het een komt het ander, en ik zie mezelf dat nog heel lang voortzetten. Een nieuwe serie objecten begint z'n bestaan misschien als een kartonnen modelletje of een kladje op de computer. Maar tegenwoordig resulteert dat al heel snel in een echt object, dankzij 3D-printers. Dat zijn laserprinters die aan de hand van een computerbestand bijna elk willekeurig object laagje voor laagje opbouwen uit een bak met nylon- of metaalpoeder (zie de foto linksonder op pagina 7). Zo kun je ook potentiële opdrachtgevers veel beter duidelijk maken wat je van plan bent. Het is verbazingwekkend wat er nog te ontdekken valt op dit gebied, dat schijnbaar zo simpel is en waarvan je zou denken dat alles nu wel bekend is.

De laatste tijd experimenteer ik veel met 'verweven vlakken'. Die lijken uit meerdere lagen te bestaan, maar zijn in feite één vlak met een regelmatig patroon van gaten erin. Dat zie je als je in gedachten om zo'n gat heen loopt (zie de grote foto op pagina 7).

In mijn werk probeer ik mijn verwondering over wiskundige structuren te verbeelden. Soms hebben de door mij bedachte structuren ook praktische toepassingen. Ik heb nu bijvoorbeeld contacten met nanotechnologen aan de Universiteit Twente. Die zien overeenkomsten tussen mijn verknoopte vlakken en de manier waarop zij moleculen aan elkaar proberen te schakelen."





Rinus Roelofs ontdekte dat het mogelijk is om een vrijdragende koepel te bouwen uit losse balken. Elke balk bevat alleen vier ondiepe inkepingen, maar geen verbindingen met touw, lijm of pennen.

Een driedimensionale schuifpuzzel; in de praktijk zijn de stukken onmogelijk nog uit elkaar te halen.

Meer werk van Rinus Roelofs: www.rinusroelofs.nl

VINCENT ICKE

"Er zijn grote verschillen tussen kunst en wetenschap, maar er zijn ook veel overeenkomsten. De belangrijkste daarvan is: onderzoek. Door onderzoek ontstaat spanning en vooruitgang. Niet voor niets eindigt een schaakpartij bij 'herhaling van zetten' in remise: saaie prei.

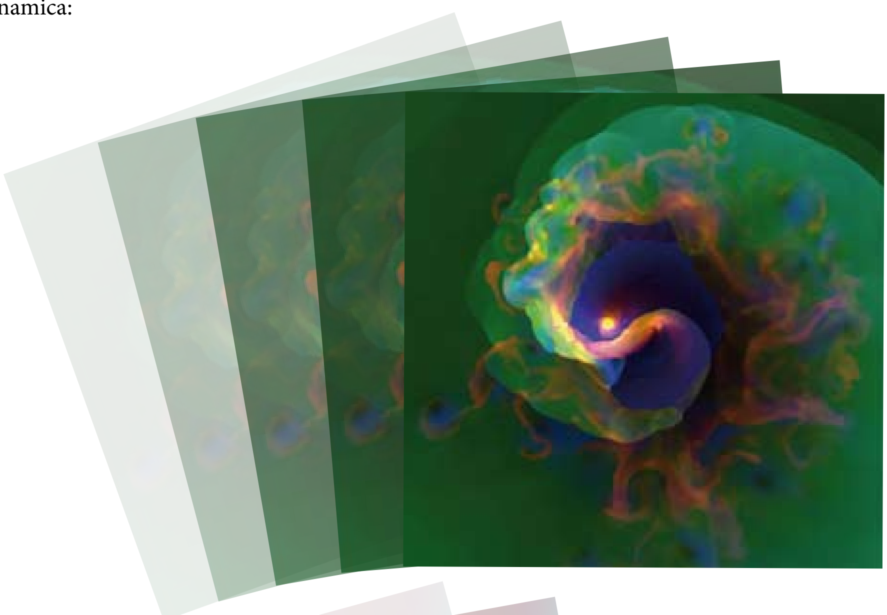
In mijn kunst onderzoek ik hoe bestaande natuurwetten kunnen worden gebruikt om beelden te maken. Met de regels van de klassieke mechanica en de zwaartekracht kan ik spannende ruimtelijke sculpturen maken, maar er is veel meer. Hieronder laat ik een paar beelden zien die zijn gemaakt door gebruik te maken van de wetten van de gasdynamica:

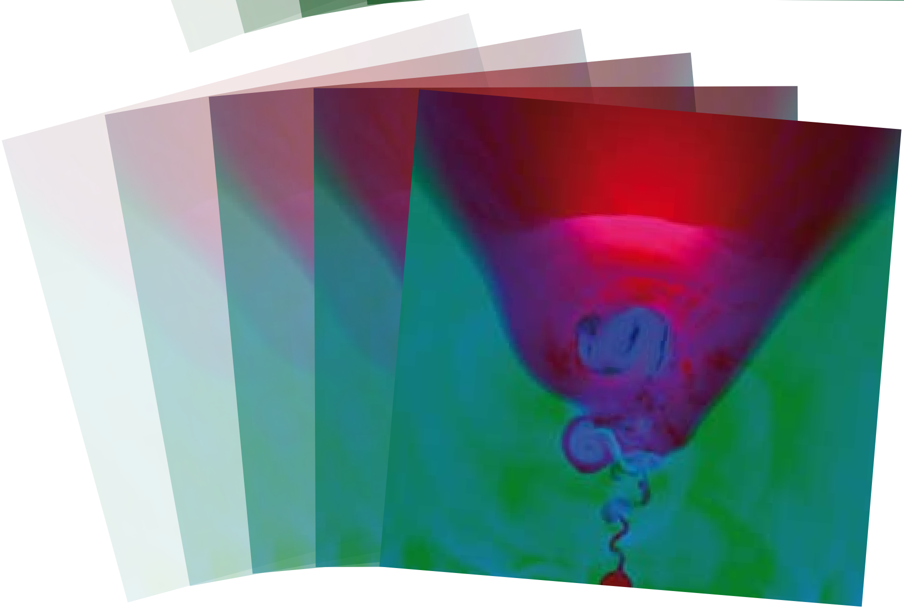
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j}\rho v_j = 0$$

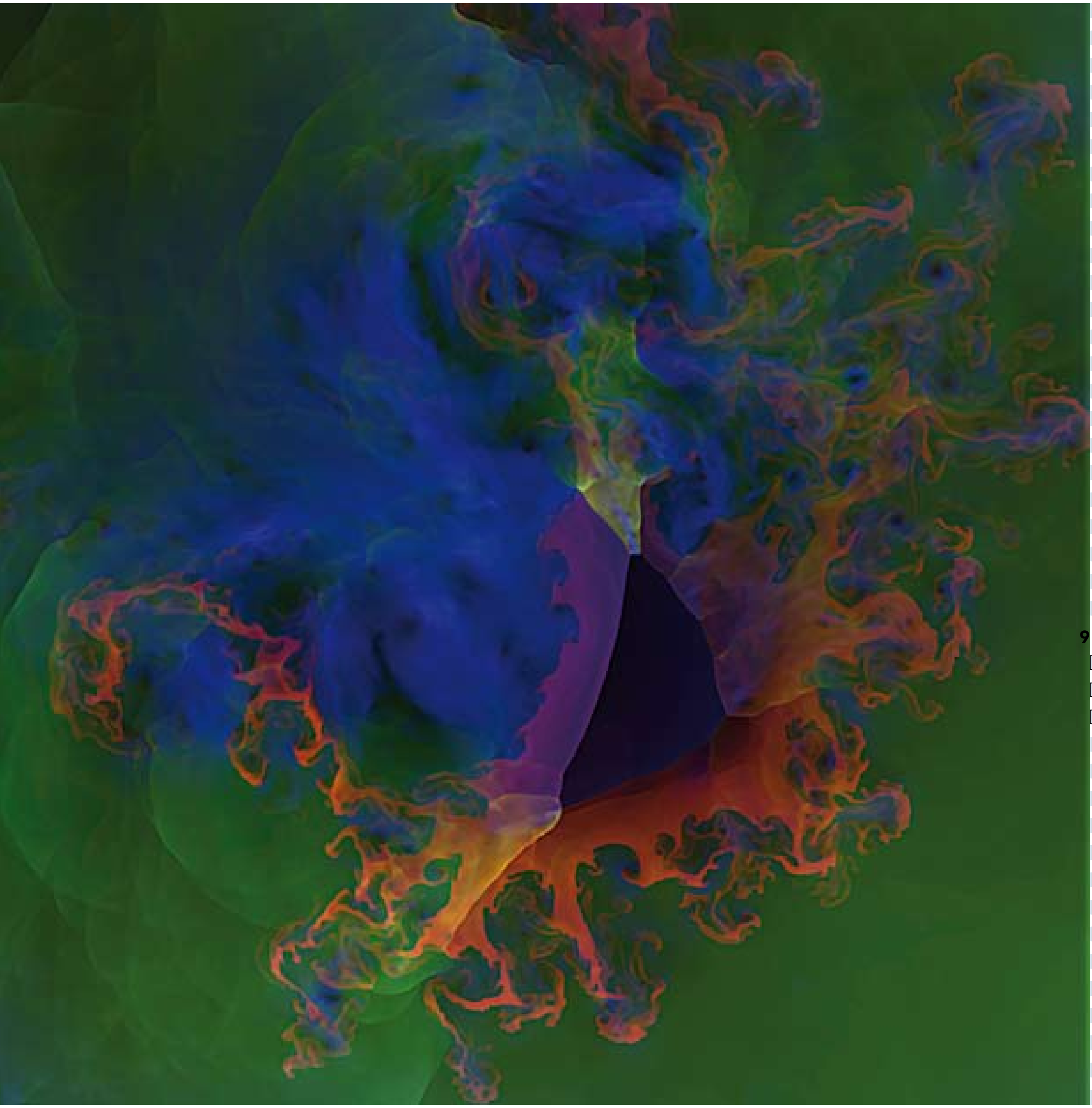
$$\frac{\partial}{\partial t}\rho v_j + \frac{\partial}{\partial x_k}\rho v_j v_k = -\frac{\partial P}{\partial x_j} + g_j$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho e + \frac{1}{2}\rho v^2) + \frac{\partial}{\partial x_j}\left((\rho e + \frac{1}{2}\rho v^2 + P)v_j\right) = v_j g_j$$

De dichtheid ρ en de druk P van het gas, de snelheid v_i en de zwaartekracht g_i beschrijven het systeem volledig. In de afbeeldingen wordt ρ weergegeven door de kleur rood, P door groen en v door blauw. Ik kies een begintoestand door in een afgebakende ruimte de dichtheid en de snelheid voor te schrijven, laat er mijn zelfgeschreven hydrodynamica-code op los, en ga zitten wachten als een fotograaf op het juiste moment. Klik!"







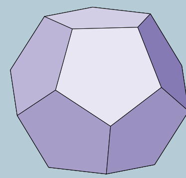
Andere projecten op dit gebied van Vincent Icke:
www.alien-art.nl

GERARD CARIS

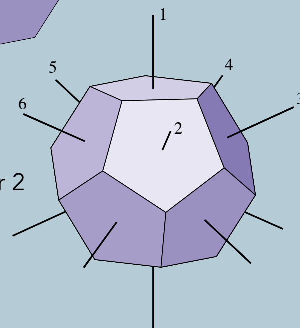
Fysicus Robbert Dijkgraaf:
“Onder alle wiskundige curiositeiten is er één onvermijdelijke kandidaat om de allermooiste te zijn: de dodecaëder. Ik denk dat de vijfhoeken daarbij een speciale rol spelen. De andere regelmatige veelvlakken bestaan uit driehoeken of vierkanten die ook op andere manieren samengesteld kunnen worden. Bijvoorbeeld, je kunt er een vlak mee betegelen, een heel regelmatig maar saai patroon dat je oneindig ver kunt voortzetten. Zoiets kan met vijfhoeken niet, ze passen gewoon in geen enkel oneindig patroon. Ze hebben een sterke wil en laten zich alleen samenstellen tot een dodecaëder. Dit maakt de dodecaëder tot zo’n vruchtbaar object in de kunst van Gerard Caris. Hij heeft ons vele facetten van z’n schoonheid laten zien. Het is nauwelijks voorstelbaar dat hij net zulke fascinerende kunst had kunnen maken van kubussen.”

Wiskundige Jan van de Craats:
“Een ruitenveelvlak is een veelvlak met ruiten (vierhoeken met vier gelijke zijden) als zijvlakken. Caris gebruikt twee heel speciale ruitenveelvlakken als bouwstenen. Ze hebben allebei zes congruente ruiten als zijvlakken. Ze zien eruit als vreemde, scheve kubussen, en beide typen zijn verwant aan de dodecaëder (figuur 1) op een intrigerende, subtiele manier. Om dit te begrijpen, moet je eerst bedenken dat een dodecaëder zes vijfvoudige rotatieassen heeft, die door de middelpunten lopen van tegenoverliggende zijvlakken (figuur 2). Deze assen zijn zes rechte lijnen door het middelpunt van de dodecaëder (figuur 3). De hoek tussen elk paar assen is hetzelfde: ongeveer 63 graden, 26 minuten, maar de tangens is exact 2.

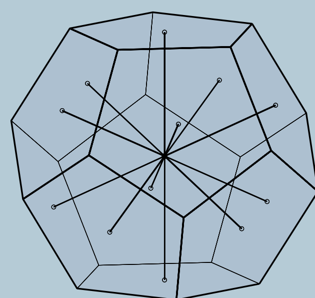
De volgende stap is, om drie van de zes assen te kiezen en een ruitenzesvlak te vormen met drie ribben langs die assen. Dat kan op precies twee verschillende manieren. Ze heten A6 en O6 (figuur 4). Gerard Caris gebruikt die twee ruitenzesvlakken als bouwstenen om esthetisch aantrekkelijke, nietconvexe configuraties, beelden en reliëfs te maken. A6 en O6 zijn beslist niet alleen maar curiositeiten; ze hebben belangrijke eigenschappen die verband houden met actueel wiskundig en kristallografisch onderzoek. Je kunt er bijvoorbeeld niet-periodieke, ruimtevullende stapelingen mee maken.”
(Zie ook ‘Gulden ruitenveelvlakken’ van Jan van de Craats in *Pythagoras* 41, nr. 6, pp. 10-15.) ■



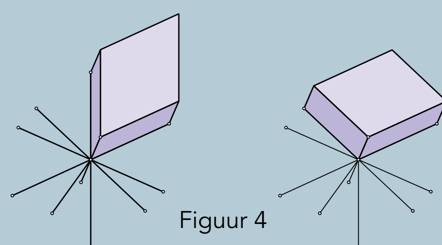
Figuur 1



Figuur 2

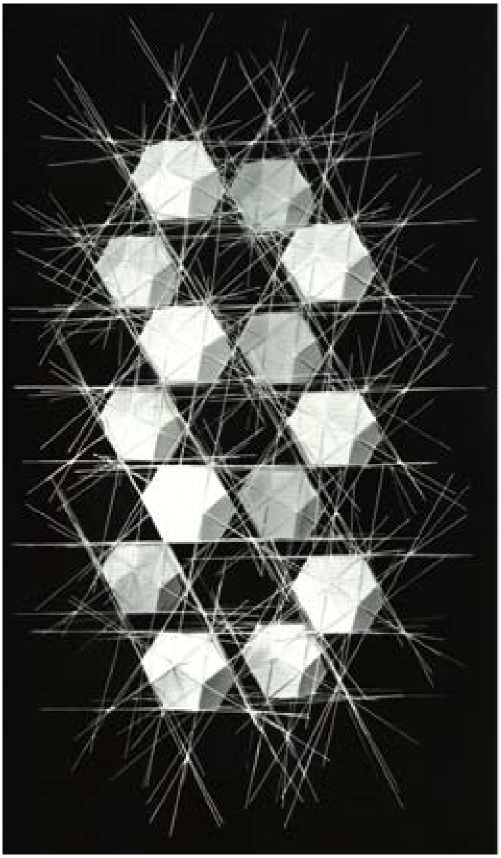


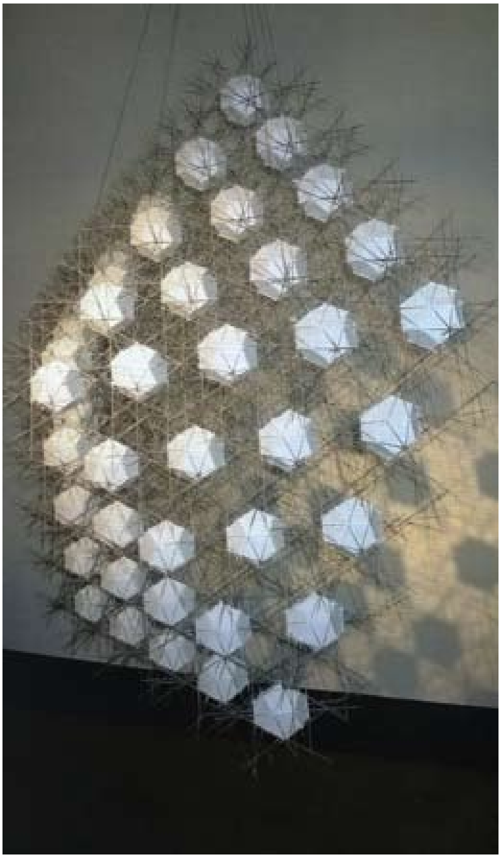
Figuur 3



Figuur 4

Figuren: Jan van de Craats





De teksten en beelden op deze twee pagina's zijn ontleend aan *Pentagonismus/Pentagonism*, een Duits/Engelstalig boek over Gerard Caris (ISBN 978-3-86560-251-0).