

RESTRUIMTE HET BELANG VAN DAT WAT ER NIET IS



TEXTURE

Uitgave in het kader van

QUA ART | QUA SCIENCE



UNIVERSITEIT TWENTE.



RESTRUIMTE HET BELANG VAN DAT WAT ER NIET IS

Rinus Roelofs neemt in Qua Art – Qua Science een belangrijke plaats in als stichtingsbestuurder en lid van de werkgroep. Hij is initiator van en deelnemer aan praktisch al onze programma's en dit is de derde uitgave met een onderwerp van zijn hand. Het programma is tevens ter ere van het 50-jarig jubileum van de Universiteit Twente, voor welke gelegenheid hij een viertal beelden op het terrein van de campus realiseert. Daaraan is dan ook voornamelijk dit boekje gewijd. Ging zijn eerste boekje over 'structurele sensatie' en het tweede over 'gekoppelde gaten', het nieuwe thema gaat over 'restruimte' of poëtischer uitgedrukt over 'het belang van dat wat er niet is'. Steeds opnieuw blijkt Rinus Roelofs ons te kunnen verrassen, als kunstenaar en als wetenschappelijk wetenschapper. Al veel langer kennen wij de veel gebezigde opvatting 'de kunst van het weglaten', maar daarover gaat het nadrukkelijk niet bij Rinus Roelofs. Hij immers wil het er juist over hebben hoe belangrijk datgene is wat er niet letterlijk en tastbaar staat, maar wel wordt waargenomen. Sterker nog, hoe dat te benutten valt, welke mogelijkheden het biedt. Niet voor niets wil wetenschapper en mede initiatiefnemer van Qua Art - Qua Science, Dave Blank, juist vanwege deze ongrijpbaarheden de verwevenheid aantonen van de kunst met de wetenschap. Evenmin niet voor niets grijpt de rector magnificus Ed Brinksma



Spiraalgatenvlak - Duaal 884

terug in de geschiedenis naar de zogenoemde wisconst. Beiden hebben een fundamentele overtuiging dat de kunst een bijna vanzelfsprekende voorsprong heeft op de wetenschap. De kunstenaar, en in het algemeen de kunst, hoeft immers vanuit zichzelf geen stelling te nemen, geen geldig bewijs te voeren, behalve misschien om zijn professionaliteit te bewijzen, een creatief verrassend product te willen tonen dat kan overtuigen. In het artistieke proces betekent dit dat het ontdekken van bijzonderheden ongelimiteerd door kan gaan. De creatieve geest doet haar werk. Voor sommige kunstenaars die werken met moderne media zoals Rinus Roelofs, is onze huidige tijd een soort 'gouden' eeuw. Een tijd met ongekende mogelijkheden waarin je zelfs aan kunt tonen dat dat wat er niet is, tastbaar en zichtbaar gemaakt kan worden. Uiteraard kunnen al die mogelijkheden ook de wetenschap dienen en doen ze dat ook tot op het allerkleinste, ondenkbare niveau. Alleen zal de wetenschap ze

moeten onderbouwen en nieuwe ontwikkelingen gaan beproeven, realiseren en uitdragen. Deze onderzoeken aan universiteiten zijn dan ook van onnoemelijk belang. Wat kunnen wij, als werkgroep die beide belangen, kunst en wetenschap, met elkaar willen verbinden en het inspirerende effect ervan uitdragen, trots zijn op een universiteit als de onze. Dé Universiteit Twente die het belang van haar onderzoeksinstituten onderkent. Wat prijzen wij ons gelukkig met de bevrogen wetenschappers die zich uit hun isolement bevrijden, zich sociaal en maatschappelijk bewegen en zich bovendien vrijelijk laten inspireren door de kunst.

Namens de werkgroep QAQS dank ik allereerst Rinus Roelofs voor zijn bijdrage, verder Ed Brinksma voor zijn getuigenis en Dave Blank als onmisbare wetenschapper, zo helemaal van deze tijd.

Martha J. Haveman

REMAINING SPACE THE IMPORTANCE OF WHAT IS NOT THERE

As a member of both the board and the working party Rinus Roelofs occupies an important place in Qua Art-Qua Science. He is an initiator of and participant in virtually all our programs and this is the third edition with a subject contributed by him. The program also celebrates the 50th anniversary of Twente University for which occasion he has realized four sculptures on the campus grounds. That is what this booklet is mainly about.

His first booklet dealt with 'structural sensation', the second with 'connected holes' and his latest theme is 'remaining space' or in a more poetic way 'the importance of what is not there'. Time and again Rinus Roelofs has succeeded in surprising us, both as an artist and as a scientist. We are all familiar with the frequently heard notion of 'the art of omission', but that is definitely not what it is about in the case of Rinus Roelofs. On the contrary, what he wants to stress is the importance of that which is not literally and tangibly there, but can be perceived. More than that, how it can be used and what opportunities it offers. It is for a good reason and precisely because of these intangibles that Dave Blank, scientist and co-initiator of Qua Art-Qua Science, wants to show the interrelationship of art and science.



Spiraalgatenvlak - Arte Sella

By the same token Professor Ed Brinksma, vice-chancellor of Twente University, goes back in history recalling the so-called wisconst. Both of them have a fundamental conviction that the edge the arts have over science is almost self-evident. The artist, and art in general, does not have to take a stand, does not have to furnish valid proof, except perhaps to prove his professionalism, wanting to show a creatively surprising product that can convince. In the artistic process this means that the discovery of things extraordinary can continue without limitation. The creative mind does its work. For some artists like Rinus Roelofs who work with modern media, our present-day era is a kind of 'golden age'. An era with unknown possibilities where you can even prove that that which is not there can be made visible and tangible. Obviously, all these possibilities can also benefit science and do so on the smallest possible and conceivable level. However, science will have to give them a solid basis and will have to test, realize and propagate new developments. It goes without saying that university research is of immense importance. We, as working party that wants to bring the two interests, art and science, together and spread the inspiring result, may be proud of a university like ours. The University of Twente that realizes the importance of its research institutes. We consider ourselves fortunate to have inspired scientists who leave their ivory tower, move in society and what's more, let themselves be freely inspired by art.

On behalf of the working party QAQS I would like to thank Rinus Roelofs for his contribution, Ed Brinksma for his statement and Dave Blank as indispensable scientist.

Martha J. Haveman

WISCONST

Simon Stevin, wiskundige en ingenieur uit de Gouden Eeuw der Nederlanden, heeft de Nederlandse taal met een groot aantal wetenschappelijke termen verrijkt. Zo zijn woorden als wiskunde en wijsbegeerte aan hem te danken, waarmee het Nederlands zich onderscheidt van de meeste andere Europese talen, die zich moeten behelpen met varianten van de klassieke benamingen. Interessant is dat Stevins oorspronkelijke term ‘wisconst’, de kunst van het zeker weten, geen vertaling is van het klassieke mathematica, waar wijsbegeerte wel kan worden gelezen als een vertaling van het woord philosophia. Het Griekse woord mathematikos betekent oorspronkelijk alleen leergierig. Veel wiskundigen ervaren het bedrijven van hun vak als een vorm van kunst en herkennen zich waarschijnlijk meer in Stevins terminologie dan in de klassieke benaming. Zo publiceerde Stevins tijdgenoot Gerolamo Cardano een boek over algebra onder de titel Ars Magna (de grote kunst). Eén van de meest overtuigende betogen over de betekenis van schoonheid en elegantie voor de wiskunde, is door de Engelse wiskundige G.H. Hardy verwoord in zijn essay ‘A Mathematician’s Apology’ (“A mathematician, like a painter or a poet, is a maker of patterns”). Uit mijn eigen opleiding herinner ik mij de woorden van de Nederlandse wiskundige Floris Takens, die tijdens een college opmerkte dat het belangrijkste criterium voor een wiskundige stelling was of deze mooi was, pas daarna of ze ook waar was.

Door buitenstaanders wordt de wiskunde vaak gezien als een saai en moeilijk te doorgronden vakgebied, omdat het werkt met abstracte ideeën in plaats van concrete materialen en zich bedient van een nogal esoterische notatie. Men laat zich hierbij afleiden door de techniek van het vakgebied, zonder door te kunnen dringen tot zijn essentie. Maar juist de geest van de wiskunde, hét vakgebied van de verbanden en patronen, kan als geen ander verbeeld worden met behulp van de kunst. Immers die geest vinden we in de arabesken en mozaïeken van de Islamitische bouwkunst, het perspectief in de schilderijen van de Renaissance en de patronen in de werken van Escher. Als we die kunstuitingen mooi vinden, dan is dat natuurlijk niet omdat er wiskunde ‘in’ zit, maar omdat ons geestesoog de onderliggende structuren herkent en apprecieert. Volgens de filosoof Hegel is een esthetische ervaring een vorm van resonantie tussen het kunstwerk en de geest. Met enig gevoel voor overdrijving, is zo gezien een esthetische beleving dus een onbewust wiskundige activiteit.

Door moderne technologie in de vorm van computer graphics en 3D-printers zijn er tegenwoordig meer mogelijkheden dan ooit te voren om het verband tussen wiskundige representaties en esthetische ervaringen in twee en drie dimensies uit te buiten. Het fascinerende van wiskundige structuren kan zodoende dikwijls op verrassende wijze voor iedereen zichtbaar worden gemaakt. Omgekeerd kan men op zoek naar wiskundige principes die esthetische patronen genereren. De Universiteit Twente kan zich gelukkig prijzen met een alumnus als Rinus Roelofs, die na zijn studie Toegepaste Wiskunde aan de universiteit en daarna beeldende kunst aan de AKI, zich als geen ander heeft ontwikkeld tot een vooraanstaand bemiddelaar tussen de kunst en de wiskunde. Zijn tentoonstellingen en lezingen over de gehele wereld laten de universaliteit van de door hem ontwikkelde wiskundige esthetiek overduidelijk zien. Als onderdeel van het 10e UT lustrumjaar is hem gevraagd een aantal 3D-geprinte sculpturen voor de campus te maken. Qua Art Qua Science begeleidt de komst van deze beelden met dit speciale boekje, waarin de kunstenaar zelf ingaat op bijzondere weefpatronen en hun esthetische mogelijkheden.

Ik wens de lezer veel lees- en kijkplezier.

*Ed Brinksma
Rector Magnificus Universiteit Twente*

WISCONST

Simon Stevin, mathematician and engineer of the Golden Age of the Netherlands, enriched the Dutch language with a considerable scientific terminology. Dutch words like ‘wiskunde’ (mathematics) and ‘wijsbegeerte’ (philosophy) are due to him. With these words Dutch distinguishes itself from most other European languages, which are confined to the use of variants of the classical names. It is interesting to observe that Stevin’s original term ‘wisconst’, meaning ‘the art of ascertainment’, is not a translation of the classical mathematica, whereas ‘wijsbegeerte’ can be read as a translation of the word philosophia. The Greek word mathematikos originally only meant studious. Many mathematicians experience the practice of their profession as a form of art, and would identify themselves sooner with Stevin’s terminology than with the classical name. Stevin’s contemporary Gerolamo Cardano e.g. published a book about algebra with the title Ars Magna (the great art). One of the most convincing arguments on the meaning of beauty and elegance for mathematics was expressed by the English mathematician G.H. Hardy in his essay ‘A Mathematician’s Apology’ (“A mathematician, like a painter or a poet, is a maker of patterns”). From my own education I remember the words of the Dutch mathematician Floris Takens, who remarked during a lecture that the most important criterion for a theorem was its beauty, with its truth coming in only second.

Outsiders often consider mathematics as a tedious subject that is hard to capture, as it works with abstract ideas instead of concrete material and makes use of a rather esoteric notation. In this way one is distracted by the technicalities of the field, without penetrating its essence. But it is precisely the spirit of mathematics, the very field of relations and patterns, which as none other lends itself to representation by means of the arts. For it is this spirit that we find in the arabesques and mosaics of Islamic architecture, in the perspective of Renaissance paintings, and in the patterns of the etchings by Escher. If we appreciate these artistic expressions, it is not, of course, because there is math ‘in them’, but because our mind’s eye recognizes and values the underlying patterns. According to the philosopher Hegel, aesthetic experience is a form of resonance between the work of art and the mind. With a modicum of exaggeration, aesthetic appreciation can thus be seen as an unconscious mathematical activity.

Due to modern technology in the form of computer graphics and 3D-printers, there are more possibilities now than ever before to exploit the relation between mathematical representations and aesthetic experience in two and three dimensions. Thus the fascination of mathematical structures can be visualized for everyone in surprising ways. Conversely, during the search for mathematical principles these aesthetic patterns can be generated. Twente University can count itself lucky with an alumnus like Rinus Roelofs, who obtained a MSc degree in applied mathematics and studied sculpture at the Enschede Art Academy. Like none other he has grown to become a prominent intermediary between the arts and mathematics. His exhibitions and lectures all over the world manifestly show the universality of the mathematical aesthetics developed by him. As part of the 50th anniversary of the university he was asked to make a number of 3D/printed sculptures for the campus. Qua Art Qua Science marks the arrival of these sculptures with this special booklet, in which the artist himself delves into the topic of special weaving patterns and their aesthetic possibilities.

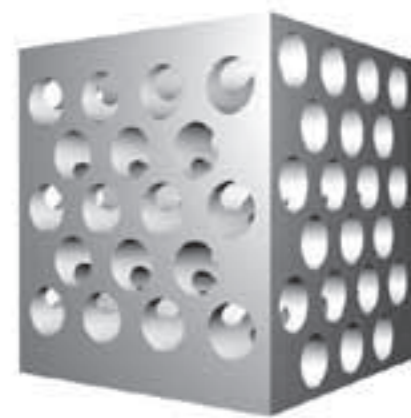
I wish the reader happy reading and viewing,

*Ed Brinksma
Rector Magnificus University of Twente*

DE VERWEVENHEID VAN KUNST MET WETENSCHAP

Een i-Pad of i-Phone heeft binnen een paar jaar zijn intrede gedaan in ons dagelijks leven. De snelheid van downloaden van gegevens en het zichtbaar maken van beelden, foto's en filmpjes zijn de basis van het succes. De ontwikkeling van nieuwe materialen ligt ten grondslag aan deze nieuwe mogelijkheden. Vooral sinds we in staat zijn de eigenschappen van materialen te beïnvloeden, maken we flinke progressie. Deze eigenschappen kunnen we beïnvloeden door bijvoorbeeld nanostructuren te maken. Wanneer bepaalde materialen, vooral die materialen die gebruikt worden in de halfgeleiderindustrie, met behulp van nanotechnologie afmetingen krijgen kleiner dan 100 nm kunnen eigenschappen spectaculair veranderen. Er kan hierbij gedacht worden aan de geleidende eigenschappen, maar ook aan de optische en magnetische eigenschappen van nanostructuren. Zij kunnen de basis zijn voor nog snellere computers, grotere energieopslag en heldere beeldschermen.

Het zal duidelijk zijn dat we, wanneer we een stap voorwaarts willen maken, weer nieuwe materialen of nog kleinere nanostructuren moeten realiseren. Vroeg of laat zal hier toch een eind aan komen. Wij zijn dus gebaat bij nieuwe ideeën en de realisatie daarvan. Een van de nieuwe ontwikkelingen betreft de 3D structuren. Tot nu toe zijn eigenlijk alle structuren 2D, dus in het platte vlak. Een nanostructuur wordt gemaakt in een dunne film, gelijk aan een zwart-wit foto. Dit platte vlak biedt vele mogelijkheden. Zo zijn magnetische eigenschappen in de verschillende richtingen anders, we noemen dit anisotropie. Deze wetenschap wordt gebruikt om magnetische geheugens te maken. Sommige gebiedjes zijn magnetisch naar boven, andere naar beneden gericht, weer andere gebiedjes zijn niet magnetisch, waarbij analoog kan worden gedacht aan de gatenstructuur van Rinus Roelofs. Hetzelfde kan ook gelden voor optische materialen, denk bijvoorbeeld aan fotonen die hun weg vinden door een film met een patroon van gaten.



Onderzoekers van de UT fabriceerden een driedimensionaal fotonisch kristal door een gatenpatroon te etsen en daarop loodrecht een tweede patroon aan te brengen met een gefocuste ionenbundel.

In het laatste geval hoeft dit geen dunne film te zijn, maar kan het materiaal een blokje zijn, waar het licht op verschillende manieren doorheen kan schijnen of dringen. Mogelijkheden blijken bijna onbegrensd. Zo'n blokje materiaal wordt een fotonisch kristal genoemd. Onderzoek aan dit type materialen heeft inmiddels een enorme vlucht genomen. Reden is dat men verwacht dat de computer of iPad van de toekomst wellicht werkt met licht of fotonen.

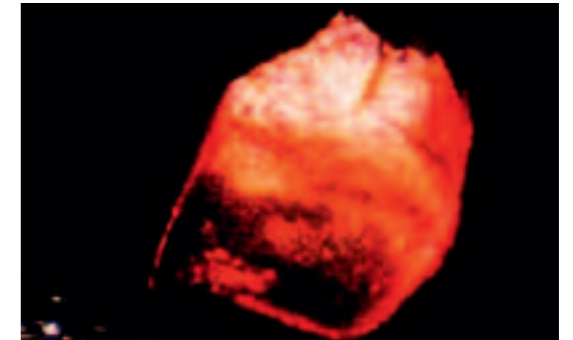
Het werk van Rinus Roelofs laat ongekende mogelijkheden zien wanneer we van 2D naar 3D gaan. Abstract is dat moeilijk voor te stellen, maar met behulp van de sculpturen van Rinus wordt het niet alleen zichtbaar maar zelfs tastbaar. Verbindingen die vervlochten worden, hun eigen eigenschappen behouden en toch gezamenlijk een nieuw stelsel vormen.

Hoewel het nog in een primitief stadium verkeert, willen wij in de nanotechnologie datgene bereiken wat Rinus al kan. Geholpen door de berekeningen van een computer, maar vooral met behulp van de kennis van de kunstenaar wordt een 3 dimensionale structuur gerealiseerd die parallellen vertoont met de eerder

THE INTERWEAVING OF ART WITH SCIENCE

Within a few years an i-pad or i-Phone has become part our daily lives. The speed of download data and the visualization of images, photographs and videos are the essentials of their success. The development of new materials forms the basis of these new opportunities. Especially since we were able to influence the properties of materials we have made substantial progress. These properties can also be influenced by e.g. nanostructures. When certain materials, especially those used in the semiconductor industry, have dimensions smaller than 100 nm, through nanotechnology, their properties can change dramatically. This can take place in the conductive properties, but also the optical and magnetic properties of nanostructures. They could form the basis for even faster computers, more data storage, and bright screens.

It is obvious that if we want to take a step forward, we will have to search for new materials and even smaller nanostructures. Sooner or later, the reduced size of the nanostructures will reach an end. We therefore have to benefit from new ideas and their realization. One of the new developments includes 3D structures. Until now, basically all structures have been 2D, i.e. in a plane. A nanostructure is made in a thin film, similar to black and white photography. This plane already offers many possibilities. For example, the magnetic properties are dissimilar in different directions, we call this anisotropy. This knowledge is used to make magnetic memories. Domains face magnetically up, others are facing down, yet other domains are not magnetic at all, which can be considered analogous to the hole structures of Rinus Roelofs. The same can also apply to optical materials, e.g. photons that find their way through a film with a pattern of holes.

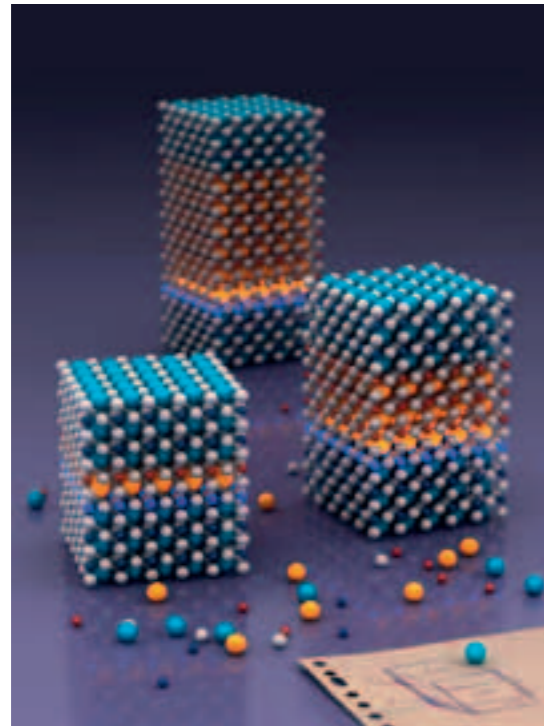


Picture of a photonic crystal that consists of air bubbles in a titanium dioxide matrix. The red colour is caused by the reflected light that cannot penetrate into the crystal.

In the latter case, this is not limited to thin films, but the material may be a block, which the light can travel through in different directions. Possibilities seem almost limitless. Such a block of material is called a photonic crystal. Research on this type of material has expanded immensely. Reason is the expectation that in the future the computer or iPhone may work with light or photons. The work of Rinus Roelofs shows the unprecedented opportunities when we go from 2D to 3D. Conceptually it is difficult to imagine, but the sculptures of Rinus make it not only visible but even tangible. Compounds that are interwoven, and yet retain their own properties collectively form a new system.

Although it is still in a primitive stage, we want nanotechnology to do what Rinus already managed. Aided by the calculations of a computer, but using the knowledge of the artist, a 3-dimensional structure is realized that parallels the aforementioned crystals. Look in different directions through the works of art and the anisotropy is visible.

An even greater challenge lies in the study of the behavior of materials around the holes. The attached figure shows a monolayer



Schematische voorstelling van het stapelen van verschillende lagen die onderling elkaars eigenschappen beïnvloeden. Hier wordt het interface tussen twee niet geleidende materialen geleidend.

genoemde kristallen. Kijk in de verschillende richtingen door de kunstwerken en de anisotropie wordt zichtbaar.

Een nog grotere uitdaging wordt de bestudering van het gedrag van materialen rond de gaten. In de bijgevoegde afbeelding zien we zo'n monolaag bestaande uit koolstofatomen. In het vlak zijn ze gekoppeld door de elektronen, terwijl in de gaten geen geleiding plaatsvindt. De geleiding in een eerst waargenomen laag kan verschillen van die in de volgende laag. Van een afstand lijkt het een blok materiaal, maar wanneer je de afzonderlijke lagen van de kunstwerken van Rinus bekijkt, raken ze elkaar niet. Toch kan de geleiding worden beïnvloed door de opeenvolgende lagen. Ze hebben onderling invloed op elkaar of raken elkaar op kruispunten.

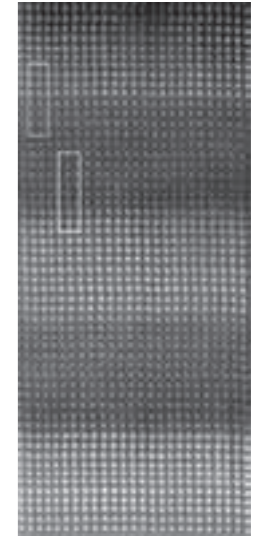
Op die manier ontstaan schakelingen die in alle drie de dimensies andere eigenschappen kunnen krijgen terwijl ze toch met elkaar in verbinding staan: ongekennde nieuwe mogelijkheden voor het maken van nog snellere computers, nog betere geheugens en helderder afbeeldingen. Rinus Roelofs is als kunstenaar al zover gevorderd, terwijl de nanotechnologie nog bezig is dit te realiseren.

Er dient zich al een volgende stap aan: het bewegen van dergelijke structuren. Dat wordt door Rinus in zijn sculpturen al zichtbaar gemaakt, de wetenschap zal spoedig volgen.

consisting of carbon atoms. In the plane, they are linked by the electrons, while the holes are not conductive. The conduction in a first layer can differ from that in the next layer. From a distance it looks like a block of material, but a closer look at the works of Rinus shows that the individual layers do not touch. However, the complete section can be affected by the successive layers. They mutually influence each other or touch each other at intersections.

In this way circuits arise that may have different properties in all three dimensions, while still being interconnected: unprecedented opportunities to create faster computers, better memories, and brighter images. Rinus Roelofs has already progressed so far as an artist, while nanotechnology is still working to achieve this.

There is already a next step: moving such structures. This is already visible in Rinus' sculptures, science will soon follow.



Transmission Electron Microscope picture of a structure made of different not-conducting materials. The interface between the different layers (here shown through different intensity of the individual atoms) is conducting.

RESTRUIMTE



Restruimte

Misschien begint het wel bij de ontdekking dat je met beide armen samen een wiskundig intrigerend figuur, een knoop kunt maken. Dat niet alleen: het kan ook nog op twee verschillende manieren: linksom of rechtsom. Er ontstaat een structuur waarbij "er overheen" en "er onderdoor" elkaar afwisselen. Dit zou de basis kunnen zijn geweest voor de uitvinding van het weven, immers dat is in feite de voortzetting van deze beweging.

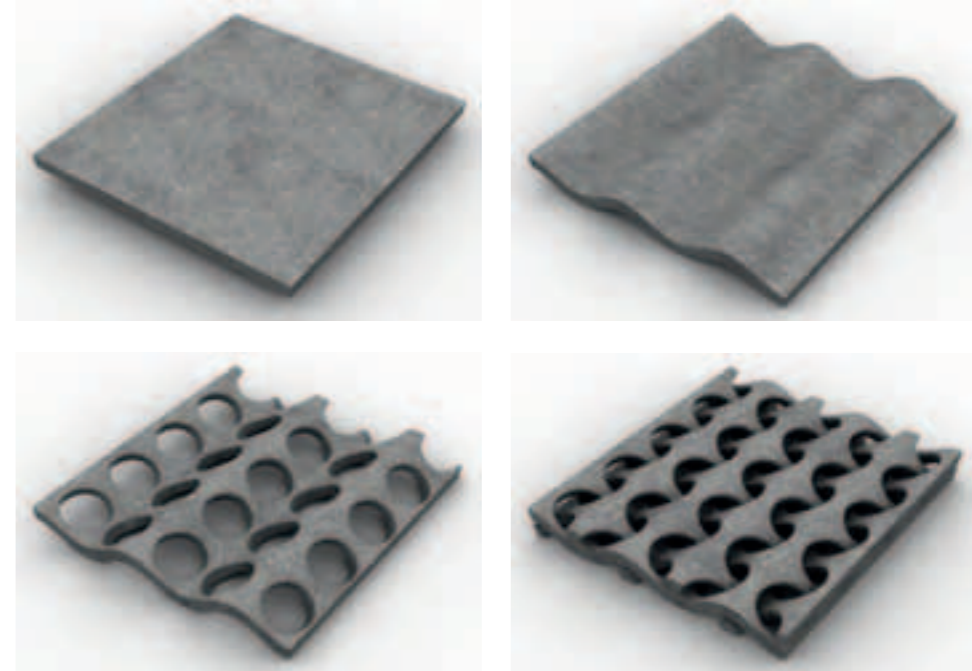
Weven

Weven is een techniek die heeft geleid tot een veelheid van praktische toepassingen in vrijwel alle culturen. Vanuit draden kunnen we geweven doeken produceren die vervolgens weer als materiaal voor allerlei producten kunnen dienen. In wezen is door het weven van de draden een nieuw materiaal, het doek, ontstaan.

Dit gegeven nodigt uit tot verder onderzoek. Zijn er alternatieve vormen van weven? We kunnen zoeken naar andere patronen. Behalve het "vierkanten"-patroon zijn er wellicht meer wiskundige basispatronen te gebruiken.

Maar we kunnen ook eens kijken wat er gebeurt wanneer je niet met draden weeft, maar bijvoorbeeld met vlakken. In plaats van de draad wordt nu het vlak het uitgangspunt. Om met vlakken te kunnen weven moeten we de juiste vorm van het vlak zoeken en er vervolgens gaten in aanbrengen, zodat een ander vlak er doorheen kan.

REMAINING SPACE



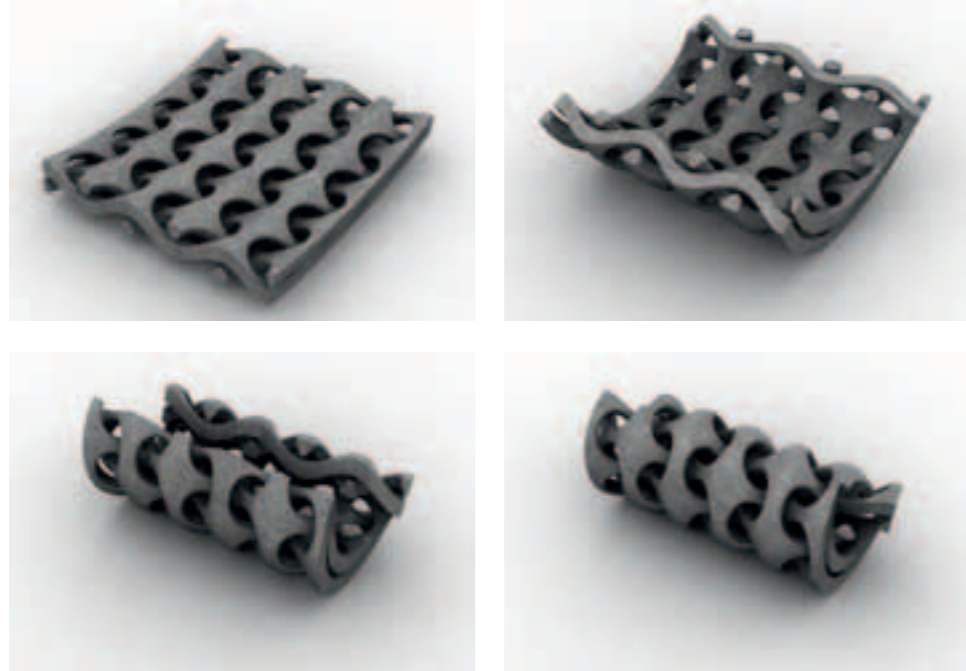
Maybe it all starts with the discovery that you can make a mathematically intriguing figure with your arms, which can be recognized as a knot. And not only that: it can also be done in two different ways: left or right. What happens is that you'll get a structure in which "over it" and "underneath" alternate. It may have been the basic idea for the invention of weaving, which is actually a continuation of this movement.

Weaving is a technique that has led to a multitude of practical applications in virtually all cultures. From wire we produce fabrics which again can serve as material for many products. In fact, by weaving the threads a new material, the canvas, is created.

This fact invites further research. Are there alternative forms of weaving? We can look for other patterns. Besides the "squares" pattern can we use other mathematical tile patterns?

But we can also see what happens when you do not use wires to weave with but for instance surfaces. Instead of the wire now the surface will be the starting point. To be able to weave with surfaces, we do need the correct shape and there have to be holes in the surface so that another surface can get through.

RESTRUIMTE



Ook dit “weefsel” kunnen we gaan gebruiken als materiaal voor verdere bewerking. We kunnen het gaan vervormen om er vervolgens objecten mee te maken.

Buigen (1)

Bij het buigen van deze plaatvormige structuur kunnen we zo ver gaan dat de overstaande randen elkaar raken. Opmerkelijk is dan dat de rand van het ene vlak van het “weefsel” gekoppeld raakt aan de rand van het andere vlak. In feite kunnen we dus nu niet meer spreken van twee vlakken. Er is een structuur ontstaan die nog maar uit één vlak bestaat. Een vlak dat door zichzelf heen weeft.

Deze structuur was de basis van één van de vier sculpturen die in steen zijn uitgevoerd voor de campus van de UT. De totstandkoming van deze uitvoering is heel bijzonder. Want door middel van een door het Italiaanse bedrijf Dinitech ontwikkelde 3D-printer, is de 2,5 meter hoge sculptuur vanuit steengruis laagje voor laagje opgebouwd.

REMAINING SPACE

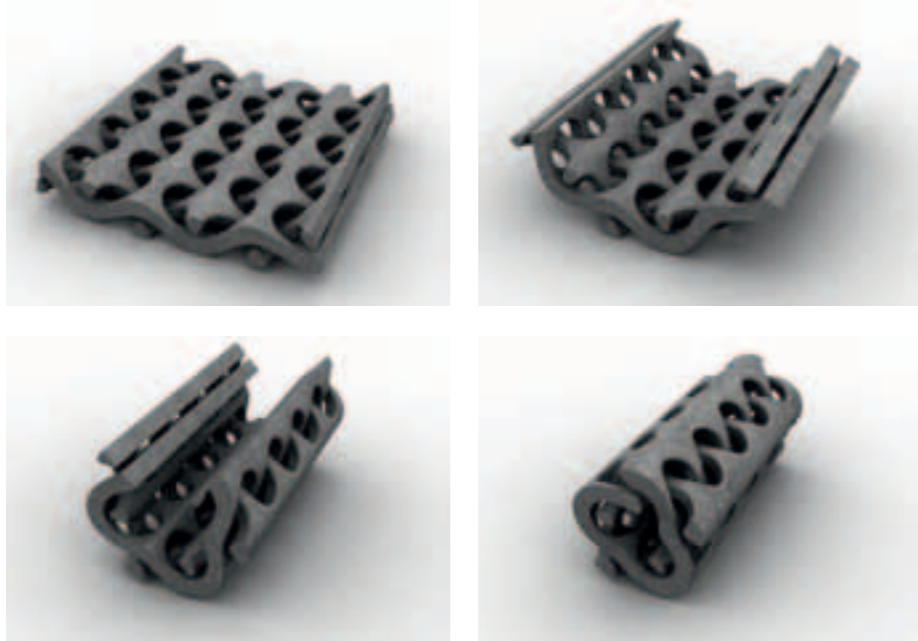


And we can use this “weaving” as material for further processing. We can start deforming it in order to make new objects.

When bending the sheet-like structure, we can go as far as the touching opposite edges. Noteworthy is that the edge of one surface of the “weaving” now connects to the edge of the other surface. In fact we can no longer speak of two surfaces. The final structure is just one singular surface. A surface that weaves through itself.

The design of one of the four sculptures, made in stone, for the UT campus, is based on this structure. Also special is the way the sculpture is made. With the use of a 3D printer, developed by the Italian company Dinitech, the 2.5 meter high sculpture is made layer by layer out of crushed stone.

RESTRUIMTE



Buigen (2)

Bij het buigen blijkt het van doorslaggevend belang voor welke buigrichting er wordt gekozen. Buigen langs de ene of de andere richting leidt tot een totaal verschillende eindstructuur. Echter wel weer met dezelfde overgang van twee vlakken naar één door zichzelf heen geweven vlak.

Cilinder (1)

De twee beelden zijn dus nauw met elkaar verwant. Beiden komen voort vanuit hetzelfde "weefsel".

Basismateriaal - Splitsen

We keren terug naar het basismateriaal, het vlak met de gaten. Verschillende operaties zijn mogelijk om van hieruit tot nieuwe structuren te komen. Het weven is er een van. Een andere mogelijkheid is de volgende: stel dat het vlak van rubberachtig materiaal is en we snijden het op een aantal plaatsen dusdanig door, dat er twee van de negen segmenten voor een deel los komen van de rest. Bij het omhooghalen van deze segmenten gaat het middensegment enigszins mee omhoog, evenals de twee andere direct met het middensegment verbonden delen.

REMAINING SPACE



When bending the structure, the bending direction matters. Bending along the other direction will result in a completely different final structure, yet with the same transition from two surfaces to one self interwoven surface.

The two sculptures are closely related. Both of them are made out of the same "weaving".

We will return back to the basic material which is the surface with the holes. There are several possible operations you can use to create new structures out of it. Weaving is one of them. Another one is: we assume the material is rubber-like and we cut the surface in several places so that two of the nine segments partially become detached from the rest. At the elevation of these segments the middle segment slightly rises up but also the two other segments that are directly connected to the middle segment.

RESTRUIMTE



De hierdoor ontstane structuur laat zich stapelen. We kunnen er in de hoogterichting een kopie aan koppelen, zodat er een structuur ontstaat die uit meerdere lagen is opgebouwd. Meerdere lagen, maar nog steeds één vlak. Want vanuit elk punt op het vlak kun je bij wijze van spreken naar elk ander punt van het vlak wandelen. Er is nu een vlak met spiraalvormige gaten ontstaan. Voortaan zullen we dit vlak een spiraalgaten-vlak noemen.

Dit spiraalgaten-vlak vormde de basis voor het ontwerp van de sculptuur die nu getoond wordt in het beeldenpark Arte Sella (Italië) en tevens voor één van de sculpturen op de campus van de UT.

Weven

De vraag kan worden gesteld wat deze nieuwe structuur nog met "weven" te maken heeft. Om deze te beantwoorden moeten we terug gaan naar de basis van het weven: het over en onder elkaar doorgaan van de draden.

Kijkend naar een "gat" in het weefsel zien we dat de draden rondom het gat allen onder elkaar doorgaan of over elkaar heen.

REMAINING SPACE



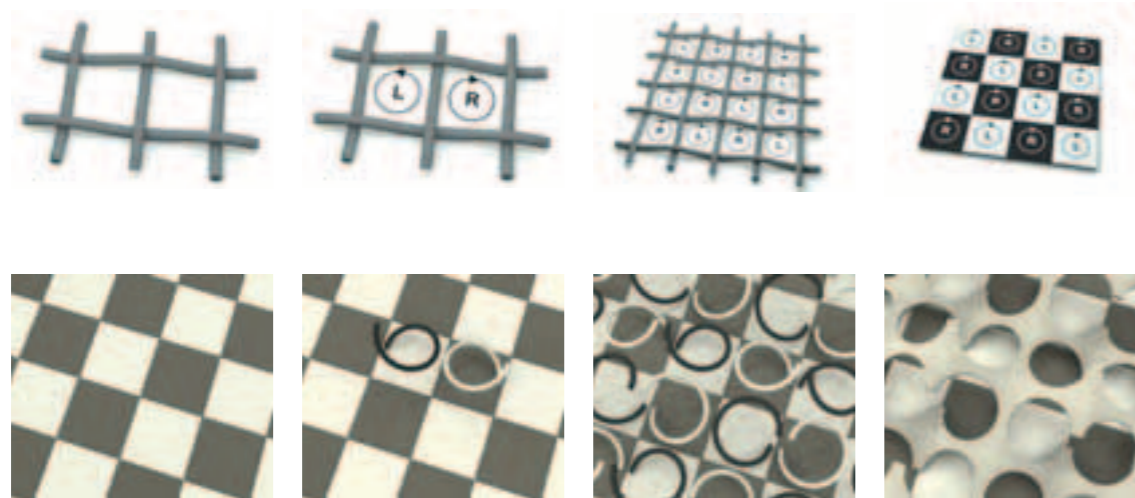
Now the resulting structure can be stacked. In the height direction we can attach a copy, creating a structure that consists out of multiple layers. More layers, but still one surface, because you can walk from any point on the surface to any other point on the surface. The surface is transformed into a surface with spiral holes. We will therefore call this a spiral hole surface.

This spiral hole surface has been the basis for the design of the sculpture now on display in the sculpture park Arte Sella (Italy) and also for the design of one of the sculptures on the campus of UT.

We may ask what this new structure has to do with weaving. To answer this question we will have to return to the basics of weaving: the over and under structure of the wires.

Looking at a "hole" in the weaving we see that the wires all around the hole are all under or all over each other. There is an ori-

RESTRUIMTE



Er is sprake van een oriëntatie in de gaten: een gat is linksdraaiend of rechtsdraaiend. Ook is het zo dat een naast gelegen gat altijd een tegenovergestelde draairichting heeft. Het is eenvoudig te bewijzen dat dit altijd zo is. Dit betekent dat we een weefsel kunnen zien als een patroon opgebouwd uit elkaar afwisselende linksdraaiende en rechtsdraaiende velden. Dit kan ook weergegeven worden als een "schaakbordpatroon" met witte en zwarte velden. Anders geformuleerd: een twee-kleurbare betegeling, dat wil zeggen een betegeling die slechts twee kleuren nodig heeft en waarbij nooit twee tegels van dezelfde kleur tegen elkaar aan liggen.

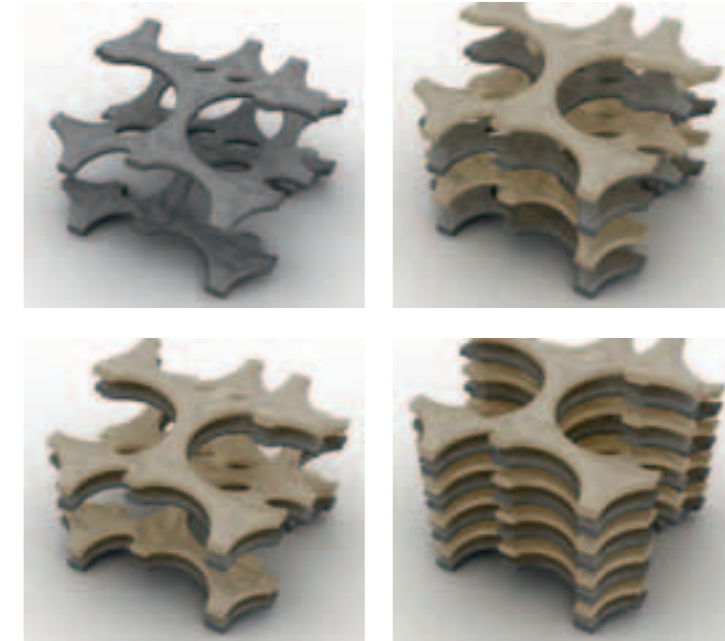
Links/Rechts - Wit/Zwart

Om de draairichting duidelijk te maken zetten we vervolgens links- en rechtsdraaiende spiralen op de velden. Nu ontstaat, wanneer we deze spiraallijnen als randen van een vlak zien, eigenlijk direct het spiraalgaten-vlak.

Spiraalvlakken weven

Maar er is nog een link met het weven. Door de structuur van het spiraalgaten-vlak ontstaat er een restruimte, de ruimte tussen de lagen. Deze restruimte heeft een vorm die dezelfde is als van het spiraalgaten-vlak. Dat betekent dat er plaats is voor nog eenzelfde spiraalgaten-vlak tussen de lagen van het eerste vlak. Er bestaat dus een mogelijkheid om twee identieke spiraalgaten-vlakken door elkaar heen te weven. Afhankelijk van de dikte van het vlak kunnen er mogelijk meer vlakken worden toegevoegd.

REMAINING SPACE

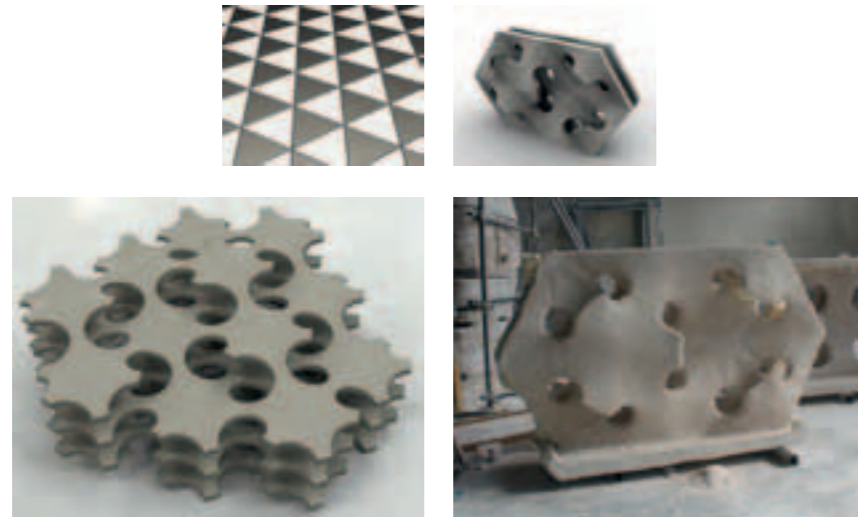


entation in the hole: a hole is either clockwise or counterclockwise. And furthermore a neighbour hole has always the opposite orientation. It is easy to prove that this is always the case. This means that we can see a weaving as a pattern composed of alternating left-handed and right-handed fields. We can also display it as a "checkerboard" with white and black squares. Or to put it another way, a two-colorable tiling.

To show the orientation of each of the fields, we put left and right-handed helices on the fields. Now we can construct a surface using the helical lines as edges. This surface is in fact a helical hole surface.

But there is another link with weaving. The structure of the helical hole surface creates a residual space, the space between the layers. And this space has a certain shape. The shape of this space is the same as the helical holes surface itself. This means that there is room for an extra helical hole surface between the layers of the first surface. It is therefore possible to weave two identical helical hole surfaces through each other. And depending on the thickness of the plane more surfaces might be added.

RESTRUIMTE



Tweekleurbare betegelingen

Uit het schaakbordpatroon is een spiraalgaten-vlak ontwikkeld. Dit was mogelijk door de tweekleurbaarheid van het onderliggende tegelpatroon. Hierdoor ontstond het vlak met de afwisselend links- en rechtsdraaiende spiraalvormige gaten. Omdat de tweekleurbaarheid de bepalende voorwaarde is, kunnen we vanuit ieder tweekleurbaar tegelpatroon een spiraalgaten-vlak ontwikkelen. Een volgend voorbeeld is het patroon met gelijkzijdig driehoekige tegels. Het hieruit ontwikkelde spiraalgaten-vlak is gebruikt voor het ontwerp van de vierde sculptuur op de campus van de UT.

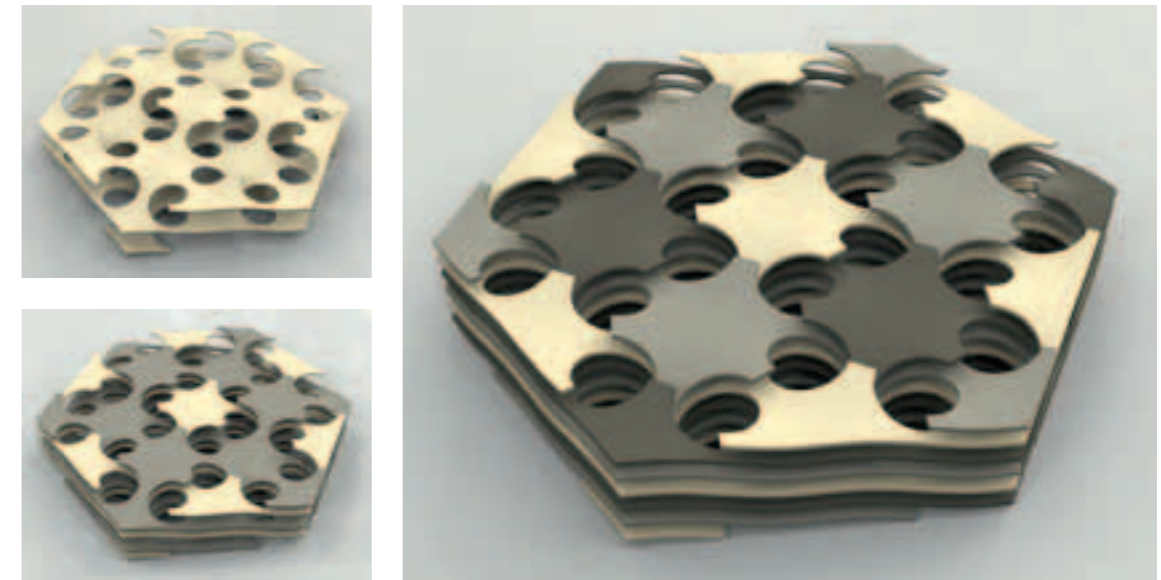
Door het hexagonale basispatroon van dit spiraalgaten-vlak, ontstaan ook bij weving interessante structuren. De verschillende lagen kunnen niet uit elkaar worden geschoven. De 3D-print technologie is voor de realisatie van deze structuren dan ook zeer geschikt.

Variaties - Archimedische patronen

Ieder tweekleurbaar tegelpatroon kan worden gebruikt als basis voor het maken van een spiraalgaten-vlak. Een kleine verkenning langs de zogeheten Archimedische betegelingen heeft geleid tot de volgende ontwerpen.

Er kan een weving gemaakt worden met dit spiraalvlak door toevoeging van een gedraaide kopie. In de voorbeelden zien we een draaiing van 180 graden en een draaiing over 120 en 240 graden.

REMAINING SPACE



Starting with the checkerboard pattern we were able to develop the helical hole surface. This was possible due to the fact that the underlying pattern is a two-colorable tiling pattern. This gave us the surface with alternating left- and right-handed helical holes. The main condition for developing a helical hole surface from a tiling is the fact that the tiling is two colorable.

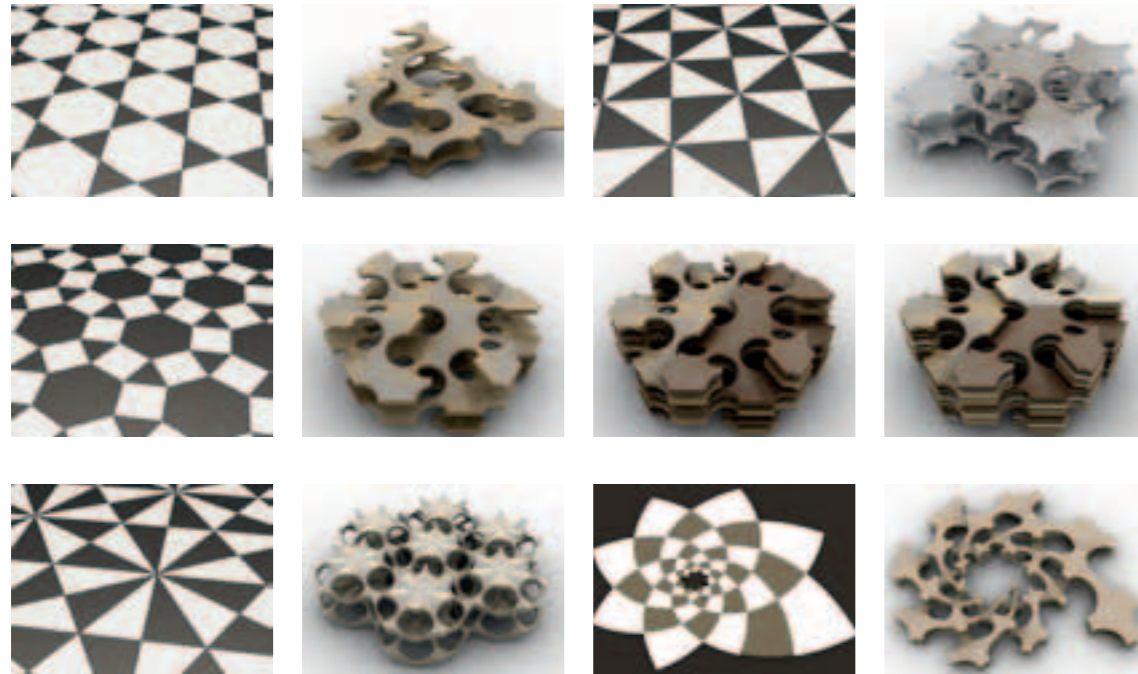
A next example is the pattern with equilateral triangular tiles. The resulting helical hole surface is used for the design of the fourth sculpture on the campus of UT.

The hexagonal pattern of this helical hole surface also creates beautiful weave structures. The different layers cannot be taken apart. The 3D printing technology for the realization of these structures is ideal.

Every two-colorable tiling pattern can be used as the basic pattern for making a helical hole surface. A small survey along the so-called Archimedean tilings has resulted in the following designs.

We can weave this helical hole surface by adding a rotated copy. In the examples we see a rotation of 180 degrees and a rotation of 120 and 240 degrees.

RESTRUIMTE



Evenals de onderliggende tegelpatronen, zijn ook de spiraalgat-vlakken in elke richting uit te breiden.

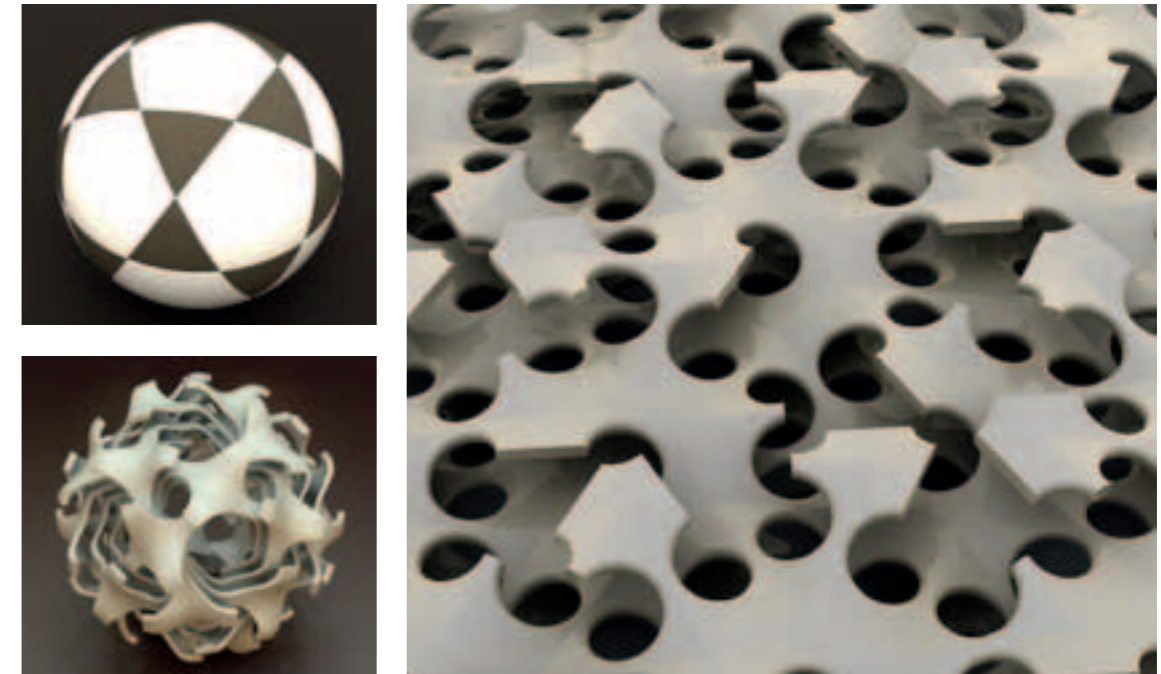
Spiraal-betegeling.

Ook minder voor de hand liggende patronen kunnen dienen als uitgangspunt voor een spiraalgaten-vlak. De volgende betegeling is verkregen uit het samenvoegen van twee stelsels vlakke spiralen, één links-draaiend en het andere rechts-draaiend. In het uiteindelijke spiraalgaten-vlak is de spiraal dus op twee manieren aanwezig, als grondpatroon en als gatvorm.

Zwart/Wit betegelingen op bol.

Voor de basis-betegeling is er geen beperking tot het platte vlak. Ook vanuit cilindervormige betegelingen of betegelingen op boloppervlakken, kunnen we spiraalgat-vlakken genereren. Een voorbeeld is de betegelde bol die is afgeleid van de icosidodecaeder en het daaruit ontwikkelde spiraalgat-vlak.

REMAINING SPACE



The helical hole surfaces can be extended in any direction, just as the underlying tiling patterns.

Also less obvious patterns can be used as a basic pattern for a helical hole surface. The following tiling is constructed out of merging two sets of flat helices. One of the sets left-handed and another one right-handed. In the final helical hole surface we find two different types of helices, one as a flat helix (from the ground pattern) and one as the shape of the hole in the surface.

For the basic tilings we don't have to restrict ourselves to the plane. We can generate helical hole surfaces from tilings on cylindrical and spherical surfaces. One example is the use of the tiled sphere based on the icosidodecahedron for the design of this spherical helical hole object.



COLOFON

Een uitgave van stichting Qua Art - Qua Science,
www.qaqs.nl

Vormgeving:
Qua Art - Qua Science

Coördinatie:
Martha J. Haveman

Tekst:
Rinus Roelofs, Ed Brinksma, Dave Blank, Martha J. Haveman

Fotografie:
Rinus Roelofs

Redactie:
Martha J. Haveman, Paul Clason, Hebe King

Engelse redactie:
Sylle Vis

Werkgroep Qua Art - Qua Science:
Dave Blank, Paul Clason, Steven Dorrestijn, Martha Haveman,
Petran Kockelkoren, Gertjan Koster, Andries Lohmeijer, Rinus
Roelofs, Ruben Sinkeldam, Anky Stapel, Elisabeth Woudstra

Uitvoering sculpturen:
Dinitech, Italia

Druk:
Drukkerij Roelofs



Galerie Beeld & Aambeeld
Walstraat 13
7511 GE Enschede
053 - 430 03 57
www.beeldenaambeeld.nl



Faculty Club Universiteit Twente
Postbus 217
7500 AE Enschede
facultyclub@utwente.nl
www.utwente.nl/facultyclub



UNIVERSITEIT TWENTE.

