

Van de bloempatronen in Islamitische mozaïeken is veel minder bekend dan van de geometrische patronen, terwijl ook de bloempatronen gebaseerd zijn op elementaire wiskundige principes. **Sarah Abdellahi** en **Tom Goris** gaven hier een workshop over op de NWD en gaan dat ook op de komende Bridges-conferentie in Coimbra, Portugal doen.

De wiskunde van de Paradijsbloemen

Inleiding

De makkelijkste manier om overweldigd te worden door de schoonheid van Islamitische patronen en mozaïeken is een bezoek te brengen aan de Iraanse stad Isfahan. Op talloze monumentale gebouwen zijn daar de indrukwekkendste mozaïeken te bewonderen, en er worden ook nu nog moskeeën gebouwd waarin de mozaïeken volgens de oude tradities vervaardigd worden. In de meeste gebouwen zijn mozaïeken van al dan niet ingewikkelde geometrische patronen te vinden. Deze geometrische patronen zijn uitvoerig bestudeerd en de meetkunde erachter is zorgvuldig geanalyseerd. Maar in een van de meest imposante gebouwen van Isfahan, de Shah Moskee op het Naq'se Jahan plein, treft men alleen geel-blauwe patronen van bloemen aan, ontworpen om de moskee er als het Paradijs uit te laten zien.



fig. 1 De Shah-Moskee in Isfahan.

Als men vervolgens van Isfahan naar andere steden in Iran reist, dan blijken die bloemmotieven vrijwel overal dezelfde structuur te hebben. Dat de geometrische patronen veel overeenkomsten vertonen, is begrijpelijk; ze zijn allemaal op dezelfde wiskundige principes gebaseerd. Voor de bloemmotieven ligt dit minder voor de hand: de bloemen zijn abstracte weergaven van echte bloemen en die abstracties zouden

veel gevarieerder kunnen zijn. Er wordt verondersteld dat er dus ook bij de bloemmotieven een soort gangbaar patroon geweest moet zijn, een basispatroon waar alle ontwerpers van uitgingen. Deze principes zijn niet vastgelegd, maar ze zijn wel te reconstrueren.



fig. 2 Bloemmotieven op de Chaharbagh-moskee, Isfahan.



fig. 3 Bloemmotieven op een tombe in Shahreza.

Bloempatronen

Er is geen twijfel over het feit dat de bloemmotieven, in het Farsi *Tabzib* (gouden) patronen geheten, al bestonden in heel eenvoudige uitvoeringen in de periode voor de islamisering van Iran. Patronen op oude schalen uit

de *Sasani*-periode (224-651) tonen dit aan. Maar als men deze patronen vergelijkt met die van ná de Islam, dan blijkt dat deze kunstvorm een grote ontwikkeling door-gemaakt heeft. Verondersteld wordt dat dit te maken heeft met het feit dat deze stijl geen conflict kende met het religieuze geloof dat het afbeelden van menselijke en dierlijke figuren verbood. De Farsi naam *eslimi* voor een groep van deze bloemmotieven staft deze bewering. Eslimipatronen worden verondersteld te lijken op cypressen die vooroverbuigen als onderwerping aan het geloof. De cypres komt veelvuldig voor als symbool in het epische gedicht *Shahnameh* van Ferdowsi uit het begin van de elfde eeuw. Dit epos beschrijft de geschiedenis van Iran voor de islamisering. In het verhaal ontspruit er een cypres uit een tak die Zoroaster uit het Paradijs meegenomen heeft. In het Pergamonmuseum in Berlijn is op dit moment een tentoonstelling te zien, '1000 jaar Boek der Koningen', geheel gewijd aan Ferdowsi's *Shahnameh*.

Het woord *eslimi* is samengesteld uit het woord *salama*, hetgeen vrede en gezondheid betekent, en *Eslam* dat ook geïnterpreteerd wordt als een verbastering van het woord *taslim*, hetgeen 'onderwerping en bewondering voor de Almachtige' betekent. De *eslimi*-patronen komen vaker voor in de oude Iraanse bloemmotieven dan de tweede groep, *khatai* genaamd, de symbolen voor de paradijsbloemen.



fig. 4 *Eslimi*- (rechts, lichte ondergrond) en *khatai*-patronen (links, donkere ondergrond). Sheikh Lotf'Allah Moskee, Isfahan.

De onderdelen van de bloemmotieven



fig. 5 *Eslimi* en verbindinglijnen.

De bloemmotieven zijn opgebouwd uit elementen uit twee verschillende groepen, de *eslimi* en de *khatai*. Ieder ontwerp bestaat uit elementen uit een van die twee groepen of uit beide. De *eslimi*-groep bevat vormen die als verbindingen gebruikt kunnen worden: spiralen en een typische vorm die dezelfde naam draagt als de groep zelf, zie figuur 5.

In de *khatai*-groep zitten de echte bloemen en de delen van bloemen als stengels, bladeren en knoppen. De namen van de diverse bloemen zijn: eenvoudige bloem, Shah Abbasi, *anari*, *barge mo'i*, *parvaneh* en knop, zie figuur 6.

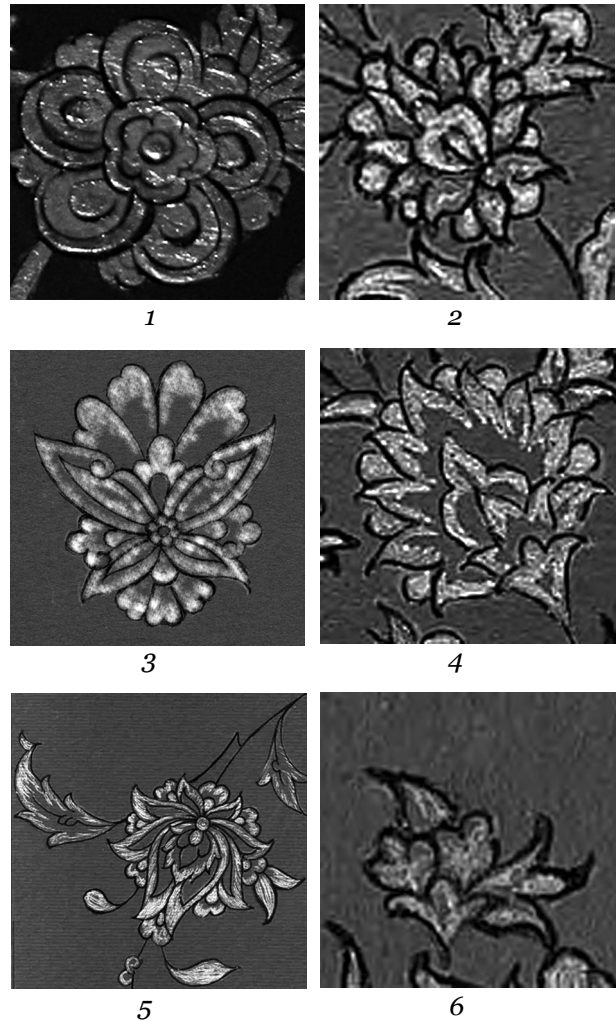


fig. 6 *Khatai*-bloemen: 1. eenvoudige bloem, 2. Shah Abbasi, 3. *parvaneh*, 4. *barge mo'i*, 5. *anari* en 6. knop.

De wiskunde van de bloempatronen

Over de wiskunde achter de geometrische patronen is veel geschreven, maar over de wiskunde van de bloemmotieven vrijwel niet. Er is hooguit iets te vinden over de constructie van het *eslimi*-verbindingselement of de verbindinglijnen tussen de verschillende bloemen. De enige manier om te ontdekken hoe de

bloemmotieven tot stand komen, is het bezoeken van ateliers waar ze tot op de dag van vandaag gemaakt worden door kunstenaars die mozaïeken, tapijten en houtsnijwerk maken. Daar is te zien hoe de meesters hun gezellen leren hoe de bloemmotieven vanuit wiskundige principes ontworpen worden. Meestal beginnen deze meesters hun leerlingen cirkels te laten tekenen met een gegeven straal. De volgende stap is om vanuit de cirkel allerlei bladeren en bloemen te construeren. Dan wordt duidelijk dat er ook bij de bloemmotieven meetkundige regels gebruikt worden voor het basisontwerp. Maar eerst de constructie van een groep verbindingslijnen, spiralen in dit geval.

Het construeren van spiralen

In figuur 7 zijn vier verschillende spiraalconstructies te zien die ook gedocumenteerd zijn in diverse bronnen. De spiralen hebben verschillende lengtes van de krommen waaruit ze opgebouwd zijn, al naar gelang er een compacte of een veel opener spiraal gewenst is.

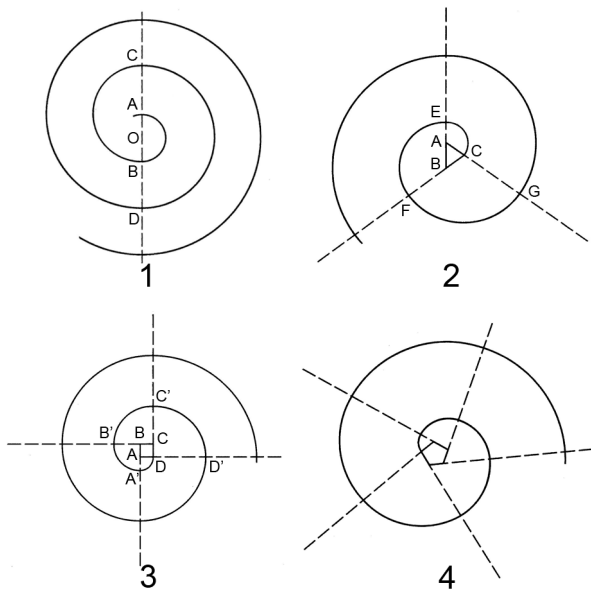


fig. 7 Het construeren van spiralen.

1 lineaire of cirkelvormige constructie

Teken een lijn met een punt O op die lijn. Teken een halve cirkel om O met een zekere straal R en noem de eindpunten A en B . Dan vanuit B een halve cirkel met straal $R = AB$, enzovoort.

2 driehoekige constructie

Deze constructie begint met een gelijkzijdige driehoek waarvan de zijden verlengd worden. Teken een cirkelboog met middelpunt A met $R = AC$ van A tot het punt E , dan een cirkelboog met middelpunt B met $R = BE$ tot het punt F , een cirkelboog met middelpunt C met $R = CF$ tot het punt G , enzovoort.

3 vierkante constructie

Deze constructie begint met een vierkant waarvan de zijden verlengd worden. De spiraal bestaat uit kwartcirkelbogen en de constructie verloopt analoog aan die van de driehoekige constructie.

4 vijfhoekige constructie

In dit geval is de basis een regelmatige vijfhoek met verlengde zijden.

Bladeren construeren

In figuur 8 is te zien hoe met behulp van cirkels blaadjes geconstrueerd kunnen worden. De afbeeldingen spreken voor zich.

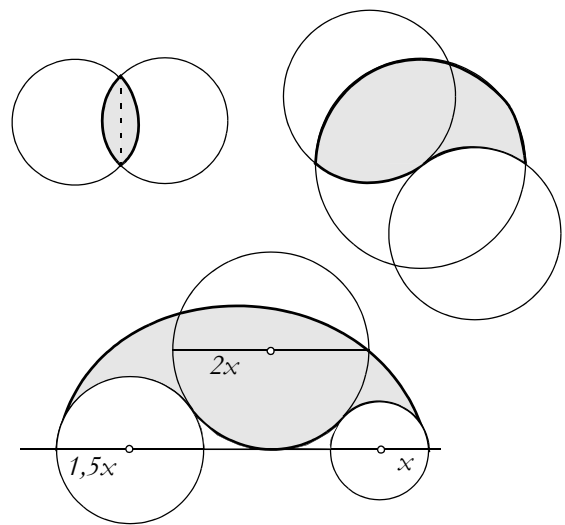


fig. 8 Het construeren van bladeren.

Khatai-bloemen construeren

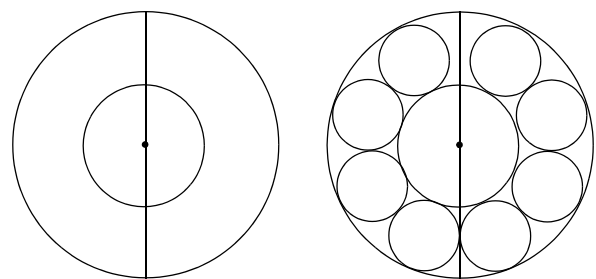


fig. 9 Basisconstructie voor twee bloemen.

In figuur 10 zijn in een soort stripverhaal de constructies te zien van de Shah Abbasi-bloem en van de Anari-bloem. Beide gaan uit van de cirkelconstructie van figuur 9. Nadat het grondpatroon door middel van cirkels gemaakt is, kan de ontwerper zijn of haar fantasie de vrije loop laten.

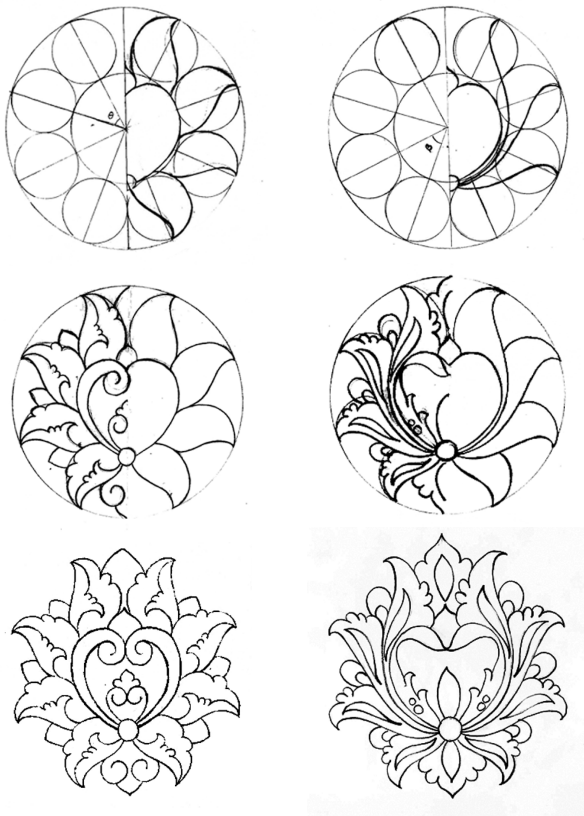


fig. 10 Links de constructie van de Shah Abassi-bloem; rechts de structuur van een khatai-bloem.

Workshop

Er is een workshop ontwikkeld over de kunst van het ontwerpen van bloempatronen. Deze workshop had zijn primeur op de Nationale Wiskunde Dagen 2011 en staat nu op het programma van *Bridges 2011*, een conferentie voor wiskunde en kunst in Coimbra, Portugal en de *Summer-school 2011* in Isfahan, Iran. Het doel van de workshop is om de deelnemers te laten zien hoe de parels van de Islamitische kunst in de klas gebruikt kunnen worden. Inmiddels is deze workshop op verschillende niveaus ook op een aantal scholen in Nederland uitgevoerd. Tijdens de workshop wordt eerst aan de hand van bestaande mozaïeken, waarin de structuur van een bloem uit de Sheikh Lotf Allah-Moskee duidelijk wordt, de meetkunde van de Paradijsbloemen geanalyseerd (zie figuur 11).

Vervolgens gaan de leerlingen zelf aan de slag om een of meerdere bloemen te ontwerpen. De differentiatie in niveau zit in de mate waarin de werkbladen waarop de bloemen ontworpen worden, uitgewerkt zijn. Alle bloemen worden vervolgens op een grote poster geplakt waar de *eslimi* en de verbindingsspiralen al op staan. Voor Nederland en Iran is deze workshop een onderdeel van de activiteiten van Stichting Zayandeh, een stichting die educatieve uitwisseling tussen beide landen ondersteunt en initieert. Zie www.zayandeh.nl.

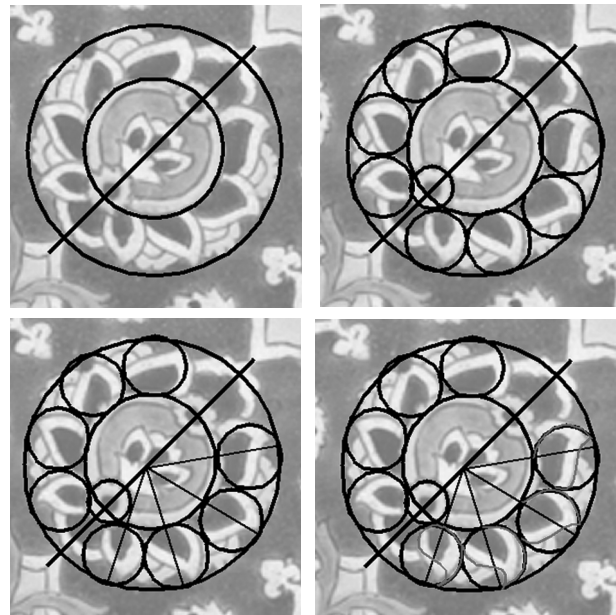


fig. 11 Analyse van de structuur van een bloem.

*Sarab Abdellabi, Isfahan Mathematics House, Iran;
Zayandeh Foundation, Leiden*

*Tom Goris, Fontys Lerarenopleiding Tilburg; Freudenthal
Instituut, Utrecht; Zayandeh Foundation, Leiden*