

Mathematics and Arts – A surprisingly fruitful interaction

On the first two „Mathematics and Arts“ minisymposia at annual meetings of the German Mathematical Society

Milena Damrau and [Martin Skrodzki](#)

At first glance, the areas of mathematics and arts seem very separated and almost impossible to combine within a given project. Yet, history is surprisingly rich in examples for such fruitful interplays and the last decades saw an increase in both conference- and journal formats to further support interdisciplinary interaction between mathematics and arts. A new event along these lines is a minisymposium which provides opportunities for further exchange, networking, and inspiration.

Mathematics is often associated with abstract concepts, cold logic, or impractical constructions. Far fewer are the associations with creativity, let alone art. Still, mathematicians will tell you about the beauty of their constructions and proofs. Can this beauty only be appreciated by the innated? Does it need a degree in mathematics to recognize the aesthetic values that the field has to offer? In this sense, it seems rather difficult to combine mathematics with artistic disciplines like visual arts, music, or performing arts, just to name a few.

Connections between art and mathematics go back to antiquity

However, a closer examination of both mathematics and arts reveals a multitude of links between these fields. These links have been established throughout a long historic relationship that dates back all the way to the 4th century BC and possibly even to earlier times. In antiquity, Aristotle states that “the chief forms of beauty are order, symmetry, and definiteness, which the mathematical sciences demonstrate to a special degree.” It does not come as a surprise, then, that famous artists throughout history turn to mathematics and dwell from it.



Illustration of the universe's structure, according to Johannes Kepler, given by a nesting of the five Platonic solids. Printed in Kepler's astronomical work "Mysterium Cosmographicum".

Copyright:

https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Mysterium_Cosmographicum_solar_system_model#/media/File:Kepler_Platonic_Solids.tif

Leonarda da Vinci, for instance, is one of the most recognized renaissance painters, however, he also had a keen interest in the natural sciences and in mathematics. He created several artistic renderings of geometric structures. The use of perspective in renaissance paintings is another great example of the use of geometric principles towards the benefit of artistic practice. The relationship also holds up the other way around. Mathematicians include rich and costly illustrations in their printed works to convey their findings. Johannes Kepler, for instance, shows an engraving of nested polyhedra to relate his computations of the movements of planets to his philosophical world-view. And in particular after the developments by René Descartes, which allow for instance numbers or equations to be drawn, mathematical proceedings exploded with illustrations. Some mathematicians went so far as to create plaster sculptures to convey their findings on three-dimensional structures, as collected by the [Göttingen Collection of Mathematical Models and Instruments](#).

Further developments in the 20th and 21st century

In this circle of inspiration, again and again, artists picked up mathematical concepts and used them to provide their own, unique perspective on them. Examples include Maurits Cornelis Escher, whose work has strong ties to so-called [wallpaper groups](#), the mathematical foundation of crystallographic structures. The work of other artists, like the iconic paintings of Piet Mondrian, carry a distinct geometric and mathematical flavor, while explicit ties to corresponding scientists are not known of. This is different for, e.g., [Bathsheba Grossman](#), who takes inspiration for her sculptures directly from mathematical concepts such as minimal surfaces, knots, or topological structures. These and many other artists have proven and continue to prove how fascinating and beautiful both mathematical and mathematically-inspired artworks can be.



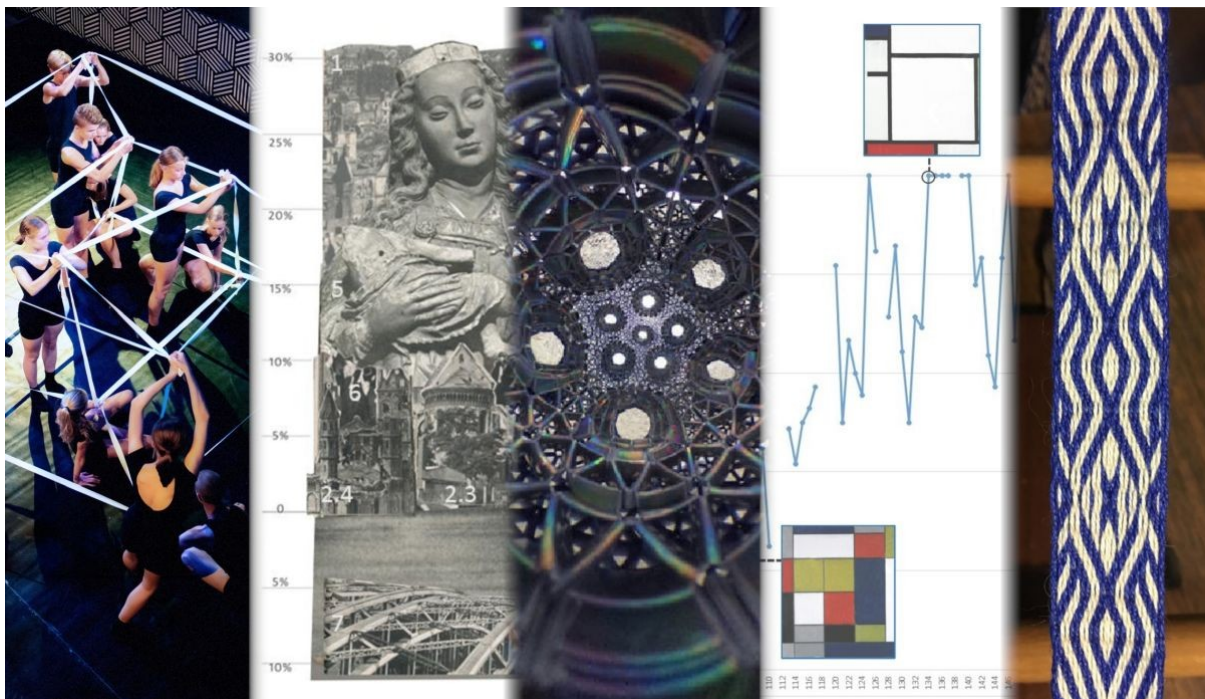
*“Gyroid”, a metal sculpture by Bathsheba Grossman.
Copyright: <https://bathsheba.com/math/gyroid/>*

While collaborations between mathematicians and artists have occurred throughout history, in the last decades, more structure has emerged to facilitate this fruitful combination. One example is the [Bridges Conference](#), a gathering of mathematicians and artists that has taken place annually since 1998. The conference has been held in North America, Europa, and Asia and promotes the interdisciplinary presentation and publication of mathematics in connection with art, music, architecture, and culture. Works on how to include these connections in an educational framework are also welcome, just as hands-on workshops, poetry readings, or the enactment of mathematically-inspired plays. This is the largest gathering in this field, organized by the Bridges Organization. The organization also hosts several [galleries for mathematical arts](#), as presented either at the gallery of a Bridges Conference or, e.g., also at the mathematical art galleries during the [Joint Mathematics Meetings](#) of the [American Mathematical Society](#). Aside from these conferences, there are journals devoted to the publication of research on mathematical art. Examples include the [Journal of Mathematics and the Arts](#), founded in 2007, or the [Leonardo](#) journal, founded in 1968, where the latter is rather a host of more general science and art collaborations. All these outlets provide an idea on both the rich activities taking place and the many people currently involved in this field.

A new minisymposium to facilitate exchange

While international conferences on mathematics and arts are held on a regular basis, there is a lack of a German- or European-centered meeting for the exchange of ideas and

inspirations as well as the presentation of works. To fill this gap, in 2020, a minisymposium on “Mathematics and Art” was organized for the first time at the annual meeting of the [German Mathematical Society](#). Despite the more than 130-year history of the German Mathematical Society, it was the first one of its kind within the context of an annual meeting. As one minisymposium cannot possibly cover the entirety of interactions between mathematics and the arts, the call for papers did provide some restrictions. Generally, those works were sought for that either consider artistic pieces from a mathematical perspective or render mathematical concepts in an artistic form. Particular importance was put on the explicitness of the mathematical components, i.e., they should not be assumed to be self-explanatory, but rather be addressed actively. The minisymposium saw [four sessions](#) with a total of 15 speakers (9 male, 6 female) from Germany, the US, Argentine, the Netherlands, and Poland. The subject areas of the four sessions were diverse and included, for example, talks about different artistic objects as starting points for mathematical learning. Two other contributions used statistical models to analyse, visualise and discuss art. For a detailed discussion of selected contributions of the minisymposium, we refer to an [article](#) in the online journal “w/k – Between Science and Art”.



A collage of various projects presented at the 2020 minisymposium “Mathematics and Arts”.

Copyright: <https://between-science-and-art.com/mathematics-and-arts/>.

Due to the great response to and the very positive feedback by both the speakers and audience members on the first rendition, the joint annual meeting of the German Mathematical Society and the Austrian Mathematical Society in September 2021 saw a second minisymposium on „Mathematics and Arts“. A total of 21 speakers (9 female, 12 male) gave [15 presentations separated into five sessions](#). These sessions again tackled various topics. For example, three talks discussed mathematically inspired woodworks while the talks of another session focused on the realization of symmetries via paper models, both as three-dimensional models and as origami. Other talks used computers to create renderings for interactive teaching videos, for exploration of perspective in 17th century Dutch paintings, or for science communication movies.

An interdisciplinary field pursued by diverse people

As mathematics and arts is an interdisciplinary field, the people who move and act in it are very diverse in terms of their scientific or artistic backgrounds, their education, and their motivations. Some of them create mathematical artwork to better understand the incorporated mathematics, some do it to further explore the mathematics' artistic potentials. In any case, these projects require interdisciplinary knowledge, either within one person or within an acting team. Examples for the former are, e.g., Rachel Quinlan or Joshua Holden who are mathematicians by training, but explore their mathematical structures via artistic means. In the case of Rachel Quinlan, she uses origami to illustrate different elements of the wallpaper group, following in the path of the aforementioned M.C. Escher. Joshua Holden uses his knowledge on random processes to write computer programs that generate weaving patterns or drum kit solos.



The symmetries of a wallpaper group, realized via an origami folding.

Copyright: [Rachel Quinlan](#)

Interdisciplinary teams benefit from all members bringing their respective expertise to the project. When Anna M. Hartkopf provides her mathematical understanding of four-dimensional geometries and René M. Broeders adds his experience as artistic lead, truly marvelous [performances](#) arise. The same holds for the sculptor [Teresa Hunyadi](#) who creates marvelous wood-carved renditions of [penrose tilings](#) that are generated by Dave Murray-Rust, an expert in human-algorithm interaction. The case of Aubin Arroyo and Jean-Michel

Othoniel was different: Both engaged with so-called wild knots independently: Aubin Arroyo as a mathematician and Jean-Michel Othoniel as an artist. They later found out about their respective work and started a collaboration. This resulted in an exhibition and a [book](#) that the two wrote together. Being an online format the two symposia also provided inclusive participation options for, e.g., scientists and artists from South America or for teachers that usually would not travel to Europe for a short talk or that simply lack the funding to do so. Therefore, it is important to continue these formats in an as-inclusive-as-possible manner, for which hybrid in-place/virtual conferences provide the perfect means.



A wood-carved Penrose tiling.

Copyright: [Teresa Hunyadi](#)

We hope that you have enjoyed this short glimpse into the world of mathematics and arts. If you want to collect first-hand experience, feel free to reach out to us at dmv.math.art@gmail.com and we will gladly add you to our mailing list, providing details on upcoming events. The next gathering is planned to take place at the annual meeting of the German Mathematical Society in Berlin from September 12th to 16th 2022. We hope to see you there!

Further Reading and other material:

- An article on the first minisymposium in the online journal “Between Science and Art”: <https://between-science-and-art.com/mathematics-and-arts/>

- A YouTube Playlist of all talks given at the first minisymposium:
https://www.youtube.com/playlist?list=PLIQnnJvM8OOknWUcdVA9s_pNMDpLascmg
- Article in the blog of the German Mathematical Society on the first minisymposium:
<https://www.mathematik.de/dmv-blog/2848-mathematik-und-kunst-%E2%80%93-wie-passt-das-zusammen>
- A YouTube Playlist of all talks given at the second minisymposium:
<https://www.youtube.com/watch?v=jP6lJ0Jnvko&list=PLIQnnJvM8OOkdVa7p-uYbMs5OnR2Gcza->

Mathematik und Kunst – ein überraschend fruchtbares Zusammenspiel
Über die ersten beiden Minisymposien „Mathematik und Kunst“ auf den
Jahrestagungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung

Milena Damrau und [Martin Skrodzki](#)

Auf den ersten Blick erscheinen die Bereiche Mathematik und Kunst sehr unterschiedlich und nur schwer in einem Projekt vereinbar zu sein. Historisch gibt es jedoch erstaunlich viele Beispiele für ein solches fruchtbares Zusammenspiel, und in den letzten Jahrzehnten wurden sowohl Konferenz- als auch Zeitschriftenformate entwickelt, um die interdisziplinäre Interaktion zwischen Mathematik und Kunst weiter zu fördern. Eine neue Veranstaltung ist in diesem Zusammenhang ein Minisymposium, das weitere Möglichkeiten für Austausch, Vernetzung und Inspiration bietet.

Mathematik wird oft mit abstrakten Konzepten, purer Logik oder auch praxisfernen Theorien assoziiert. Mit Kreativität, geschweige denn mit Kunst, wird sie eher selten in Verbindung gebracht. Dennoch schwärmen Mathematikerinnen und Mathematiker von der Schönheit mathematischer Konstruktionen und Beweise. Kann diese Schönheit nur von Eingeweihten geschätzt werden? Braucht man einen Abschluss in Mathematik, um die ästhetischen Werte zu erkennen, die dieses Fachgebiet zu bieten hat? In diesem Sinne erscheint eine Verbindung von Mathematik mit künstlerischen Disziplinen wie der bildenden Kunst, der Musik oder der darstellenden Kunst, um nur einige zu nennen, eher schwierig.

Verbindungen von Kunst und Mathematik finden sich bereits in der Antike

Eine genauere Betrachtung von Mathematik und Kunst zeigt jedoch eine Vielzahl von Verbindungen zwischen diesen beiden Bereichen. Diese sind während einer langen historischen Beziehung entstanden, die bis ins 4. Jahrhundert v. Chr. und möglicherweise sogar noch weiter zurückreicht. In der Antike stellte Aristoteles fest: „Vor allem die mathematischen Wissenschaften zeichnen sich aus durch Ordnung, Symmetrie und Beschränkung; und dies sind die größten Formen des Schönen.“ Es ist daher nicht verwunderlich, dass sich berühmte Kunstschaaffende im Laufe der Geschichte der Mathematik zuwandten und sich von ihr inspirieren ließen.



Illustration der Struktur des Universums nach Johannes Kepler, dargestellt durch eine Verschachtelung der fünf platonischen Körper. Abgedruckt in Keplers astronomischem Werk „Mysterium Cosmographicum“.

Copyright:

https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Mysterium_Cosmographicum_solar_system_model#/media/File:Kepler_Platonic_Solids.tif

So ist beispielsweise Leonardo da Vinci einer der bekanntesten Maler der Renaissance, aber er hatte auch ein großes Interesse an Naturwissenschaften und Mathematik. Er schuf mehrere künstlerische Darstellungen von geometrischen Strukturen. Die Verwendung von Perspektive in der Renaissancemalerei ist ein weiteres Beispiel für die Anwendung geometrischer Prinzipien in der künstlerischen Praxis. Diese Beziehung zwischen Mathematik und Kunst wirkt aber auch umgekehrt: Mathematikerinnen und Mathematiker fügten ihren gedruckten Werken reichhaltige und kostspielige Illustrationen bei, um ihre Erkenntnisse zu vermitteln. Johannes Kepler nutzte beispielsweise einen Stich von verschachtelten Polyedern, um seine Berechnungen der Planetenbewegungen mit seiner philosophischen Weltanschauung zu verbinden. Insbesondere nach den Arbeiten von René Descartes, die es erlauben z.B. Zahlen oder Gleichungen zeichnerisch darzustellen, explodierte die Anzahl an Illustrationen in mathematischen Zeitschriften. Einige Forschende gingen sogar so weit, dass sie ihre Erkenntnisse über dreidimensionale Strukturen in Gipskulpturen darstellten, wie sie etwa in der [Göttinger Sammlung mathematischer Modelle und Instrumente](#) gesammelt sind.

Weitere Entwicklungen im 20. und 21. Jahrhundert

In diesem Kreislauf der Inspirationen griffen Künstlerinnen und Künstler immer wieder mathematische Konzepte auf und nutzten sie, um ihnen eine eigene, einzigartige Perspektive zu geben. Ein Beispiel hierfür ist Maurits Cornelis Escher, dessen Werke einen starken Bezug zu den sogenannten [Ornamentgruppen](#) (englisch: [wallpaper groups](#)), der mathematischen Grundlage kristallographischer Strukturen, aufweisen. Die Arbeiten anderer Künstlerinnen und Künstler, wie beispielsweise die ikonischen Gemälde von Piet Mondrian,

zeigen klare geometrische und mathematische Aspekte, wobei explizite Verbindungen zu entsprechenden wissenschaftlichen Bereichen nicht bekannt sind. Anders verhält es sich z. B. bei [Bathsheba Grossman](#), die sich für ihre Skulpturen direkt von mathematischen Konzepten wie Minimalflächen, Knoten oder topologischen Strukturen inspirieren lässt. Diese und viele andere Künstlerinnen und Künstler haben bewiesen und beweisen immer wieder, wie faszinierend und schön sowohl mathematische als auch von Mathematik inspirierte Kunstwerke sein können.



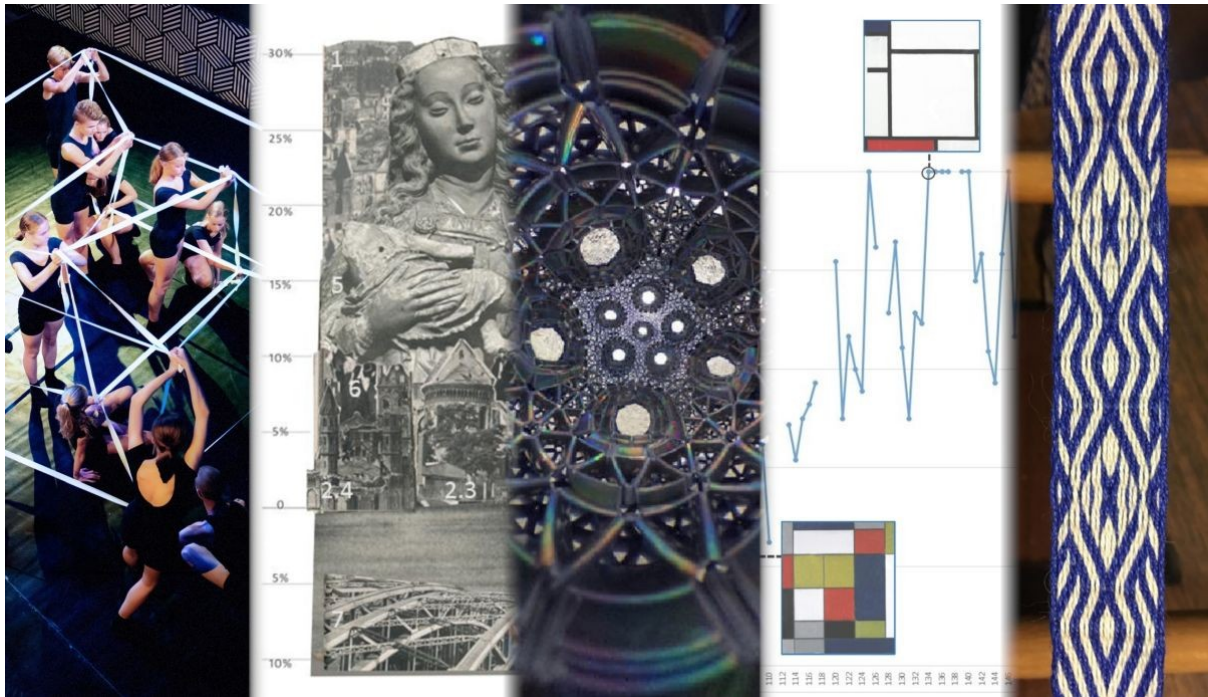
„Gyroid“, eine Metallsulptur von Bathsheba Grossman.
Copyright: <https://bathsheba.com/math/gyroid/>

Auch wenn es Zusammenarbeit von Mathematikerinnen/Mathematikern und Kunstschaaffenden schon lange gibt, wurde dieses fruchtbare Zusammenspiel erst in den letzten Jahrzehnten auch durch entsprechende Angebote erleichtern. Ein Beispiel hierfür ist die [Bridges-Konferenz](#), bei der sich Mathematikerinnen/Mathematiker und Kunstschaaffende seit 1998 jährlich zusammenfinden. Die Konferenz wurde bisher in Nordamerika, Europa und Asien abgehalten und fördert interdisziplinäre Präsentationen und Veröffentlichungen von Mathematik in Verbindung mit Kunst, Musik, Architektur und Kultur. Arbeiten, die sich mit der Einbindung dieser Zusammenhänge in einen pädagogischen Rahmen befassen, sind ebenso willkommen wie Hands-on-Workshops, Lesungen von Poesie oder die Aufführung von mathematisch inspirierten Theaterstücken. Die Bridges-Konferenz, durchgeführt von der Bridges Organization, ist die größte Veranstaltung in diesem Bereich. Die Bridges Organization veranstaltet auch verschiedene [Ausstellungen für mathematische Kunst](#), die entweder im Rahmen der Bridges-Konferenz oder z. B. auch in Form mathematischer Kunstgalerien während der [Joint Mathematics Meetings](#) der [American Mathematical Society](#) präsentiert werden. Neben der Bridges-Konferenz gibt es auch Zeitschriften, die sich der

Veröffentlichung von Forschungsergebnissen über mathematische Kunst widmen. Beispiele hierfür sind das 2007 gegründete [Journal of Mathematics and the Arts](#) oder die 1968 gegründete Zeitschrift [Leonardo](#), wobei letztere Beiträge zu allgemeineren Kooperationen zwischen Wissenschaft und Kunst publiziert. All diese Veröffentlichungen vermitteln einen Eindruck von den vielfältigen Aktivitäten und den vielfältigen Menschen, die derzeit in diesem Bereich tätig sind.

Ein neues Minisymposium für mehr Austausch

Während internationale Konferenzen zu Mathematik und Kunst regelmäßig stattfinden, fehlt ein deutsches oder europäisches Treffen zum Austausch von Ideen und Inspirationen sowie zur Präsentation von Arbeiten. Um diese Lücke zu schließen, wurde im Jahr 2020 erstmals ein Minisymposium zum Thema „Mathematik und Kunst“ auf der Jahrestagung der [Deutschen Mathematiker-Vereinigung](#) veranstaltet. Trotz der mehr als 130-jährigen Geschichte der Deutschen Mathematiker-Vereinigung war es die erste Veranstaltung dieser Art im Rahmen einer Jahrestagung. Da ein Minisymposium unmöglich die gesamte Bandbreite möglicher Verbindungen zwischen Mathematik und Kunst abdecken kann, wurden im Call for Papers einige Einschränkungen vorgenommen. Generell wurden Arbeiten gesucht, die entweder künstlerische Werke aus einer mathematischen Perspektive betrachten oder mathematische Konzepte in künstlerischer Form wiedergeben. Besonderer Wert wurde auf das explizite Vorhandensein der mathematischen Komponenten gelegt, d.h. sie sollten nicht als selbsterklärend vorausgesetzt, sondern aktiv angesprochen werden. Das Minisymposium umfasste [vier Sessions](#) mit insgesamt 15 Vortragenden (9 Männer, 6 Frauen) aus Deutschland, den USA, Argentinien, den Niederlanden und Polen. Die Themenbereiche der vier Sessions waren vielfältig und umfassten beispielsweise Vorträge über verschiedene künstlerische Objekte als Ausgangspunkte für mathematisches Lernen. Zwei weitere Beiträge verwendeten statistische Modelle zur Analyse und Visualisierung von Kunst. Für eine detaillierte Diskussion ausgewählter Beiträge des Minisymposiums verweisen wir auf einen englischsprachigen [Artikel](#) in der Online-Zeitschrift „w/k – Zwischen Wissenschaft und Kunst“.



Eine Collage verschiedener Projekte, die auf dem Minisymposium „Mathematics and Arts“ 2020 vorgestellt wurden.

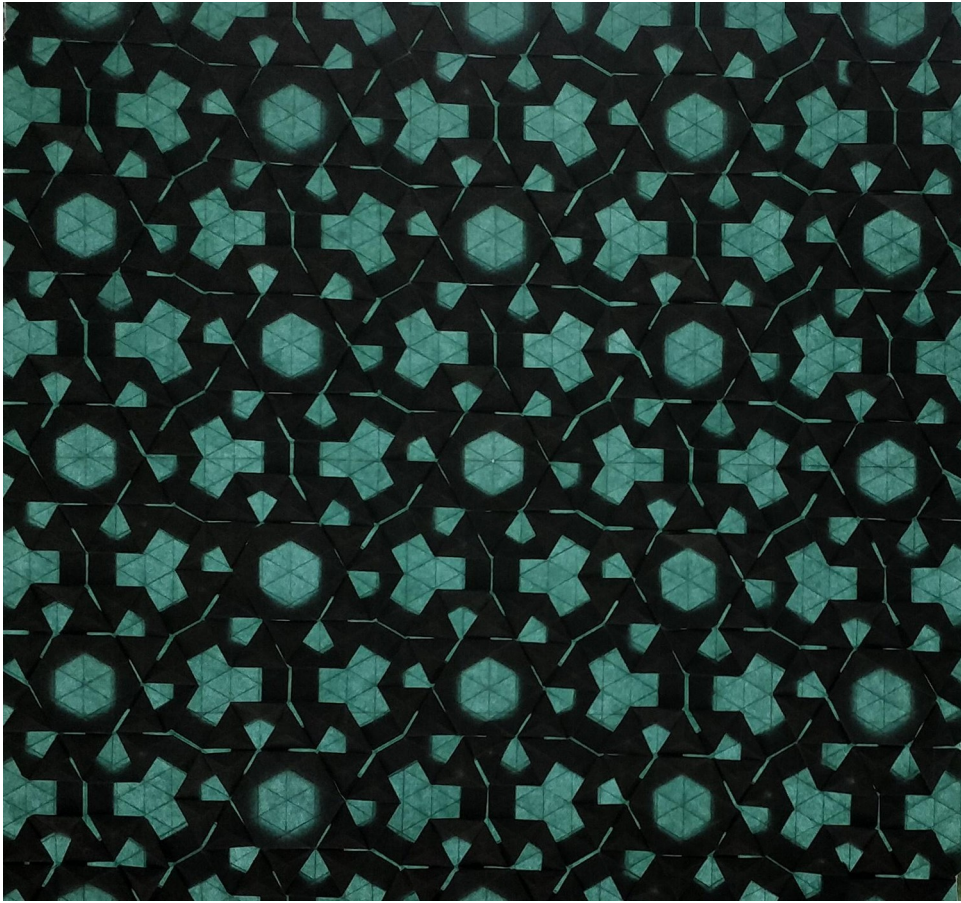
Copyright: <https://between-science-and-art.com/mathematics-and-arts/>.

Aufgrund der großen Resonanz und des sehr positiven Feedbacks der Referentinnen und Referenten sowie des Publikums, wurde auf der gemeinsamen Jahrestagung der Deutschen Mathematiker-Vereinigung und der Österreichischen Mathematischen Gesellschaft im September 2021 ein zweites Minisymposium zum Thema Mathematik und Kunst veranstaltet. Insgesamt 21 Referentinnen und Referenten (9 weiblich, 12 männlich) hielten [15 Vorträge](#), die in fünf Sessions thematisch aufgeteilt waren. So befassten sich beispielsweise drei Vorträge mit mathematisch inspirierten Holzarbeiten, während sich die Vorträge einer anderen Session auf die Umsetzung von Symmetrien durch Papiermodelle fokussierten, sowohl als dreidimensionale Modelle als auch als Origami. Andere Vortragende nutzten Computer, um Renderings für interaktive Lehrvideos, für die Erforschung von Perspektive in holländischen Gemälden des 17. Jahrhunderts oder für Filme zur Wissenschaftskommunikation zu erstellen.

Ein interdisziplinäres Forschungsfeld, in dem Menschen mit verschiedenen Hintergründen arbeiten

Da es sich bei Mathematik und Kunst um ein interdisziplinäres Gebiet handelt, sind die Menschen, die sich mit diesem Bereich befassen, sehr unterschiedlich, was ihren wissenschaftlichen oder künstlerischen Hintergrund, ihre Ausbildung und ihre Beweggründe angeht. Einige von ihnen schaffen mathematische Kunstwerke, um die darin enthaltene Mathematik besser zu verstehen, andere, um das künstlerische Potenzial der Mathematik weiter zu erforschen. In jedem Fall erfordern diese Projekte interdisziplinäres Wissen, entweder innerhalb einer Person oder innerhalb eines Teams. Beispiele für erstere sind z. B. Rachel Quinlan oder Joshua Holden, die ausgebildete Mathematikerin bzw. Mathematiker sind und mathematische Strukturen künstlerisch erkunden. Dabei verwendet Rachel Quinlan Origami, um verschiedene Elemente von Ornamentgruppen zu veranschaulichen, ganz im

Sinne des bereits erwähnten M.C. Escher. Joshua Holden nutzt sein Wissen über Zufallsprozesse, um Computerprogramme zu schreiben, die Webmuster oder Schlagzeugsoli erzeugen.



Die Symmetrien einer der Ornamentgruppen, realisiert durch eine Origami-Faltung.

Copyright: [Rachel Quinlan](#)

Interdisziplinäre Teams profitieren davon, dass alle Mitglieder ihr jeweiliges Fachwissen in das Projekt einbringen. Wenn Anna M. Hartkopf ihr mathematisches Verständnis vierdimensionaler Geometrien beisteuert und René M. Broeders seine Erfahrung als künstlerischer Leiter einbringt, entstehen ganz wunderbare [Performances](#). Das Gleiche gilt für die Bildhauerin [Teresa Hunyadi](#), die beeindruckende holzgeschnitzte Darstellungen von [Penrose-Parkettierungen](#) schafft, welche von Dave Murray-Rust, einem Experten für die Interaktion zwischen Mensch und Maschine, erzeugt werden. Ganz anders war der Fall von Aubin Arroyo und Jean-Michel Othoniel: Beide beschäftigten sich unabhängig voneinander mit so genannten wilden Knoten – Aubin Arroyo als Mathematiker und Jean-Michel Othoniel als Künstler. Später erfuhren sie von ihrer jeweiligen Arbeit und begannen sich auszutauschen und zusammenzuarbeiten. Daraus entstanden eine Ausstellung und ein [Buch](#), das die beiden gemeinsam verfasst haben. Da es sich bei den beiden Minisymposien um Online-Formate handelte, konnten auch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Kunstschaffende sowie Lehrende teilnehmen, die normalerweise nicht für einen Kurzvortrag nach Europa reisen würden bzw. denen einfach die finanziellen Mittel hierfür fehlen. Daher ist es wichtig, solche Formate so inklusiv wie möglich fortzuführen, wofür hybride (vor-Ort/virtuell) Konferenzen eine vielversprechende Möglichkeit darstellen.



In Holz geschnitzte Darstellung einer Penrose-Parkettierung.

Copyright: [Teresa Hunyadi](#)

Wir hoffen, dass Ihnen dieser kurze Einblick in die Welt der Mathematik und Kunst gefallen hat. Wenn Sie Erfahrungen aus erster Hand sammeln möchten, wenden Sie sich bitte an dmv.math.art@gmail.com. Wir nehmen Sie gerne in unsere Mailingliste auf und informieren Sie über kommende Veranstaltungen. Das nächste Treffen ist auf der Jahrestagung der Deutschen Mathematiker-Vereinigung in Berlin vom 12. bis 16. September 2022 geplant. Wir würden uns freuen, Sie dort zu sehen!

Weitere Lektüre und anderes Material:

- Ein Artikel über das erste Minisymposium in der Online-Zeitschrift "Zwischen Wissenschaft und Kunst": <https://between-science-and-art.com/mathematics-and-arts/>
- Eine YouTube-Playlist mit allen Vorträgen des ersten Minisymposiums: https://www.youtube.com/playlist?list=PLIQnnJvM8OOknWUcdVA9s_pNMDpLascmg
- Artikel im Blog der Deutschen Mathematiker-Vereinigung zum ersten Minisymposium: <https://www.mathematik.de/dmv-blog/2848-mathematik-und-kunst-%E2%80%93-wie-passt-das-zusammen>
- Eine YouTube-Playlist mit allen Vorträgen des zweiten Minisymposiums: <https://www.youtube.com/watch?v=jP6lJ0Jnvko&list=PLIQnnJvM8OOkdVa7p-uYbMs5OnR2Gcza->