

44 Origami-Mathematik im Museum für Moderne Kunst

Die Mathematik hinter der Faltung von Origami-Mustern inspiriert nicht nur schöne Kunst, sondern führt auch zu einem besseren Verständnis der Faltung von Proteinen, den Arbeitspferden im menschlichen Körper.



Origami ist eine alte japanische Kunstform, die auf dem Falten von Papier basiert. Die Origami-Mathematik gibt es erst seit etwa vierzig Jahren. Die Origami-Mathematik beschreibt die Regeln des Origami auf formale Weise und entdeckt, was möglich ist und was nicht. Mit Origami-Mathematik versuchen Mathematiker zu verstehen, wie man aus einem flachen Stück Papier ein beliebiges dreidimensionales Objekt falten kann: einen Frosch, einen Kranich, einen Menschen oder eine abstrakte, geometrische Figur. Es kann alles sein.

Die ultimative Herausforderung besteht darin, eine Berechnungsmethode zu finden, die Ihnen sagt, wie eine beliebige dreidimensionale Struktur am besten gefaltet werden kann. Und „am besten“ bedeutet so etwas wie mit möglichst wenig Falten und einem möglichst kleinen Stück Papier.

Origami-Schleifen

Der amerikanische Mathematiker Erik Demaine (1981) nutzt die Mathematik, um schöne neue Formen aus Papier zu falten. Zusammen mit seinem Vater Martin, der Künstler ist, entwarf und faltete er drei Origami-Formen - „Computational Origami“ genannt -, die man in der ständigen Sammlung des Museum of Modern Art in New York bewundern kann. Jedes Formular verbindet mehrere kreisrunde Papierstücke zu einem faszinierenden *Looping*. Folgen Sie dem *Looping* phantasievoll mit dem Zeigefinger, und Sie werden feststellen, dass der Gesamtdrehwinkel viel größer als 360° ist, normalerweise etwas zwischen 720° und 1080° .

Diese Form des Origami unterscheidet sich vom traditionellen Origami dadurch, dass die Formen tatsächlich aus unendlich vielen unendlich kleinen Faltungen bestehen. Nur so lässt sich eine überall gekrümmte Oberfläche erzeugen. Erik Demaine: „Die zugrunde liegende mathematische Frage ist, wie die Mathematik ein Berechnungsrezept liefern kann, das angibt, welche gekrümmten Formen theoretisch gefaltet werden können.“

Origami-Mathematik hilft nicht nur Künstlern. Es wird in allen Bereichen angewandt, die mit dem Falten zu tun haben: zum Beispiel in der Robotik, aber auch in der Architektur, der bildenden Kunst und der Computergrafik. Zum Beispiel arbeitet der Origami-Künstler Robert Lang an einem faltbaren Teleskopobjektiv für den Einsatz im Weltraum. Dort muss man in der Lage sein, die Linse auf eine Ebene von hundert Metern Durchmesser zu falten, aber zusammengeklappt in einem Raumschiff will man ein Paket nicht mehr als zehn Meter breit halten. Wie macht man das auf die bequemste Art und Weise?



Abbildung 41: „Computational Origami“ von Erik und Martin Demaine. Diese drei Origami-Figuren sind Teil der ständigen Sammlung des Museum of Modern Art in New York. Quelle: Erik und Martin Demaine.

Gefaltete Proteine in Ihrem Körper

Ein weiteres wichtiges praktisches Problem, an dem Demaine mit Origami-Mathematik arbeitet, ist das Problem der Proteinfaltung. Proteine sind die Arbeitspferde des Körpers. Es handelt sich um komplexe, dreidimensionale Moleküle, die auf eine bestimmte Art und Weise zusammengefaltet sind. Diese Faltung bestimmt zu einem großen Teil ihre Funktion. Bei allen Arten von Krankheiten geht bei der Proteinfaltung etwas schief, und Medikamente können das mit speziell entwickelten Proteinen reparieren.

Als Origami-Mathematiker stellt Demaine die Frage, auf welche Art und Weise man eine Proteinform in eine andere falten kann: „Mathematisch gesehen ist das eine Art eindimensionales Origami, denn man kann ein langes Molekül als eine Linie betrachten. Die Frage ist, ob wir eine Berechnungsmethode für den bequemsten Weg der Proteinfaltung finden können. Wir hoffen, dass wir, wenn wir diese mathematische Berechnungsmethode gefunden haben, automatisch Einblick in die natürlichen und chemischen Prinzipien erhalten, die bestimmen, wie sich ein Protein faltet.“

Vater und Sohn Demaine experimentieren viel mit Papier, um ein mathematisches Origami-Problem zu lösen. Sohn Erik: „Das Falten eines Origami-Objektes mit den Händen bildet die Intuition dafür, was möglich ist und was nicht. Es ist, als ob man durch das Zusammenfalten im Kopf eine große experimentelle Datenbank aufbaut. Sie verwenden diese Datenbank, um das mathematische Rätsel zu lösen. Übrigens verwenden alle bekannten Origami-Designer irgendeine Form der Origami-Mathematik. Nur lassen sie nicht einen Computer rechnen, sondern sie rechnen unbewusst im Kopf, auf intuitive Weise.“