

SCIENOX

Auf der Suche nach dem verlorenen Wissen

MISSION MUT
www.scienvox.de

wissenschaft  im dialog

FLÄCHEN OHNE ENDE

Alles was einen Anfang hat, hat auch ein Ende, und was nicht außen ist, muss innen sein, oder? Nicht unbedingt, wenn man die Welt der Topologie betritt. Als Unterbereich der Mathematik befasst sie sich mit der Form aller Dinge, und die kann manchmal recht „exotisch“ sein.

Einer der topologischen Superstars ist das so genannte „Möbiusband“ (auch Möbiusschleife genannt). Dass dies keine gewöhnliche Schleife ist, stellt man fest, sobald man einmal mit dem Finger ihre Oberfläche abfährt. Ohne ein Loch bohren oder den Rand überqueren zu müssen, gelangt man automatisch auf die Rückseite des Ausgangspunktes. Das Möbiusband hat nur eine Seite und nur einen Rand! Ungewöhnlich, aber nicht einzigartig in der Topologie.

Objekte, bei denen „außen“ gleich „innen“ ist, gibt es nämlich auch in vier Dimensionen. Diese übersteigen zwar unser räumliches Vorstellungsvermögen, mathematisch gesehen sind sie jedoch eng mit der „einfachen“ Möbiusschleife verknüpft. Klebt man von dieser mehrere aneinander, erhält man zum Beispiel die Klein'sche Flasche. Auch sie hat nur eine Seite mit einem lang gebogenen Flaschenhals, der das Innere nach außen kehrt, allerdings ohne Ränder und ohne die Oberfläche zu durchstoßen. Möglich nur dank einer zusätzlichen vierten Dimension: Genau wie sich zwei nicht parallele Geraden in zwei Dimensionen schneiden, unter Hinzufügen einer Höhe jedoch durchaus aneinander vorbeilaufen können, so kann der Hals der Klein'schen Flasche ohne Loch oder Rand durch ihren Bauch ins Innere abtauchen.

Weitere dieser „unmöglichen“ Objekte mit einseitigen Oberflächen, die sich selbst ohne Rand schneiden können, sind „Kreuzhaube“, „Steiner-“ und „Boy-Oberfläche“. Klebt man den Rand einer Möbiusschleife und den Rand einer Scheibe zusammen, erhält man stets einen dieser drei Körper, die trotz ihrer dreidimensionalen Zutaten nur in den Köpfen und Computern der Topologen realisierbar sind. Anders das Möbiusband selbst, welches sich als praktische Anwendung bereits in Form von Transport- und Aufnahmebändern sowie Keilriemen bewährt hat. Da Innen und Außen nahtlos ineinander übergehen wird hier nämlich die gesamte Fläche genutzt, was geringere Abnutzung und doppelte Speicherkapazität bedeutet.

Die bislang winzigsten „Einflächler“ allerdings stammen aus Japan. Gezüchtet auf flüssigen Selen-Tropfen sollen diese kristallinen Möbiusbänder mit dem Durchmesser eines menschlichen Haares schon bald dabei helfen, die Physik des ganz Kleinen besser zu verstehen und neuartige Molekularstrukturen aufzubauen.



Die Klein'sche Flasche hat genau wie das Möbiusband nur eine Seite. In vier Dimensionen geht der „Henkel“ auf der rechten Seite in das „Innere“ der Flasche über, ohne die Wand zu durchstoßen! (Bild: ius)



Möbiusband zum Anfassen: Wer mit dem Finger das Band entlang fährt, landet auf der Rückseite des Ausgangspunktes. (Bild: Thomas Hofer/Technorama Winterthur)

MÖBIUSBAND	
Flächenzahl Möbiusband	1 (und 1 Kante)
Größtes Möbiusband	4,65 m (aus massivem Granit, geschaffen vom Künstler Max Bill (1908-1994))
Kleinstes Möbiusband	0,05 mm (aus Niobium- und Selenkristallen, geschaffen von japanischen Physikern der Hokkaido University)



PD Dr. Konrad Polthier,
Konrad Zuse Zentrum (ZIB),
Geometrie & Visualisierung, Berlin

10 FRAGEN AN PD DR. KONRAD POLTHIER

1. Warum sind Sie Wissenschaftler geworden?

Es ist vermutlich der innere Drang, bei einem Problem nicht nur die Lösung finden zu wollen, sondern konzeptioneller die abstrakte Struktur, den Kern des Problems freizulegen. Dies erlaubt das gleichzeitige Lösen einer Klasse von verwandten Problemen, die sich nur in ihren Verkleidungen unterscheiden. Als Berufswunsch hat sich der Wissenschaftler bei mir im Studium entwickelt, vorher wollte ich große Industrieprojekte managen, oder auch mal Fußballer werden.

2. Mit welchem historischen Kollegen würden Sie gern essen gehen?

Essen ist Leben, mit historischen Köpfen würde ich lieber nur reden, wie mit einem klugen Buch, welches meine Fragen beantwortet. Und mir die Geschichte und Irrwege bei Ihren Entdeckungen schildern lassen. Viele Koryphäen können übrigens auch zu Lebzeiten ganz spannend erzählen, man muss sie nur ohne Scheu fragen, und kann dabei auch essen gehen.

3. Was war die wichtigste Entdeckung?

Mich persönlich erstaunen immer wieder die universellen Strukturen, die quer über alle Naturwissenschaften sichtbar sind. Die Mathematik steckt hier überall drin, und sie bietet eine formale, vereinheitlichende Sprache, um überraschende und richtungsweisende Einsichten zu erschließen. Ich sehe deshalb die Mathematik als Kandidat für einen Podiumsplatz.

4. Welche Entdeckung erhoffen Sie sich für die Zukunft?

Es gibt viele ganz eilige Sachen, Krankheiten, Energieprobleme, schon etwas weniger Krieg wäre hilfreich. Der Podiumsplatz muss breit sein, um für alle dringenden Entdeckungen Platz zu bieten.

5. Ihr schönstes Erlebnis als Forscher?

Wenn einem bei der Schilderung eines Problems die Lösung plötzlich klar vor Augen tritt. Nahe liegend, man sollte viel mit anderen Wissenschaftlern reden ...

6. Wie entspannen Sie sich?

Aus dem Fenster schauen (und dabei denken). Aber Jonglieren als Kontrast ist auch gut, dabei kann ich wirklich an nichts anderes denken.

7. Ihre größte Schwäche?

Darüber können andere Leute noch besser Auskunft geben ...

8. Ihr Lieblingsspiel?

Fussball gehört sicher dazu ...

9. Wovon träumen Sie?

Viel ...

10. Was kann die Wissenschaft nicht erklären?

Wissenschaft wird immer tiefere Erklärungsmodelle liefern und die Natur verständlicher erscheinen lassen. So hilfreich diese Theorien für praktische Zwecke sein mögen, so wenig wird die Wissenschaft wirkliche, absolute Wahrheiten produzieren, denn dafür bräuchten wir gesicherte Annahmen – und die gibt es leider, oder zum Trost, nur innerhalb der klaren Strukturen der Mathematik.