

Algebraische Geometrie im Jahr der Mathematik 2008 Eine Zwischenbilanz der Ausstellung IMAGINARY

Gert-Martin Greuel
Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach

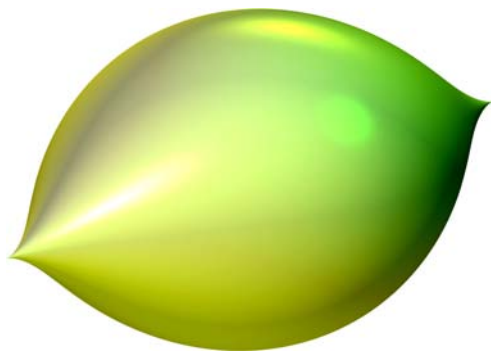
Andreas Daniel Matt
Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach

greuel@mfo.de
matt@mfo.de



Zusammenfassung

Im Jahr der Mathematik 2008 präsentiert die Wanderausstellung IMAGINARY des Mathematischen Forschungsinstituts Oberwolfach das Gebiet der algebraischen Geometrie durch interaktive Installationen, ansprechende Bildgalerien, Medienarbeit und Wettbewerbe. Das dafür entwickelte Programm SURFER zur schnellen Visualisierung reeller algebraischer Flächen begeistert ein breites Publikum. Wir ziehen eine erste Zwischenbilanz der Ausstellung und teilen unsere Erfahrungen bei der Vermittlung algebraischer Geometrie mit.



Das Logo der Ausstellung: Zitrus $x^2 + z^2 = y^3(1 - y)^3$

Die Idee

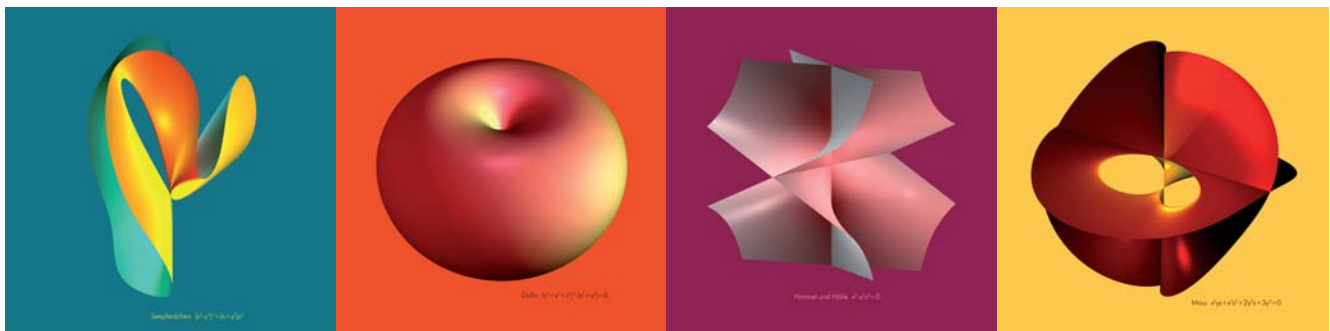
„Es ist die Freude an der Gestalt, die den Geometer ausmacht“. Dieser Satz des deutschen Mathematikers Alfred Clebsch (1833–1872) ist das Motto der Ausstellung. Die Freude an der Gestalt und zusätzlich am eigenen Gestalten soll in der Wanderausstellung „IMAGINARY – Mit den Augen der Mathematik“ vermittelt

werden. Diese interaktive Ausstellung zur algebraischen Geometrie und zu mathematischen Visualisierungen aus anderen Gebieten der Mathematik wird im Jahr der Mathematik 2008 in über 13 deutschen Städten zu sehen sein.

Das Seepferdchen und seine Formel

Prof. Herwig Hauser von der Universität Wien erzeugte aus einfachen algebraischen Gleichungen ästhetisch ansprechende Bilder, gab ihnen interessante Namen und visualisierte sie mit ausgesuchten Farben. Eine Galerie mit Bildern wie Seepferdchen, Dullo, Himmel&Hölle oder Miau lädt die BesucherInnen ein, die Ästhetik und Schönheit der „Gleichungen“ zu bewundern.

Zu jeder Fläche gibt eine Erklärungstafel Einblicke in die mathematischen Eigenschaften und die Erstellung des Bildes. So werden die wichtigen Elemente der Bilder, wie z. B. die Singularitäten, beschrieben.



Algebraische Flächenkunst – 12 Motive werden auch als Posterset angeboten

Persönliche Vermittlung

An jedem Ausstellungsort gibt ein Team von BetreuerInnen, meist StudentInnen oder Dozenten der lokalen Universitäten, eine Einführung in den Zusammenhang zwischen Form und Formel, zwischen Algebra und Geometrie, und steht während der Öffnungszeiten den Besuchern für Fragen und weitergehende Erklärungen zur Verfügung. Das Team wird jeweils vor der Ausstellung durch schriftliches Material und durch eine persönliche Einführung auf die Aufgabe vorbereitet. Es hat sich gezeigt, dass diese individuelle Betreuung der BesucherInnen sehr wichtig ist, einerseits um Vorurteile zur „unverständlichen“ Mathematik abzubauen aber auch um das durch die Ausstellung angeregte Wissensbedürfnis zumindest teilweise zu befriedigen. So bleibt den BesucherInnen neben der Erinnerung an die Schönheit der Mathematik auch der Eindruck, etwas gelernt zu haben.

Flächen selbst gemacht

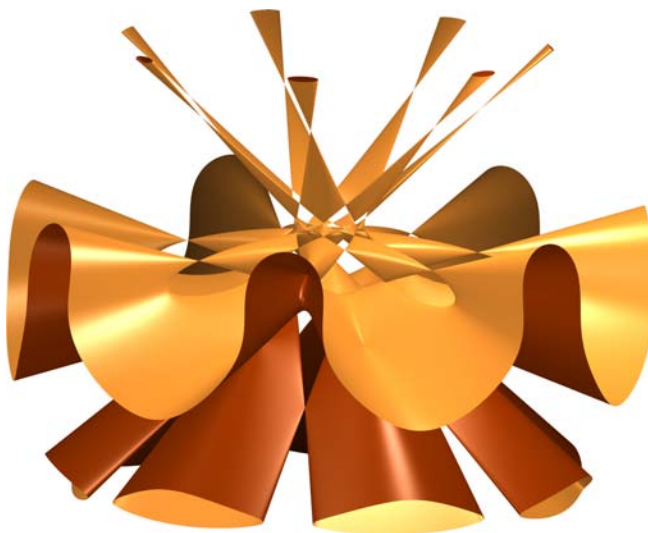
Interaktive Installationen ermöglichen es den BesucherInnen, selbst mathematisch-künstlerisch aktiv zu werden. Dazu wurde das Programm SURFER entworfen, mit dem man algebraische Flächen in Echtzeit berechnen, anzeigen und verändern kann. Auf einem großen Touch-Screen können die Besucher mit dem Finger die polynomialen Gleichungen eingeben oder abändern, Parameter verschieben, die Farben der Flächen bestimmen und die Figuren nach Belieben drehen. SURFER basiert auf dem Programm SURF von Stephan Endrass et al. und wurde von Henning Meyer (TU Kaiserslautern) und Christian Stussak (Oberwolfach, Halle) entwickelt. Das Besondere an SURF und SURFER sind die sehr stabilen und extrem schnellen Algorithmen zur Darstellung speziell der Singularitäten sowie die unübertroffenen intuitive Eingabeoberfläche. Daneben bietet der SURFER verschiedene Galerien mit bekannten und neuen algebraischen Flächen, die auf einfache Weise verändert werden können.

Insbesondere die genial einfache Benutzerführung des SURFER hat die Redaktionen von ZEIT Online und Spektrum der Wissenschaften veranlasst, zusammen mit dem Mathematischen Forschungsinstitut Oberwolfach eigene Mathematik-Kunst-Wettbewerbe zu veranstalten.

Schulführungen

Für Schulklassen werden kostenlose Führungen angeboten. Nach einer kurzen Einführung mit Wiederholung zweidimensionaler Geometrie (Parabel, Kreisgleichung) mit dem Programm SURFER können die SchülerInnen selbst algebraische Flächen im dreidimensionalen Raum entwerfen. Kugeln werden dabei zu Ellipsoiden, die Gleichungen werden miteinander multipliziert und die singulären Punkte diskutiert. Durch kleine Parameteränderungen beim Doppelkegel wird

die „katastrophale“ Auswirkung im Bild veranschaulicht. Einblick in die aktuelle Forschung wird im Bereich der „Weltrekordflächen“ gegeben. Was ist die maximale Anzahl an singulären Punkten bei gegebenem Grad eines Polynoms? Oliver Labs (Universität des Saarlandes) erstellte dazu eine informative Galerie mit Erklärungen und vorgegebenen Parametern zum Verändern der Flächen. Natürlich ist dies nicht nur für SchülerInnen interessant.



*Die Labssche Septik mit 99 singulären Punkten
(derzeitiger Weltrekord).*

Am Ende der einstündigen Führung dürfen die SchülerInnen, genauso wie die anderen BesucherInnen, alle Programme ausprobieren und selbst geschaffene Bilder ausdrucken und mit nach Hause nehmen.

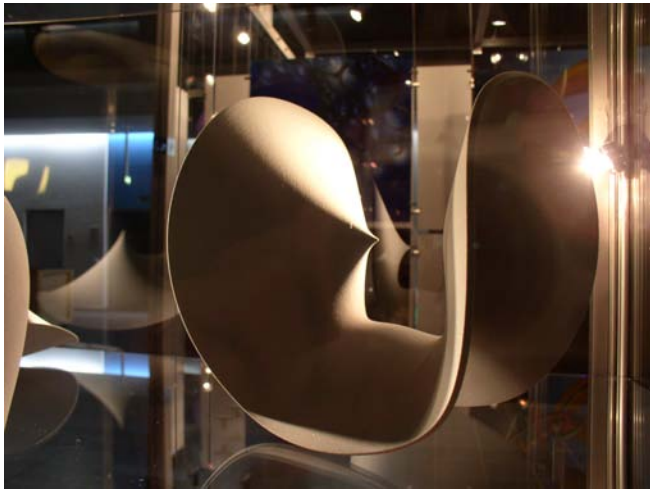


*Schülerinnen in Kassel
– ein Herz für die algebraische Geometrie!*

Flächen als 3D-Skulpturen

Die Firmen Voxeljet Technology in Augsburg und Alphaform in Feldkirchen befassen sich u. A. mit der generativen Fertigung von 3D-Modellen durch selektives Verkleben von Kunststoffpulver (PMMA) bzw. mittels Stereolithographie. Beide Firmen haben die Herausforderung angenommen, eine Auswahl algebraischer Flächen der Ausstellung in 3D zu drucken und als Skulpturen zu präsentieren. Die Schwierigkeit lag in der

Erstellung geeigneter Modelldatensätze. Für die Ausstellung wurden daher am Institut FORWISS der Universität Passau verschiedene Techniken umgesetzt, um algebraische Flächen in druckbare Daten zu wandeln. Zehn Skulpturen mit einem Durchmesser von ca. 25 cm werden exklusiv bei der Ausstellung gezeigt.



*3D-Skulpturen algebraischer Flächen,
hier das Bild Vis-à-Vis*

Posterset und Nachhaltigkeit

Auf der Webseite von IMAGINARY finden sich einführende Artikel der Mathematiker Herwig Hauser, Duco van Straten und Oliver Labs. Sie illustrieren einige der realen Hintergründe, geben einen freundlichen Einblick in die mathematische Werkstatt und einige aktuelle Forschungsprobleme. Diese Artikel wurden bereits mehr als 15.000 Mal von der Webseite heruntergeladen. Zusätzlich werden Tipps gesammelt, wie man das Programm SURFER in der Schule verwenden kann, Mathematik interaktiv und attraktiv vorzustellen. Ein Posterset mit 12 Motiven algebraischer Flächen wird für einen Unkostenbeitrag auf der Webseite <http://poster.imaginary2008.de> angeboten. Viele dieser Poster dekorieren bereits Schulklassen in ganz Deutschland, und einer eigenen Galerie der algebraischen Geometrie zu Hause steht nichts mehr im Wege.

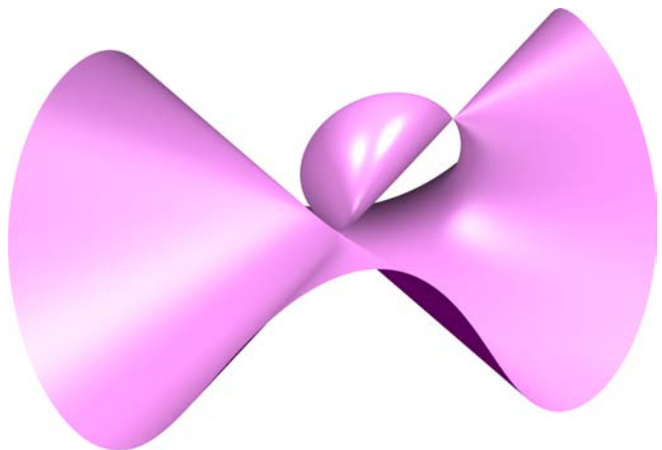
Erfahrungen mit IMAGINARY und SURFER

Die Ausstellung wurde bis jetzt in München, Berlin, Kaiserslautern, Stuttgart, Potsdam, Leipzig, Rust, Kassel und Köln gezeigt. Das Feedback dazu, gerade die interaktiven Elemente der Ausstellung betreffend, ist überwältigend und hat alle unsere Erwartungen übertroffen. Über 250 Schulklassen und mehr als 100.000 Personen besuchten die Ausstellung bisher. Die Möglichkeit, selbst algebraische Flächen zu erstellen, begeistert die BesucherInnen und schlägt sich in den zahlreichen Eintragungen in die Gästebücher nieder. Viele der BesucherInnen haben nach der Ausstellung bei Bilder-Wettbewerben mitgemacht. Die Mathematik-Kunst-Wettbewerbe mit Preisen bei Zeit Online und

Spektrum der Wissenschaft erhielten insgesamt über 2.000 Einsendungen, das Programm SURFER wurde bis jetzt über 30.000 Mal heruntergeladen. Diese Zahlen, aber auch die mehr als 15.000 Downloads der Erklärungsartikel bestätigen, dass ein großes Interesse an Mathematik besteht und dass Menschen sich gerne spielerisch und kreativ selbst mit mathematischen Inhalten befassen, wenn diese attraktiv und interaktiv dargestellt werden.

Die Wanderausstellung IMAGINARY wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt.

Eine Kubik mit Parametern



*Eine Kubik mit zwei Singularitäten und der Formel
 $-x^3 - y^2 z - x z^2 + x z - x y a - 0,1 z^2 (b - 0,5) = 0$.
 Was passiert, wenn man die Parameter a und b
 zwischen 0 und 1 verändert?*

Weitere geplante Termine

Konstanz, 01.10.–19.10.2008
 München, 25.09.–21.10.2008
 Saarbrücken, 24.10.–16.11.2008
 Mainz, November–Dezember
 Passau, Dezember

Weblinks mit mehr Information

www.imaginary2008.de
<http://www.jahr-der-mathematik.de>

www.zeit.de/matheskulptur
www.spektrum.de/mathekunst

<http://surfer.imaginary2008.de>
<http://unterricht.imaginary2008.de>
<http://poster.imaginary2008.de>

www.freigeist.cc
www.algebraicsurface.net
www.mathematik.uni-kl.de/~greuel/de/projects.html