

Cinderella - Dynamische Geometrie für Schulen, Universitäten, Ausstellungen und Museen

A. Matt
(Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach)

matt@mfo.de



Cinderella

Die Dynamische Geometrie-Software Cinderella gibt es seit über 15 Jahren. Seit September 2013 steht sie in ihrer Komplettversion kostenlos unter cinderella.de zum Download zur Verfügung; ein guter Grund das Programm erneut ins Rampenlicht zu stellen und dessen Einsatzmöglichkeiten im Unterricht und in der Mathematikommunikation zu beleuchten.

Das Programm Cinderella ist ein Spezialist der Dynamischen Geometrie, da es auf einem stark fundierten mathematischen Hintergrund aufbaut [1], siehe Abbildung 1. Es wurde von Jürgen Richter-Gebert und Ulrich Kortenkamp entwickelt und wird von beiden ständig erweitert. Die Besonderheiten des Programms sind, neben der mathematischen Grundlage die Unterstützung nicht-euklidischer Geometrien und die Möglichkeit Grafiken einzubinden, Musik zu erzeugen und Physiksimulationen zu erstellen [2].

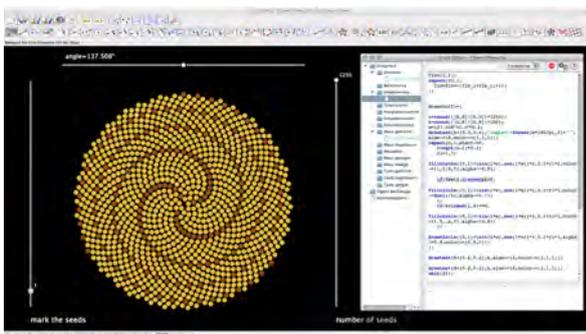


Abbildung 1: Benutzeroberfläche von Cinderella, links die Zeichenoberfläche und rechts das Fenster für die Programmierung eigener Skripte

Zusätzlich bietet Cinderella erweiterte Eingabe- und Steuermöglichkeiten an, wie z. B. die Unterstützung für Multi-Touch-Bildschirme und die Gestensteuerung LEAP oder die Einbindung der Sensordaten von iPhones. Cinderella ist in Java geschrieben und weist auch eine Exportoption der erstellten Konstruktionen für Webseiten auf. Es steht zum kostenlosen Download für Li-

nux, Mac und Windows zur Verfügung. Die Benutzeroberfläche ist in 15 Sprachen übersetzt. Im Jahr 2012 erschien die zweite überarbeitete Auflage des umfangreichen Cinderella-Handbuchs [3].

Neben der Programmumgebung selbst gibt es eine Vielzahl an ausgearbeiteten Konstruktionen, die mit Cinderella erstellt wurden und unter einer offenen Lizenz frei angeboten werden. Diese interaktiven Experimente werden erfolgreich in der Lehre, im schulischen als auch im universitären Umfeld, eingesetzt. Seit dem Jahr der Mathematik 2008 finden sie aber auch immer mehr in Mathematik-Museen und -Ausstellungen Anwendung, um einer breiten Öffentlichkeit auf anschauliche und partizipative Art und Weise Mathematik näher zu bringen.

Cinderella in Schulen und Universitäten

Dynamische Geometrie-Software wird vor allem in Schulen eingesetzt. Lehrerinnen und Lehrer können auf eine große Sammlung an Cinderella-Beispielen zugreifen und selbst Programme für den Schulunterricht entwerfen. Online-Plattformen wie *Intergeo* und *Open Discovery Space* bieten eine Datenbank, um Programme zu finden und auch die Möglichkeit eigene Entwürfe anderen zur Verfügung zu stellen.

Die Programmesammlung *Mathe Vital*, die von Jürgen Richter-Gebert entwickelt wurde, erhielt 2008 den mediendidaktischen Hochschulpreis Medida-Prix. Sie bietet interaktive Cinderella-Applets für Vorlesungen wie Lineare Algebra I und II, das Buch Geometrikalküle [4] und behandelt auch Themen wie mathematische Strukturen der Musik und die Verbindung von Mathematik und Pflanzen. Ich selbst habe Cinderella in der Vorlesung „Interaktive Kunst und Wissenschaft“ von 2011 bis 2012 am Instituto Tecnológico de Buenos Aires eingesetzt. Die Studentinnen und Studenten aus den Fächern Mathematik, Informatik und Ingenieurwissenschaften hatten die Aufgabe als Projektarbeit ein interaktives Exponat für ein Museum zu erstel-

len. Mehrere Projekte wurden mit Cinderella entwickelt, darunter ein Tischtennis-Spiel mit beeinflussbaren Physikparametern und ein Programm zum Malen mit Musik [5]. In eigenen Cinderella-Schulworkshops, siehe Abbildung 2, wurden Beispiele aus den oben genannten Sammlungen verändert und eigene Ideen umgesetzt. Die Cinderella-Skriptsprache CindyScript eignete sich dabei gut, um eine Einführung in das Programmieren zu geben.



Abbildung 2: Cinderella-Workshop mit einer Schulklasse in Buenos Aires

Im Dezember 2013 startete die *IMAGINARY-Entdeckerbox*, gefördert von der Klaus-Tschira-Stiftung. Sie beinhaltet 25 Objekte zu interaktiver Mathematik für Schulen, darunter auch eine Live-DVD mit der Vollversion von Cinderella und erstmals der kompletten Sammlung der Cinderella-Applets aus dem Deutschen Museum. Alle Inhalte der Box können frei heruntergeladen oder für die reinen Produktionskosten bestellt werden.

Web-Referenzen:

www.i2geo.net
www.opendiscoveryspace.eu
www.mathe-vital.de
www.imaginary.org/entdeckerbox

Cinderella in Ausstellungen und Museen

Cinderella-Konstruktionen sind seit Dezember 2007 Bestandteil der interaktiven Wanderausstellung *IMAGINARY* [6] des Mathematischen Forschungsinstituts Oberwolfach. Das Exponat besteht aus 35 Cinderella-Beispielen in den sieben Bereichen Kurven, Symmetrien, Chaos, Fraktale, Moiré, Kinematik und Simulation. Sie werden über einen großen Touch-Screen bedient. Neben der interaktiven Bedienfläche sind kurze Erklärungstexte zum mathematischen Hintergrund des jeweiligen Beispiels angebracht. Die Vielfalt der Konstruktionen und die intuitive Bedienung wurden bei den Besucherinnen und Besuchern der Ausstellung begeistert aufgenommen. Das Exponat wurde in mehr als 70 Ausstellungen in 15 Ländern gezeigt und ins Englische, Spanische, Katalanische, Portugiesische und Russische übersetzt, siehe Abbildung 3.

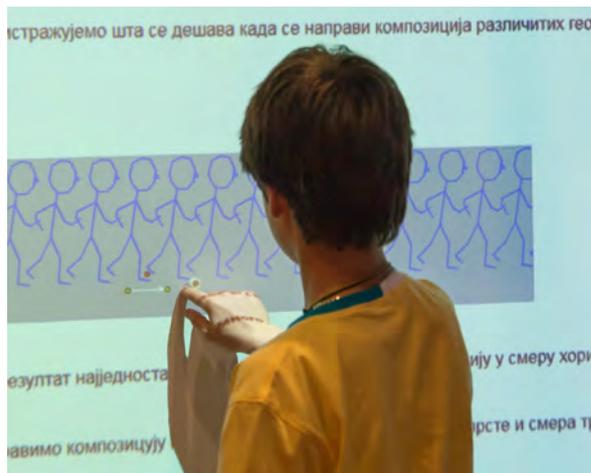


Abbildung 3: Applet zur Erklärung von Verschiebungssymmetrien bei der *IMAGINARY*-Ausstellung in Moskau

Im *ix-Quadrat*, einer permanenten Mathematikausstellung zum Anfassen an der TU München, kommt Cinderella mehrfach zum Einsatz. In einem mit Cinderella erstellten Computerprogramm können Platonische Körper ineinandergeschachtelt werden, um deren Zusammenhang untereinander experimentell zu erfahren.

Im Jahr 2010 eröffnete das *MiMa*, Museum für Mineralien und Mathematik, in Oberwolfach. Jürgen Richter-Gebert hat für das MiMa eine eigene Cinderella-Sammlung konzipiert, die in 24 Applets speziell auf die Themen Symmetrien, Kristallstrukturen, Atomgitter und Strukturbildung eingeht, siehe Abbildung 4. Darunter z. B. ein Applet, mit dem man das Kristallwachstum im Zweidimensionalen interaktiv betrachten kann. Man sieht positiv und negativ geladene Teilchen, die sich in einer Ebene bewegen können. Radius und Ladung der Teilchen sind frei veränderbar. Je nach Wahl der Parameter bilden sich hierbei die unterschiedlichsten regulären und irregulären Strukturen aus.

Cinderella wird aber nicht nur in Museen sondern auch für „mathematisches Graffiti“ eingesetzt, siehe Abbildung 5. Die Berechnung dieses anamorphen Bodenbildes wurde von Studenten und Studentinnen für den Tag der Mathematik der TU München mit Cinderella durchgeführt.

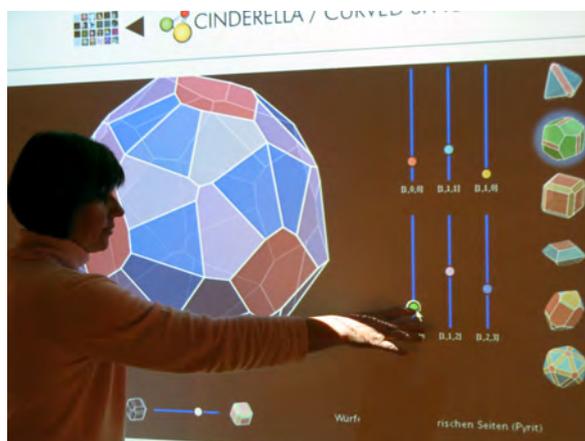


Abbildung 4: Symmetrische Polyeder erstellen: Cinderella-Applet im *MiMa*-Museum in Oberwolfach



Abbildung 5: Anamorphe Bodengraphik beim Tag der offenen Tür an der TU München

Im Mathematischen Kabinett des *Deutschen Museums* in München ist seit Juli 2011 ein Touch-Screen mit 32 Cinderella-Experimenten installiert, die von Jürgen Richter-Gebert programmiert wurden, siehe Abbildung 6. Die Besucherinnen und Besucher des Museums können z. B. mit einem Roboter spielen, der in einem Treppenhaus auf- und abläuft, mit den Planetenbahnen rund um eine oder mehrere Sonnen experimentieren, Fischschwärme beobachten und die Schwarmgröße anpassen, symmetrische Objekte erforschen oder Sonnenblumen wachsen lassen. Erstmals wurden auch mathematische Knobelspiele mit aufgenommen, wie z. B. Sudoku oder das 14/15-Puzzle. Seit 2012 gibt es auch eine permanente Cinderella-Installation im Science-Center *Experimenta* in Frankfurt.



Abbildung 6: Cinderella-Installation im Mathematischen Kabinett des Deutschen Museums in München

Web-Referenzen:

www-m10.ma.tum.de/ix-quadrat/
www.mima.museum/cinderella
imaginary.org/program/cinderella-applets
www.deutsches-museum.de
www.experimenta.de

Wieso eignet sich Cinderella besonders gut für Ausstellungen und Museen? Zum einen, da es relativ einfach ist, mit Cinderella ein intuitives und graphisch an-

sprechendes Applet zu erstellen, zwei wichtige Grundeigenschaften für den Einsatz in Museen. Bilder können auf die geometrischen Objekte gelegt werden und Schieberegler und andere Steuerelemente selbst geometrisch erstellt werden. Zum anderen laufen Cinderella-Applets stabil, d.h. sie sind auch für einen wartungsarmen Museumsbetrieb geeignet, und sie können als Vollbild-Applet im so genannten Kiosk-Modus angezeigt werden, damit die Benutzerinnen und Benutzer in Museen das Programm nicht verlassen oder beenden können. Die Applets werden dafür in einen Web-Browser eingebettet und über ein Plug-in im Vollbildmodus angezeigt.

Zusammenfassung und Ausblick

Cinderella steht kostenfrei zur Verfügung und kann nicht nur für die Lehre, sondern auch zur Erstellung interaktiver Applets für Ausstellungen und Museen verwendet werden. Die frei erhältlichen und hochqualitativen Cinderella-Beispiele in verschiedenen Sprachen laden ein, sich mit mathematischen Zusammenhängen zu befassen und auch selbst Experimente zu erstellen. Für eine verbesserte Anwendung von Cinderella auch online in Web-Browsern wird gerade an einer Portierung von Cinderella nach Java-Script gearbeitet.

Für den International Congress of Mathematicians (ICM) im August 2014 in Seoul ist eine IMAGINARY-Ausstellung geplant, die u. a. eine Zusammenstellung der besten Cinderella-Applets präsentiert. Wir würden uns freuen, wenn Sie sich mit Ideen für neue Konstruktionen beteiligen.

Literatur

- [1] Ulrich Kortenkamp: Foundations of Dynamic Geometry. *Ph.D. thesis. ETH Zürich.*, 1999.
- [2] Ulrich Kortenkamp und Jürgen Richter-Gebert: Cinderella.2 - Geometrie und Physik im Dialog. *Computeralgebra-Rundbrief, Sonderheft zum Jahr der Mathematik*, 12-14, 2008.
- [3] Jürgen Richter-Gebert und Ulrich Kortenkamp: Cinderella 2.0. *Springer*, 2012.
- [4] Jürgen Richter-Gebert und Thorsten Orendt: Geometriekalküle. *Springer-Lehrbuch*, 2009.
- [5] Antonio Q. Rincón, Mariano Merchante, et al.: Experiencias en Artes Interactivas Física-Música-Lingüística-Movimiento corporal. *Proceedings of ECIMAG, Buenos Aires*, September 2011.
- [6] Gert-Martin Greuel und Andreas D. Matt: IMAGINARY - through the eyes of mathematics. *Exhibition Catalogue*, 2009.