

MathGL3d – eine interaktive 3D-Graphik für *Mathematica*

Jens-Peer Kuska (Leipzig)

kuska@informatik.uni-leipzig.de

Zusammenfassung

MathGL3d ist ein Zusatzprogramm für *Mathematica*, das basierend auf der OpenGL-Bibliothek das schnelle Zeichnen von dreidimensionalen Linien-, Flächen- und Volumendaten erlaubt. MathGL3d gibt es für Windows 32 Bit, Linux 32 Bit und 64 Bit und für MacOS X mit PowerPC-Prozessor. Es ist darauf optimiert, große Mengen von dreidimensionalen Daten interaktiv darzustellen.

Mathematica's Graphik basiert auf PostScript, was für viele Anwendungen eine hervorragende Wahl ist. Bei dreidimensionaler Graphik stößt *Mathematica* jedoch an seine Grenzen und kann in der Darstellungsgeschwindigkeit nicht mit der Leistung moderner Graphik-Hardware mithalten. Ebenso fehlen im PostScript Eigenschaften wie Transparenz, Texturen und Beleuchtungseffekte. Da *Mathematica* einen Painter-Algorithmus zum Zeichnen von Flächen verwendet, müssen die Polygone vor dem Zeichnen im Abstand vom Betrachter sortiert werden und gegebenenfalls in kleinere, sich nicht durchdringende Polygone aufgeteilt werden. Das kann schnell einige Minuten in Anspruch nehmen – während eine moderne Graphikkarte einige Millionen Dreiecke in der Sekunde darstellen kann, benötigt *Mathematica* dafür Minuten oder gar Stunden. Natürlich lässt sich die hohe Darstellungsgeschwindigkeit der Graphik-Hardware auch dafür nutzen Manipulationen und Animationen in Echtzeit zu ermöglichen. Ein weiteres Problem von *Mathematica* ist die recht mangelhafte Unterstützung von 3d-Datenformaten, um die berechneten Objekte mit anderen Rendering-Systemen wie POV-Ray oder Rendeman darzustellen, sie interaktiv mit Maya zu editieren oder als „virtual reality“-Datei im World Wide Web zu präsentieren. All diese Schwachstellen sind kein wirkliches Problem für *Mathematica*, da es in erster Linie ein Computeralgebrasystem ist. Doch die Erweiterungen der letzten Versionen haben dazu geführt, dass *Mathematica* auch immer häufiger für rein numerische Anwendungen benutzt wird und die großen Datenmengen, die bei solchen Modellierungen und Simulationen anfallen, auch innerhalb von *Mathematica* visualisiert werden sollen. Die Verbindung von Computeralgebra, einer leistungsfähigen Numerik und moderner Visualisierung stellt einen wesentlichen Vorteil dar, da man in der Visualisierung schneller Fehler erkennt als beim Versuch einen symbolischen Ausdruck von mehreren Seiten zu durchdringen; dies gilt ebenso für die Datenmengen, die bei numerischen Verfahren entstehen.

Auch wenn die Daten in einem separaten Fenster neben dem FrontEnd von *Mathematica* dargestellt werden, integriert sich MathGL3d in die Oberfläche von *Mathematica*. Es lassen sich sowohl die mit MathGL3d gerenderten Bitmaps in den *Mathematica*-Kernel und

ins FrontEnd kopieren als auch die Polygon-Daten, die beim Importieren oder bei der Berechnung von Isoflächen berechnet werden, mit dem *Mathematica*-Kernel weiterbearbeiten.

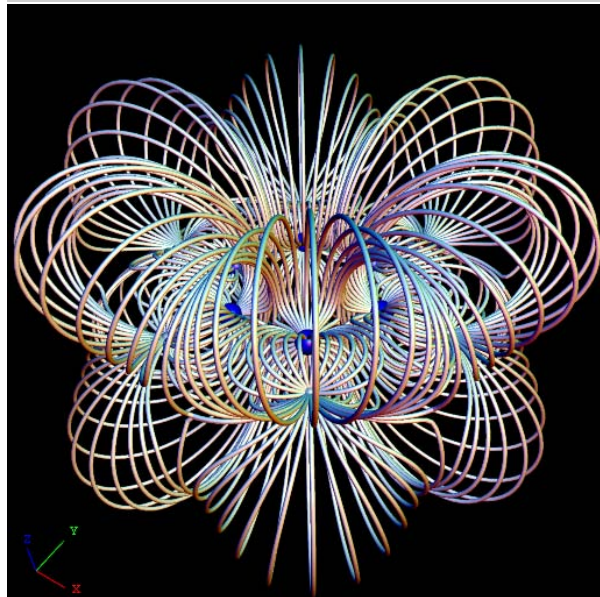
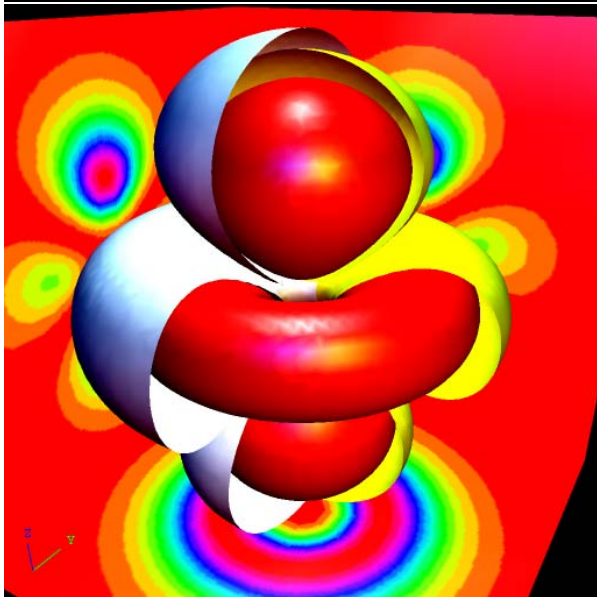
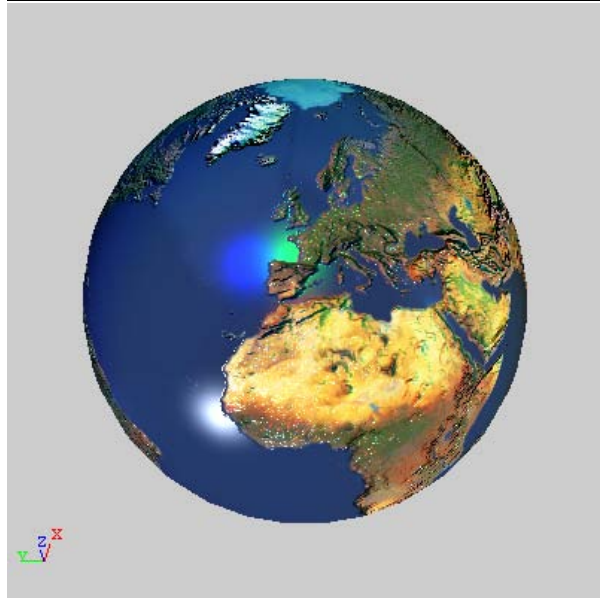
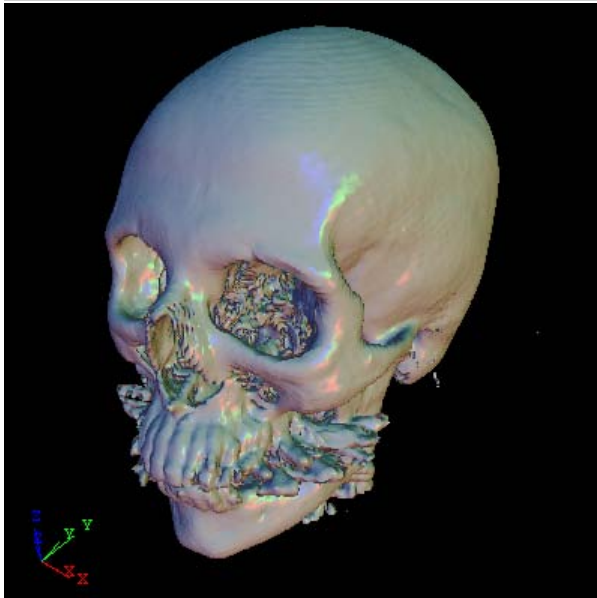
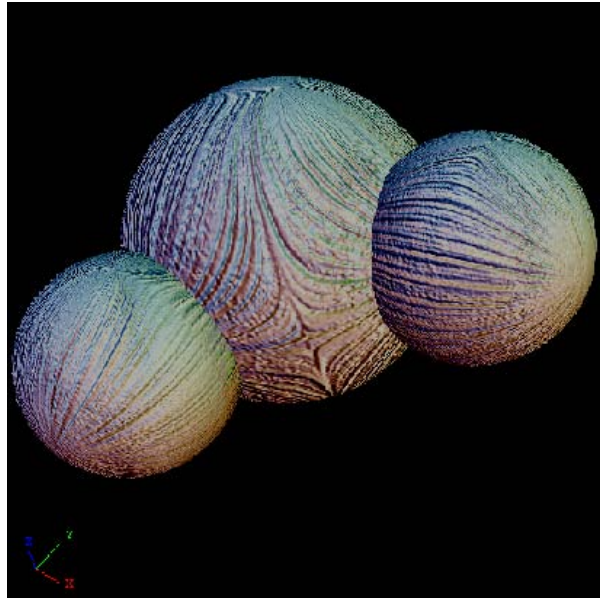
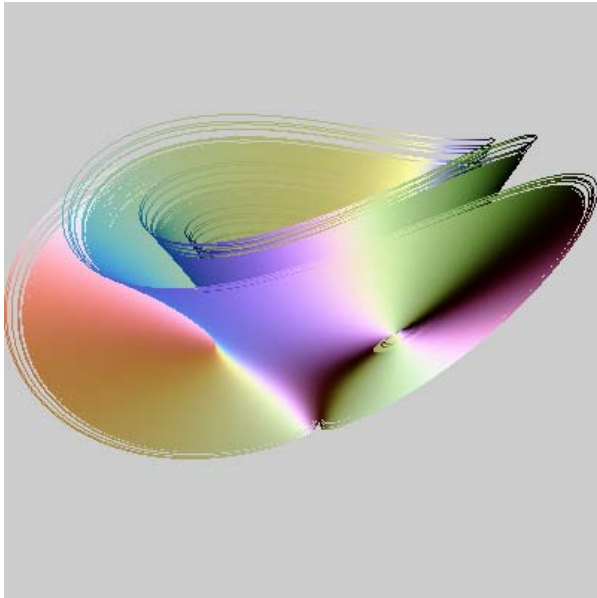
Neben dem interaktiven Editor für die Kameraposition und Kameraorientierung, dem Lichtquelleneditor, der nun auch Richtungs- und Scheinwerfer-Lichtquellen unterstützt, erlaubt MathGL3d das Ändern vieler Darstellungsoptionen in Echtzeit. So kann man die Liniendicke oder Punktgröße ebenso interaktiv verändern wie die Darstellung der Polygone als Drahtgitter, facettierte oder glatte Flächen oder durch Ausstanzen des inneren Polygons. Ebenso lassen sich die Isoflächen interaktiv ändern.

Neben der Unterstützung transparenter Flächen bietet MathGL3d zahlreiche Möglichkeiten, um Texturen in der Darstellung zu verwenden. Dabei werden auch mit *Mathematica* erstellte Graphiken und Portable Network Graphics Bitmaps unterstützt, die natürlich auch einen Transparenz-Kanal enthalten können. In der neuen Version können die Bitmaps auch als bump-maps verwendet werden, um das geometrische Detail der Darstellung zu erhöhen, ohne dafür Millionen von Polygonen benutzen zu müssen.

MathGL3d unterstützt auch die Berechnung von „echten dreidimensionalen Bildern“. Auf Graphikkarten mit einem Quadro-Puffer kann man mit Hilfe einer Shutter-Brille Stereo-Darstellungen erzeugen und die Darstellung von Anaglyphen erlaubt das Betrachten von Stereo-Bildern mit einer entsprechenden Rot/Cyan-Farbbrille ohne die teure Quadro-Hardware.

Da ich MathGL3d für die Visualisierung medizinischer Daten einsetze, ist MathGL3d darauf optimiert große Volumendaten auf regulären Gittern darzustellen. Das gelingt sowohl mit der implementierten Isoflächen-Berechnung als auch mit dem „volume rendering“.

Die alte Version 3.0 ist immer noch frei benutzbar, die aktuelle Version 4.0 mit der Unterstützung von MacOS X, 64 Bit Systemen, beleuchteten Linien, Bump-Mapping und echtem „volume rendering“ ist nur kommerziell verfügbar. Dabei liegt der Preis unter dem für andere Systeme, da er vornehmlich die Computer-Hardware finanzieren soll. Man kann das Programm bei mathemas|ordinate oder einem anderen von Wolfram Research autorisierten Händler erwerben.



Einige mit MathGL3d erzeugte Graphiken, ein Chen-Attraktor mit beleuchteten Linien, das elektrische Feld um ein H_2O -Molekül mit bump-mapping, das „volume-rendering“ eines CT-Datensatzes, die Erde mit Farb- und bump-Textur, die Isofläche einer Wasserstoff-Eigenfunktion und die Feldlinien eines Benzen-Moleküls