

Neues aus Waterloo: Maple 2017

Thomas Richard, Maplesoft Europe GmbH

trichard@maplesoft.com



Mit etwas Verspätung gegenüber den Vorjahren ist Anfang Mai diesen Jahres Maple 2017 erschienen. Wie immer wurden Benutzeroberfläche, Mathematik-Library und Konnektivität (Verbindung mit anderer Software) überarbeitet. Wir wollen einige dieser Neuerungen kurz vorstellen. Die komplette Dokumentation ist wie gewohnt per Menüpunkt *Help > What's New* oder durch Eingabe von **?updates,v2017** zugänglich. Wer die neue Version noch nicht hat, kann all dies auf der Seite https://www.maplesoft.com/products/maple/new_features/ nachlesen, wo die einzelnen Themen als PDF-Dateien verlinkt sind.

Oberfläche

Auf vielfachen Wunsch insbesondere von Industriekunden können Worksheets innerhalb von Workbooks (dem im Vorjahr eingeführten Container-Format mit der Dateiendung `.maple`) nun per Passwort vor Lesezugriff geschützt werden, obwohl sie per Befehl **DocumentTools:-RunWorksheet** für jeden Empfänger ausführbar bleiben und Parameter entgegen nehmen können. So lässt sich deren Funktionalität zur Verfügung stellen, ohne das eigene Know-How preiszugeben.

Stark vereinfacht wurde der Zugang zu Anwendungspaketen über die MapleCloud. Hier lassen sich Workbook-basierte Pakete nun mit einem Klick herunterladen und installieren. Alternativ geht dies per Befehl **PackageTools:-Install**. Die Webseiten der Cloud sind per Browser erreichbar unter <https://maple.cloud>, sodass man sich auch ohne Maple einen Überblick der verfügbaren Pakete verschaffen kann. Sie stammen zum Teil von Maplesoft selbst, zunehmend jedoch von Drittanbietern. Einige der ersten hochgeladenen Pakete zeigt Abb. 1. Langfristig soll diese Sammlung das eher traditionell aufgebaute Maple Application Center ablösen. Alle interaktiven MathApps lassen sich im Browser direkt bedienen – beispielsweise werden Gleichungen im Formelsatz mit einem simplen Editor eingegeben, ganz ohne Syntaxkenntnisse vorauszusetzen. Die restlichen herkömmlichen Worksheets lassen sich zumindest statisch ansehen. Insofern ähnelt dieser browser-basierte Zugang dem Maple Player.

Aus Maple 2017 heraus erreicht man die Cloud am einfachsten über das neue Wolken-Symbol oben rechts in der Button-Leiste. Hier kann man sehr komfortabel

eigene Dateien verwalten, etwa Aufgabensammlungen für verschiedene Lehrinhalte. Die MapleCloud-Palette bleibt weiterhin verfügbar, um Benutzerkonten und Anwendergruppen (Kursteilnehmer, Arbeitskollegen, usw.) zu verwalten.

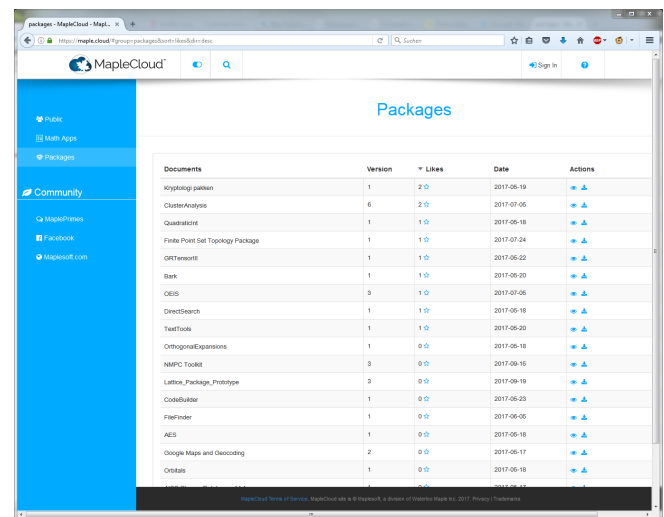


Abbildung 1: Packages in der Maple Cloud

Der völlig neu gestaltete interaktive Plot Builder ist besser durch ein Bild als durch 1000 Worte beschrieben. Wie man in Abb. 2 sieht, wird er als Panel rechts neben dem Plotbereich eingeblendet. Dieses Prinzip soll künftig auf die meisten Operationen der Kontextmenüs ausgedehnt werden, um Platz zu sparen und gleichzeitig Parameter eingeben zu können.

Etwas mehr Eyecatcher-Potential hat die eingebaute Datenbank **GeoNames** mit geografischen Informationen. Sie beantwortet Fragen der Art

- Wieviele Städte heißen Waterloo?
- Zu welcher Provinz gehören sie jeweils?
- Auf welchem Längen- und Breitengrad liegt das Waterloo in Ontario?
- Welche deutschen Bundesländer haben mehr als 5 Millionen Einwohner?

Dazu gibt es verschiedenste Arten von Weltkarten, Ausschnitten und Projektionen, die mit Ortsnamen und Ländergrenzen versehen und individuell (thematisch) eingefärbt werden können. Das Einzeichnen von Graphen und sonstigen Diagrammen ist einfach. Die Verknüpfung solcher Karten mit statistischen oder kombinatorischen Fragestellungen liegt nahe, etwa zur Visua-

lisierung des Traveling-Salesman-Problems. Eine vergleichbare Aufgabenstellung zeigt Abb. 3.

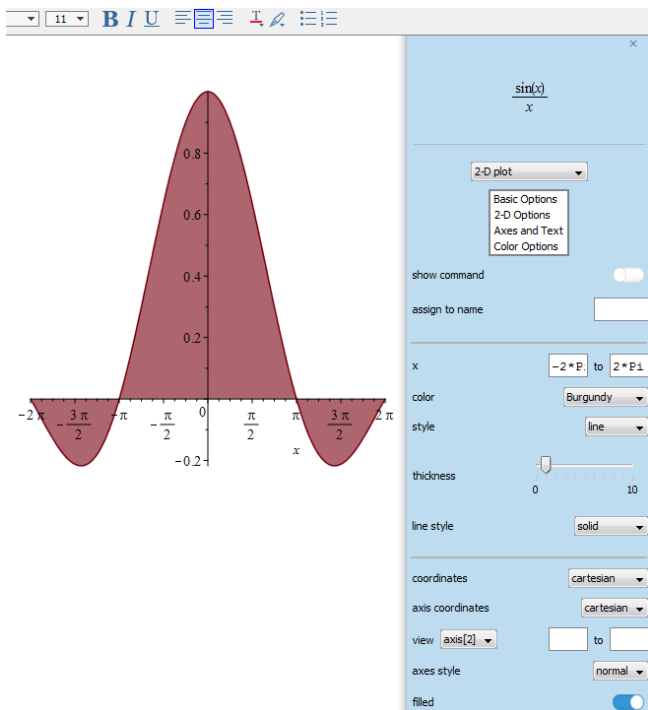


Abbildung 2: Der interaktive Plot Builder.

Das **Units**-Paket zum Rechnen mit Einheiten hat neben den bekannten Umgebungen **Standard** und **Natural** (sowie der Default-Umgebung) eine weitere erhalten. Sie heißt **Simple** und ermöglicht das flexible Kombinieren von Ausdrücken mit und ohne Einheiten. Dies war bisher nur umständlich realisierbar, sofern man keine Fehlermeldung aufgrund inkompatibler physikalischer Größen provozieren wollte. Damit ist nun auch die Verwendung von Symbolen ohne zugewiesenen Wert in solchen Ausdrücken möglich.

```

The WorldMap object can display great circle paths, which are the shortest paths along the earth's surface between two geographic locations.
For example, connect all capital cities in the world with population greater than 8 million in a loop:
bigPopulationCapitals := Reference("Geonames")[[Type="capital of a political entity", Population > 8000000]]
(7 more)
bigPopulationCapitals :=
Geonames (GeoNamesId) Name Type ... (7 more)
524901 Moscow "capital of a political entity"
1185241 Dhaka "capital of a political entity"
1642911 Jakarta "capital of a political entity"
(6 more)
bigPopulationCapitalsMap := WorldMap(bigPopulationCapitals):
seq(AddPath(bigPopulationCapitalsMap, bigPopulationCapitals[i], bigPopulationCapitals[mod(i, CountRows(bigPopulationCapitals)) + 1], endPoint = false),
= 1..CountRows(bigPopulationCapitals)):
SetCenter(bigPopulationCapitalsMap, [0, 0]):
ZoomOut(bigPopulationCapitalsMap):
Display(bigPopulationCapitalsMap, size = [1200, 600])

```

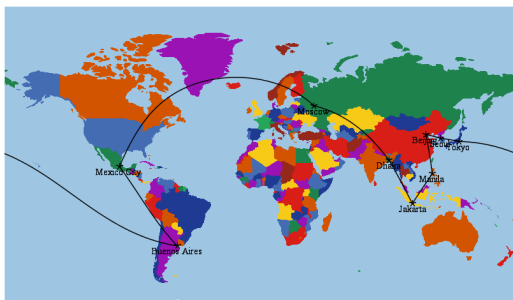


Abbildung 3: Rundreise durch Städte ab 8 Mio. Einwohnern

Mathematik

Das Paket **GroupTheory** wurde um einen Befehl zum Berechnen von Charaktertafeln erweitert, stößt also in Richtung Darstellungstheorie vor. Implementiert wurde dazu der Algorithmus von Burnside–Dixon–Schneider. In Abb. 4 ist die einfache Ausgabe zu sehen; mit einem **Display**-Befehl und diversen Optionen kann man eine schöner formatierte Tafel mit zusätzlichen Informationen ausgeben. Dies erfordert natürlich mehr Platz auf dem Bildschirm bzw. Papier. Weitere Verbesserungen betreffen die mitgelieferte Datenbank kleiner Gruppen und zugehörige Befehle wie **SearchSmallGroups** und **NumGroups**. Deren Namen dürften wohl selbsterklärend sein.

Computing Character Tables of Finite Groups

Maple 2017 includes a new command, `CharacterTable`, in the `GroupTheory` package to compute the ordinary character table of a finite group.

```

with(GroupTheory):
G := Alt(4)

```

$$G := A_4 \quad (1.2.1)$$

```
ct := CharacterTable(G)

```

$$\begin{array}{c}
ct := \\
\begin{array}{cccccc}
C & 1a & 2a & 3a & 3b & \\
|C| & 1 & 3 & 4 & 4 & \\
X1 & 1 & 1 & 1 & 1 & \\
X2 & 1 & 1 & -\frac{1}{2} + \frac{i\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} + \frac{i\sqrt{3}}{2} & \\
X3 & 1 & 1 & -\frac{1}{2} + \frac{i\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} - \frac{i\sqrt{3}}{2} & \\
X4 & 3 & -1 & 0 & 0 &
\end{array}
\end{array} \quad (1.2.2)$$

The first line of the character table displays the class labels, while the second row indicates the size of the corresponding conjugacy class. The characters themselves occupy succeeding rows, with the value of each character on a conjugacy class in the corresponding column of the table.

Character tables are represented as Maple objects with a number of methods. For example, the `CharacterDegrees` command returns a list of the degrees of the irreducible characters of the group, along with their multiplicities.

```
CharacterDegrees(ct)

```

$$[[1, 3], [3, 1]] \quad (1.2.3)$$

The `Display` method supports the inclusion of additional information about the character table, such as the associated (prime) power maps and the Frobenius-Schur indicator values.

Abbildung 4: Das Berechnen von Charaktertafeln.

Die enge Verbindung von Gruppen- und Graphentheorie zeigt sich in neuen Befehlen zur Berechnung der Automorphismengruppe eines Graphen sowie zur Visualisierung seiner Automorphismen durch eine Animation des Graphen. Weitere Neuerungen betreffen die Befehle **CanonicalGraph**, **Eccentricity**, **Radius**, außerdem sechs zusätzliche Graphen im Unterpaket **SpecialGraphs** und die Unterstützung für das `Digraph6`-Format mit der Dateiendung `.d6`.

Das seit Maple 2016 neue Paket **NumberTheory** wurde nun komplettiert, insbesondere mit dem verallgemeinerten Chinesischen Restsatz (bei dem die „Moduli“ nicht paarweise teilerfremd sein müssen) und einer Datenbank zum Faktorisierungsstatus der Fermatschen Zahlen. Es kann somit das alte **numtheory**-Paket ablösen, geht aber in der Funktionalität klar darüber hinaus. Beispielsweise findet **SimplestRational** die einfachste rationale Approximation einer reellen Zahl, d.h. mit minimalem Zähler und Nenner.

Höhere Geschwindigkeit gegenüber Maple 2016 bei der Berechnung lexikographischer Gröbnerbasen verspricht die neue Implementierung des FGLM-Algorithmus in einer C-Library. Sie wird vom Befehl **Basis** des **Groebner**-Pakets und ggfs. vom allgemeineren Top-Level-Befehl **solve** genutzt. Auch viele grundlegende Operationen in der Polynomarithmetik und beim Arbeiten mit rationalen Funktionen profitieren von neuen und effizienteren Methoden im Maple-Kernel.

Die meisten Beispiele demonstrieren Steigerungen der Geschwindigkeit (teils um mehrere Größenordnungen), einige hingegen Speicherplatz-Ersparnisse.

Kommen wir nun von der diskreten Mathematik zur kontinuierlichen, also zur Analysis. Zu den häufigst gebrauchten Top-Level-Befehlen gehören **int**, **limit** und **sum**. Wie schon in den Vorjahren findet das überarbeitete **int**-Kommando wiederum mehr bestimmte und unbestimmte Integrale. Der **limit**-Befehl wurde abermals um neue Methoden für Grenzwerte bivariater Funktionen ergänzt. Soweit uns bekannt, ist Maple derzeit das einzige System mit dieser Fähigkeit. Das **sum**-Kommando liefert seine Ergebnisse möglichst mittels Binomialkoeffizienten, wenn die Summanden ebenfalls von dieser Form sind – etwas vereinfachend gesagt. Für Details sei jeweils auf die in der Update-Dokumentation eingebauten Beispiele und Kommentare verwiesen. Manche Verbesserungen sind recht speziell, etwa asymptotische Entwicklungen der unvollständigen Gammafunktion oder die exakte Auswertung der Lambertschen W-Funktion mit bestimmten logarithmischen Ausdrücken im Argument.

Erstmals in Maple implementiert wurden die vier Appell-Funktionen F_1 bis F_4 , die man als Verallgemeinerung der hypergeometrischen Funktionen auf zwei Veränderliche beschreiben kann. Dazu gibt es ein umfangreiches Framework namens **MathematicalFunctions** mit seinem Unterpaket (und gleichnamigem Befehl) **Evalf**, welches zur numerischen Auswertung dient, inklusive geeigneter Transformationen und der Bestimmung von Singularitäten. Dazu können automatisch Plots generiert werden, welche diese Vorgänge veranschaulichen.

Der **pdsolve**-Befehl zum Lösen partieller Differentialgleichungen erfasst immer mehr Randwertprobleme auf endlichen oder halb-unendlichen Gebieten und wendet – wo erlaubt und zielführend – Fourier- und Laplacetransformation an. Mit der Option *generalsolution* kann man die Suche nach der allgemeinsten Form einer Lösung veranlassen. Ob sie gefunden werden konnte, zeigt der Solver auch an, falls vorher **infolevel[pdsolve]** auf einen ausreichend hohen Wert gesetzt wurde. Bisher wurde **infolevel** nur genutzt, um eine textbasierte Fortschrittsanzeige und die aufgerufenen Methoden ausgeben zu lassen. Die dabei generierte Datenmenge kann den Anwender jedoch leicht überfordern, daher sollte er den **infolevel** nur so hoch wählen wie unbedingt nötig.

Dieser Themenbereich (wie auch Spezielle Funktionen, bestimmte **simplify**-Routinen u.v.m.) wird fortlaufend mit Updates versorgt, welche außerhalb der regulären Maple-Updates erscheinen und von den Projektseiten zu „Mathematical Functions & Differential Equations“ heruntergeladen werden können. Entsprechendes gilt für das mittlerweile sehr umfangreiche Paket **Physics**. Hier bietet Maple 2017 u.a. eine Klassifikation aller Lösungen der Einstein-Gleichungen, neue Routinen für Tensoren in der Speziellen und der Allgemeinen Relativitätstheorie und ein Unterpaket zum Rechnen im Standardmodell der Teilchenphysik. Der Hauptentwickler dieser Themengebiete beschreibt die Neuerungen re-

gelmäßig auf der Community-Seite MaplePrimes und diskutiert dort auch Feature-Wünsche der Anwenderschaft – nicht nur aus der Physik.

Connectivity

Wie schon in den Vorjahren hat der Quelltext-Generator eine neue Zielsprache hinzu gewonnen: diesmal ist es Swift, was die Firma Apple als Nachfolger von ObjectiveC einstuft. Wegen des stark modularisierten Aufbaus des **CodeGeneration**-Pakets war der Implementierungsaufwand relativ gering. Im Prinzip muss man nur die Unterschiede zu einer bereits vorhandenen Zielsprache spezifizieren, und ein Dutzend solcher Sprachen waren bereits abgedeckt.

Als Nebenprodukt der Kooperation im EU-Projekt SC² (Satisfiability Checking and Symbolic Computation, siehe <http://www.sc-square.org/>) wurde ein kleines Paket implementiert, welches Maple-Ausdrücke in das SMT-LIB-Format konvertiert (Satisfiability Modulo Theories). Außerdem wurde an der in Maple 2016 gestarteten MiniSat-Anbindung in den Befehlen **Satisfy** und **Satisfiable** des **Logic**-Pakets gearbeitet: sie ist nun komplett und mit allen Optionen dokumentiert. Weitere Schritte in Richtung SAT-Solving sind hier in den nächsten Jahren zu erwarten.

Technisches

Für den Herbst ist ausnahmsweise noch ein drittes Update – also Maple 2017.3 – geplant, u.a. um Anpassungen an das gleichzeitig erscheinende MapleSim 2017 vorzunehmen.

Den Administratoren von Lizenzservern wird der Umstieg auf die neue Version 2017 der „Maplesoft Network Tools“ empfohlen, weil der Lizenzmanager FlexNet darin auf Version 11.13 aktualisiert worden ist. Die vorher mitgelieferte Version 11.7 enthielt eine Sicherheitslücke und bereitete außerdem Schwierigkeiten mit bestimmten VPN-Anbindungen. Auch die Hilfsprogramme und der „Vendor Daemon“ maplemg wurden angepasst an neue Zusatzprodukte. Dies betrifft jedoch eher MapleSim-Anwender.

Voraussichtlich im vierten Quartal soll ein Update des kostenlosen Maple Players auf Version 2017 erscheinen, welches dann auch e-Books in bestimmten Formaten unterstützen wird.

Bei der Plattform-Unterstützung für alle hier genannten Produkte hat sich wenig getan, d.h. es werden weiterhin die gängigen 64-bit-Betriebssysteme unterstützt. Lediglich für Windows gibt es derzeit noch eine separate 32-bit-Variante. Die laufenden (teils mit Seiteneffekten behafteten) Änderungen an Windows 10, aber auch die jüngsten Versionen von Mac OS X und einigen Linux-Distributionen stellen eine gewisse Herausforderung für Software-Hersteller dar. Bei etwaigen Problemen sowie bei Feature-Vorschlägen und sonstigen technischen Fragen sollte man sich auf Deutsch oder Englisch an die Adresse de.support@maplesoft.com wenden.