

Hans-Dieter JANETZKO, Konstanz

## **CATO – beiläufiger, selbsterklärender Einsatz von Computeralgebra in Mathematikvorlesungen für Ingenieure**

CATO ist eine deutschsprachige, sich selbst erklärende Eingabe-Oberfläche für verschiedene Computeralgebra-Systeme: Maple, math. Toolbox von MATLAB, Mathematica, Maxima, MuPAD, Yacas. Dadurch kann CA in der Vorlesung wie ein Taschenrechner verwendet werden:

- Wenn es der Anschauung oder dem besseren Verständnis dient,
- um abschließende umfangreiche Berechnung abzukürzen,
- um anspruchsvollere Beispiele zu betrachten,
- um den Blick auf wesentliche Zusammenhänge zu lenken.

Der Student selbst kann üblicherweise nach ca. 15-20 min mit CATO umgehen.

### **1. CATO realisiert alte und neue Forderungen, Ideen und Ansätze**

Für die Gestaltung von Oberflächen für CA-Systeme gab es schon früher Forderungen, die eine verbesserte Benutzerfreundlichkeit zum Ziel hatten. So hat Kajler in verschiedenen Arbeiten, unter anderem in [3] und in [4] seine Ideen einer idealen Benutzeroberfläche für CAS beschrieben und entwickelt und sie dann abschließend in [5] und [6] ausgearbeitet. Einige Jahre später sind diese Ideen unter anderem von Cojocar et al. [7] weiter entwickelt worden. Auch gab es bei Systemen wie Maple und Mathematica immer wieder Ansätze, die Benutzeroberfläche anwendungsfreundlicher zu gestalten. Bei diesen Systemen sind die Benutzer sogar durch Java-Schnittstellen aufgefordert, leichter zugängliche Oberflächen zu entwickeln. Darüber hinaus gibt es zum Beispiel bei Maxima die Oberfläche wxMaxima, die aber teilweise Kenntnisse der Grammatik voraussetzt und auch nur einen Teil der Befehle abdeckt.

Bei der Entwicklung von CATO hat der Autor nicht nur viele dieser sinnvollen Ansätze aufgegriffen, sondern auch eigene Konzepte realisiert wie zum Beispiel das Paket „Chronik“, das eine fortlaufende Zusammenstellung aller in der aktuellen Sitzung bisher verwendeten Befehle ist.

### **2. Beispiele rechnen ohne Ablenkung durch CA**

Eine Vorlesung sollte eigentlich nicht nur aus der Einführung in die wesentlichen Methoden und Verfahren mit anschließenden einfachen Beispielen

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 567–570).  
Münster: WTM-Verlag

len zum Üben bestehen, sondern auch aus Beispielen, bei denen der Rechenweg die Grenzen der „Tafel-Mathematik“ überschreitet:

- Bestimmung des Ranges einer  $5 \times 4$  - Matrix.
- Visualisierung von Taylorreihen.
- Wenden Sie den folgenden Faltungsoperator auf  $f(t) = \sigma(t) \cdot \sin(t)$  an:  

$$\int_0^{10} \tau^3 \cdot f(t - \tau) d\tau .$$
- Lösen Sie folgende Differentialgleichung mittels der Laplace-Transformation  $y'''(t) - 3 \cdot y''(t) + 2 \cdot y'(t) = \sigma(t) \cdot 4 \cdot e^{-3 \cdot t}$ ,  $y''(0^+) = 0$ ,  $y'(0^+) = -1$ ,  $y(0^+) = 0$
- Ein Roboter lackiert Karosserien von Autos. Dabei ist bei 0,3 % der lackierten Oberflächen der Lack dünner als 0,082 mm und bei 99,5 % der Oberflächen der Lack dicker als 0,113 mm. Bestimmen Sie  $\mu$  und  $\sigma$ !

Jetzt bietet sich für Teile des Lösungsweges der Einsatz von Computeralgebra an, aber wie verhindert man, dass dieser Einsatz von der Mathematik ablenkt? Üblicherweise sehen die Studenten den benötigten CA-Befehl zum ersten oder zweiten Mal. Sie grübeln über die Syntax und die Grammatik des Befehls nach; und die Schwächeren verzweifeln ob der Befürchtung, dieses zu Hause nachvollziehen zu müssen. Oder: die Studenten lesen im Internet die Dokumentation des Befehls.

### 3. CATO

Eine der wesentlichen Ideen bei der Gestaltung der Java-Oberfläche CATO war das Ziel, die Studenten durch den Einsatz von CA nicht zu verschrecken. Immer dann, wenn CA in einer Mathematik-Veranstaltung eingesetzt wird, sollen die Studenten das Gefühl haben: „Sie können es zu Hause auch!“. Das führte unter anderem zu Folgendem:

- Die Hilfe ist ein HTML-Dokument, also unabhängig vom Programm CATO zu lesen.
- Nicht nur die Befehle, sondern auch Synonyme sind in der Hilfe aufgelistet. Es wird immer auf den Namen des Befehls und des Paketes verwiesen. Die Beispiele sind nachvollziehbar vorgerechnet.
- Inhaltlich zusammengehörige Befehle sind zwar in Paketen zusammengefasst, aber der gleiche Befehl kann in verschiedenen Paketen enthalten sein, z.B. „Definition eines Vektors“ im Paket „Lineare Algebra“ und im Paket „Definitionen“.

- Die Beschreibung der Auswahl des Befehls durch die richtige Paketwahl ist in dem Hilfetext des Befehls immer direkt unter dem Namen des Befehls.
- Die Auswahl der Befehle geschieht über Menüs, mehrparametrische Befehle können nicht über die Tastatur eingegeben werden!
- Die Eingabe bei mehrparametrischen Befehlen geschieht immer über zweidimensionale Eingabemasken, jeder Parameter hat eine eigene immer kommentierte Eingabezeile.
- Somit ist der Name eines Befehls im Auswahlmenü kürzer als die Befehlsbeschreibung im Eingabefenster oder als die Befehlsbeschreibung im Protokoll.
- Die richtigen Klammern und Gleichheitszeichen werden von CATO selbst gesetzt.
- Auch die Optionen werden über Eingabemasken mit Menüs von rechts nach links ausgewählt!
- CATO ist in der Oberfläche und bei der Eingabe unabhängig vom angebundenem CA-System.
- Die Protokolldatei ist auch ohne CA-System bzw. CATO lesbar.

Diese verschiedenen Gestaltungsmöglichkeiten führen in ihrem Zusammenwirken zu weiteren Eigenschaften: Weil der Benutzer anfangs Befehle nur über die richtige Menüauswahl erreichen kann, ist es möglich, Bezeichnungen für Befehle abzukürzen, weil sich ihre Bedeutung aus dem Kontext erschließt, obwohl Abkürzungen nach Kajler eigentlich vermieden werden sollten. So ist z. B. die Verteilungsfunktion einer statistischen Verteilung (wie alle anderen Befehle für diese Verteilung) nur in dem Paket vorhanden, das den Namen dieser Verteilung trägt, d.h. der Name der stat. Verteilung im Befehlsnamen selber ist abkürzbar.

#### **4. CATO im Einsatz**

CATO wird in der Verbindung mit Mathematica oder Maxima an der HTWG Konstanz von verschiedenen Dozenten eingesetzt, von dem Autor in den Vorlesungen Mathematik I und II im Studiengang Elektrische Informationstechnologie Bachelor und in der Statistik II im Studiengang Betriebswirtschaftslehre Bachelor. Es gibt keine Veranstaltung wie „Einführung in CA“, zu Beginn jeder Vorlesung wird CATO vorgeführt und in der ersten oder zweiten Vorlesungswoche dürfen die Studenten im PC-Labor die ersten Beispiele selber rechnen. Nach Lösen einer Gleichung, Bestimmen der Länge eines Vektors und Zeichnen einer Sinuskurve bzw. Be-

stimmung von zwei Wahrscheinlichkeiten bei binomialverteilten Größen verstehen die Studenten CATO und die Prinzipien von CATO. Danach ist der weitere Gebrauch von CATO in der Vorlesung selbstverständlich und selbsterklärend.

Der Einsatz von CATO verändert die Vorlesung; Beispiele und Aufgaben müssen teilweise verändert werden. Auch kann man als Dozent jederzeit auf Wunsch der Studenten komplexe, anspruchsvolle Beispiele vorführen und / oder auch nach der Herleitung des Beispiels den Tafelanschrieb abbrechen und mit CATO und CA die Rechnungen abschließen. Auch der Umgang der Studenten mit der Mathematik verändert sich, sobald sie die typischen zwei Anfängerfehler nicht mehr gemacht werden, vgl. [2].

## 5. Ausblick

Der Befehlsumfang für Mathematica und Maxima beträgt zur Zeit jeweils mehr als 500 Befehle und wird laufend erhöht. Maple, MuPAD und Yacas sind mit einem etwas geringeren Befehlsumfang verwendbar. Die Verbindung zur math. Toolbox von MATLAB ist ausgetestet.

Durch den Einsatz von CATO erhält der Autor fortlaufend Rückmeldungen und Wünsche, wie die Benutzerfreundlichkeit weiter optimiert werden kann. Fast alle Bisherigen sind beim Wechsel von der Version 1.1 zur Version 1.2 berücksichtigt worden; einige Wenige, wie der direkte Aufruf des Hilfetextes eines Befehls, werden in der Version 1.2.3 realisiert.

CATO kann von der Homepage des Autors herunter geladen werden. Dort ist auch die Hilfe [1] zu CATO, die fortgeschrieben und überarbeitet wird.

## Literatur

- [1] Janetzko, H.-D. (seit 2007 fortlaufend überarbeitet). Hilfe zu CATO, *online*: <http://www.mathematikbuero.de/doku/Hilfe.html>
- [2] Janetzko, H.-D. (2011). CATO - ein einfacher Zugang zu Computeralgebra. *Arbeitskreis Mathematikunterricht und Informatik in der GDM*, Soest
- [3] Kajler, N. (1992). CAS/PI: a portable and extensible interface for computer algebra systems. *International Conference on Symbolic and Algebraic Computation*, ACM New York, NY, USA, S. 376—386.
- [4] Kajler, N. (1993), Building a computer algebra environment by composition of collaborative tools, *LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE*, S 85--85
- [5] Kajler, N. (1993). *Proceedings of the 6th annual ACM symposium on User interface software and technology*. ACM New York, NY, USA, S. 1—10.
- [6] Kajler, N. (1998) *Computer-human interaction in symbolic computation*. Springer..
- [7] Cojocar, S. and Malahova, L. and Colesnicov, A. (2006.) Providing Modern Software Environments to Computer Algebra Systems. Springer. *Lecture Notes in Computer Science*.