

MuPAD (**M**ulti **P**rocessing **A**lgebra **D**ata **T**ool) ist ein Computeralgebra-System, das vom Institut AUTOMATH (Institut für **A**utomatisierung und Instrumentelle **M**athematik) an der Universität Paderborn entwickelt wurde. Mit einem CAS (Computeralgebra-System) können symbolische Berechnungen (Berechnungen mit mathematischen Objekten) durchgeführt werden. Solche Objekte können Zahlen, Polynome, Gleichungen, Formeln oder beliebige andere mathematische Objekte sein. Symbolische Berechnungen mit Zahlen werden im Gegensatz zu numerischen exakt durchgeführt. Schon dieser Umstand macht ein CAS für die Mathematik so wertvoll.

Man kann ein CAS wie MuPAD interaktiv bedienen, d.h. man gibt eine Anweisung (z.B. die Multiplikation zweier Zahlen) ein und wartet, bis MuPAD das Ergebnis berechnet hat und auf dem Bildschirm ausgibt. Des Weiteren bietet MuPAD ein Konzept zum objektorientierten Programmieren. Man hat u.a. also die Möglichkeit, eigene Funktionen und Prozeduren zu definieren.

Wir werden uns am Anfang mit der interaktiven Bedienung, also mit den Funktionen befassen, die von MuPAD zur Verfügung gestellt werden. Erste Hinweise zum komfortableren Umgang mit MuPAD Light finden Sie auf der Rückseite.

Scheuen Sie sich nicht, mir Fragen zu stellen, falls Sie an irgendeiner Stelle nicht zurecht kommen sollten. Wenn Sie mir evtl. Schwierigkeiten nicht mitteilen, werden sich die Probleme nur unnötig anhäufen.

## Das Rechnen mit Zahlen

Starten Sie MuPAD Light. Nach kurzer Zeit erscheint ein Prompt (kleiner roter Punkt). MuPAD wartet auf Ihre Eingabe. Die Eingaben werden ich im folgenden jeweils mit einem kleinen schwarzen Punkt kennzeichnen. Lesen Sie bitte genau und achten Sie darauf, die Eingaben exakt zu übernehmen. Falls Sie sich doch einmal vertippen sollten, geben Sie die Eingabe einfach beim nächsten Prompt ein.

Tippen Sie folgendes ein und bestätigen Sie mit **ENTER**:

- **1 + 5/2;** Achten Sie auf das **Semikolon**, das fast jede Eingabe beendet.
- **(1+(5/2\*3))/(1/7+7/9)^2;** Das Symbol **^** steht für das Potenzieren.
- **1234^123;** liefert die 123-te Potenz von 1234. Eingabe: **1234^Leertaste123;**

Beachten Sie, dass das Zeichen **\** (Backslash) bedeutet, dass das Ergebnis in der nächsten Zeile fortgesetzt wird.

- **100!;** liefert die Fakultät von 100 ( $100! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot 100$ )

Welche größte Fakultät kann Ihr Taschenrechner berechnen? Wo liegen die Grenzen von MuPAD?

(Sie werden feststellen, dass MuPAD hier keine Grenzen kennt. Die Limits werden allein durch den zur Verfügung stehenden Hauptspeicher Ihres Rechners gesetzt. Die Berechnungen dauern dementsprechend bei großen Zahlen länger.)

- **isprime(123456789);** prüft, ob die Zahl 123456789 eine Primzahl ist.
- **ifactor(123456789);** liefert die Primfaktoren von 123456789.

Als Ergebnis gibt MuPAD die Liste [1, 3, 2, 3607, 1, 3803, 1]. Es gilt:  $123456789 = 1 \cdot 3^2 \cdot 3607^1 \cdot 3803^1$ .

- **sqrt(56);** sqrt...Wurzel

MuPAD gibt  $2 \cdot 14^{\frac{1}{2}}$  aus, rechnet also immer noch exakt ( $\sqrt{56}$  ist eine irrationale Zahl.) und zieht zur Vereinfachung nur partiell die Wurzel.

Will man einen numerischen Näherungswert von  $\sqrt{56}$  wissen, so nutze man den Befehl float:

- **float(sqrt(56));**

MuPAD liefert 7.483314773; berechnet  $\sqrt{56}$  also auf 9 Dezimalen genau.

Das kann ein Taschenrechner auch! Erhöhen wir die Stellenzahl!

- **DIGITS:=100; float(sqrt(56));** Beachten Sie die **GROßSCHREIBUNG** von DIGITS!

Der Standardwert von DIGITS für numerische Berechnungen ist 10. Beachten Sie, dass Sie den Wert von DIGITS selbst wieder zurückzusetzen müssen. Spätere Berechnungen könnten sonst sehr lange dauern.

- **DIGITS:=10;**

Falls Sie nur für eine Berechnung mehrere Dezimalstellen benötigen, sollten Sie sich angewöhnen, DIGITS im gleichen Atemzug mit der Ausgabe wieder auf den Standardwert zu setzen:

- **DIGITS:=100: float(sqrt(56)); DIGITS:=10:** Beachten Sie **Doppelpunkt** und **Semikolon**.

Die Ergebnisse der Eingaben, die mit einem Doppelpunkt abgeschlossen werden, berechnet MuPAD, aber gibt sie nicht auf den Bildschirm aus.

Die Funktionen von MuPAD liefern numerische Ergebnisse, wenn ihr Argument eine Gleitkommazahl ist:

- **sqrt(56.0); sqrt(56);** Beachten Sie, dass das Komma von 56,0 als **Punkt** geschrieben wird.
- **sin(3.14), cos(3.14), tan(3.14);** liefert **0.001592652916, -0.999987317, -0.001592654936**
- **sin(PI), cos(PI), tan(PI);** liefert **0, -1, 0** **GROßSCHREIBUNG** von PI.

Mit Hilfe der Konstanten  $\pi$  kann MuPAD exakt rechnen.

Lassen Sie sich einige Stellen der Eulerschen Zahl  $e$  anzeigen und berechnen Sie den natürlichen Logarithmus von  $e$  numerisch und exakt:

- **DIGITS:=200: float(E); float(ln(E)); ln(E); DIGITS:=10;** **GROßSCHREIBUNG** von E

### Aufgabe:

Berechnen Sie  $\sqrt{27} - 4\sqrt{3}$  und  $\cos\left(\frac{\pi}{8}\right)$  exakt.

Ermitteln Sie auf 22 Stellen nach dem Komma genaue Näherungen.

### Ergebnisse

$\sqrt{27} - 4\sqrt{3} =$  \_\_\_\_\_ Die 20., 21. und 22. Stelle von  $\sqrt{27} - 4\sqrt{3}$  lautet: \_\_\_\_\_.

$\cos\left(\frac{\pi}{8}\right) =$  \_\_\_\_\_ Die 20., 21. und 22. Stelle von  $\cos\left(\frac{\pi}{8}\right)$  lautet: \_\_\_\_\_.

### Besonderheiten von MuPAD Light

In MuPAD Light sind leider nicht alle Funktionen, die in MuPAD Pro implementiert sind, vorhanden. Die Bedienung von MuPAD Light ist außerdem etwas umständlicher.

Sie werden sicherlich schon bemerkt haben, dass man in MuPAD Light eine einmal bestätigte Eingabe nicht mehr editieren (verändern) kann. Dies ist besonders ärgerlich, wenn man Fehler bei der Eingabe macht, da man dann alles völlig neu schreiben müsste.

Deshalb ist es sehr hilfreich, sich der Zwischenablage von Windows zu bedienen.

Kopieren Sie die Eingabe **DIGITS:=200: float(E); float(ln(E)); ln(E); DIGITS:=10;** und fügen Sie die Eingabe beim letzten Prompt wieder ein:

1. Markieren von **DIGITS:=200: float(E); float(ln(E)); ln(E); DIGITS:=10;**
  - Ziehen Sie bei gedrückter linker Maustaste den Mauspfel über den zu markierenden Text *oder*
  - Bewegen Sie den Mauspfel auf den Prompt der Zeile und klicken Sie einmal links *oder*
  - Bewegen Sie den Cursor an den Anfang der Zeile und drücken Sie **SHIFT + ENDE** (**SHIFT + ENDE** bedeutet: Auf der Tastatur **SHIFT**-Taste gedrückt halten und **ENDE** drücken) *oder*...
2. Drücken Sie **STRG + C**
3. Bewegen Sie den Cursor an den letzten Prompt und drücken Sie **STRG + V**.
4. Verändern Sie die Eingabe so, dass Ihnen jetzt nur noch 100 Dezimalstellen angezeigt werden.

Je besser Sie das Kopieren von Textteilen beherrschen, desto leichter wird Ihnen die Arbeit in vielen Programmen fallen.

Speichern Sie nun zum Abschluss Ihre MuPAD-Sitzung ab. Beim ersten Mal sollten Sie einen neuen Ordner erstellen (Punkte 2 und 3), in den Sie Ihre MuPAD-Sitzungen abspeichern können.

1. Wählen Sie im Menü **File** den Unterpunkt **Save As**.
2. Klicken Sie mit der Maus auf das Symbol „**Neuen Ordner erstellen**“.
3. Geben Sie einen Namen für Ihren neuen Ordner ein: **MuPAD**
4. Wechseln Sie durch Doppelklick auf den Ordernamen in den Ordner **MuPAD**.
5. Geben Sie bei Dateiname den Namen für die MuPAD-Sitzung ein: **Zahlen**
6. Klicken Sie auf **Speichern**

Die entworfenen Dateien können in MuPAD Light nur als Textdateien abgespeichert und nicht wieder geladen werden. Man kann aber auch hier die Kopierfunktionen der Zwischenablage in Verbindung mit einem Editor nutzen, um ältere Dateien zu bearbeiten. Doch dazu später.