

# Computeralgebra

Felix Kahlhöfer  
Sommersemester 2024



# Organisatorisches



- Fünf Vorlesungen, jeweils am Donnerstag um 9:45 Uhr:
  - 20. Juni, 27. Juni, 4. Juli, 11. Juli, 18. Juli
- Am 25. Juli gemeinsame Abschlussvorlesung mit Ulrich Husemann
- Fünf Übungen, jeweils in der Woche nach den Vorlesungen
  - Montags 8:00, 9:45 (2x), 11:30 (3x), 15:45 (3x)
  - Dienstags 11:30 (4x), 14:00 (4x), 15:45 (3x), 17:30 (1x)
- Anmeldung für Übungsgruppen bis Freitag, 21. Juni um 14 Uhr via CampusPlus:  
<https://plus.campus.kit.edu/signmeup/procedures/2138>
- Bei Tutorien in Seminarräumen wird ein eigener Laptop benötigt. Studierende ohne Laptop/Mathematica können an den Tutorien im Poolraum teilnehmen

# Übungsblätter



- Neue Übungsblätter erscheinen wöchentlich jeweils kurz vor den Vorlesungen
- Übungsblatt 1, 3 und 5: Jeweils ein Projekt, das dem Tutor bzw. der Tutorin gezeigt und erklärt werden muss, um das Testat zu erhalten
- Übungsblatt 2 und 4: Jeweils mehrere kurze Aufgaben, die gemeinsam im Tutorium präsentiert und besprochen werden
- Die Bearbeitung der Projekte kann (und sollte) in Zweiergruppen erfolgen
- Voraussetzung für das Bestehen:
  - Testate für zwei der drei Projekte
  - Präsentation mindestens einer kurzen Aufgabe in Tutorium 2 oder 4

# Was ist Computeralgebra?



- Algorithmen zur Umformung von symbolischen mathematischen Ausdrücken
  - Vereinfachung oder Faktorisierung von algebraischen Ausdrücken
  - Lösung von Gleichungssystemen, lineare Algebra
  - Ableitung oder Integration von Funktionen
  - Graphische Darstellung der Ergebnisse
  - ...
- Konventionelle Programmiersprachen: Numerische Rechnung mit Zahl als Ergebnis
- Computeralgebra: Exakte Lösung für beliebige Werte der Variablen

# Warum Computeralgebra?

- Zeitgewinn: Hilfestellung im wissenschaftlichen Alltag

```
In[1]:= Eigenvalues  $\left[ \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \right]$ 
```

```
Out[1]=  $\left\{ \frac{3}{2} (5 + \sqrt{33}), \frac{3}{2} (5 - \sqrt{33}), 0 \right\}$ 
```



# Warum Computeralgebra?



- Zeitgewinn: Hilfestellung im wissenschaftlichen Alltag
- Effizienzgewinn: Beschleunigung von Computerprogrammen durch die Verwendung analytischer Ausdrücke statt numerischer Rechnungen

```
In[2]:= Timing[NIntegrate[x2, {x, 0, 1}]]
```

```
Out[2]= {0.01112, 0.333333}
```

Erster Eintrag: Laufzeit  
Zweiter Eintrag: Ergebnis

```
In[3]:= Timing[Integrate[x2, x]]
```

```
Out[3]= {0.006108,  $\frac{x^3}{3}$ }
```

```
In[4]:= Timing[ $\frac{x^3}{3}$  /. {x → 1}]
```

```
Out[4]= {0.00002,  $\frac{1}{3}$ }
```

# Warum Computeralgebra?



- Zeitgewinn: Hilfestellung im wissenschaftlichen Alltag
- Effizienzgewinn: Beschleunigung von Computerprogrammen durch die Verwendung analytischer Ausdrücke statt numerischer Rechnungen
- Erkenntnisgewinn: Formulierung von Naturgesetzen durch symbolische Gleichungen

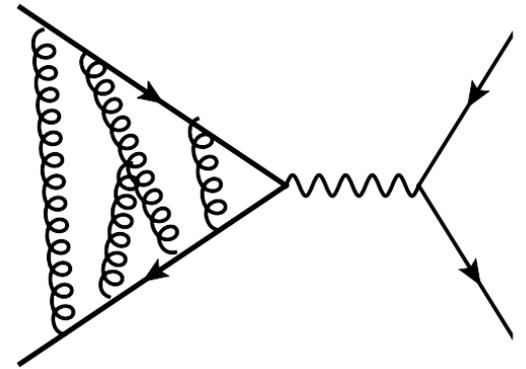
```
In[5]:= DSolve[{x''[t] == g, x'[0] == v0, x[0] == x0}, x[t], t]
```

```
Out[5]= {{x[t] ->  $\frac{1}{2} (g t^2 + 2 t v_0 + 2 x_0)$ }}
```

# Warum Computeralgebra?

- Zeitgewinn: Hilfestellung im wissenschaftlichen Alltag
- Effizienzgewinn: Beschleunigung von Computerprogrammen durch die Verwendung analytischer Ausdrücke statt numerischer Rechnungen
- Erkenntnisgewinn: Formulierung von Naturgesetzen durch symbolische Gleichungen

Moderne Physik (insbesondere theoretische Teilchenphysik)  
wäre ohne Computeralgebra undenkbar



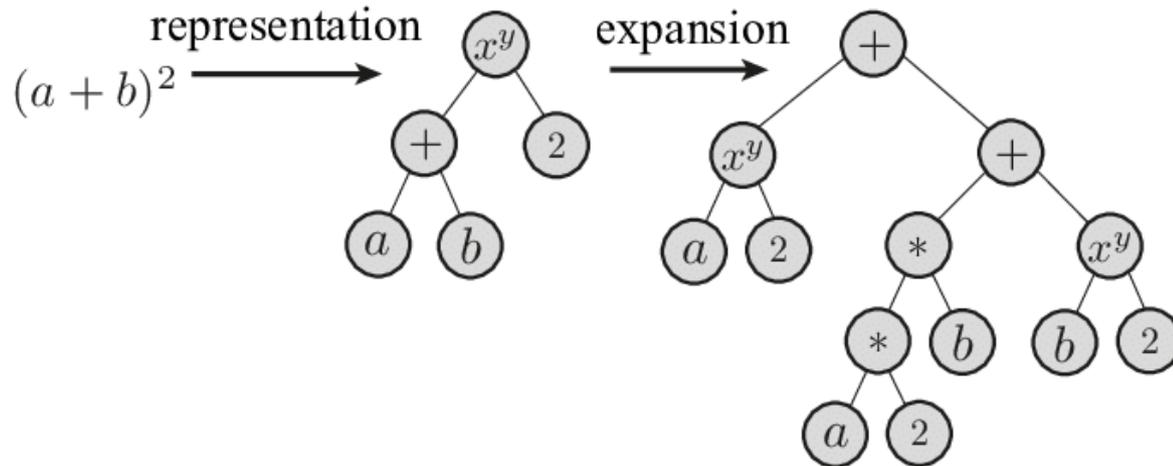
# Computeralgebra-Systeme



- Bekannteste General-Purpose-Systeme (proprietär):
  - Maple
  - Mathematica
  - Matlab
- Open-Source-Alternative: SageMath
  - Kombiniert verschiedene frei verfügbare Computeralgebra-Systeme
- Viele Spezialsysteme für konkrete Probleme (z.B. FORM für Teilchenphysik)
- Mathematica ist besonders umfangreich und dank zahlreicher bereits implementierter Funktionen bequem für viele Anwendungen (aber nicht immer optimal)

# Wie funktioniert Mathematica?

- Frontend: Eingabe von Befehlen, Ausgabe von Ergebnissen
- Kernel: Durchführung von Rechnungen
- Symbolische Ausdrücke werden in einer Baumstruktur gespeichert und manipuliert



# Los geht's!

- Mathematica ist als Campus-Lizenz über den Software-Shop des KIT erhältlich
- Außerdem ist Mathematica auf den Rechnern des Poolraums installiert
- Aufruf:
  - Graphisches Interface: `> mathematica`
  - Terminal: `> math`
- Erstes Notebook: Lecture1.nb (auf ILIAS)



KIT  
Karlsruhe Institute of Technology

Softwareshop des KIT SCC

### Wolfram Research - Campus - Mathematica (KIT)

Preise und Versionen | Beschreibung | System

**Produktinformationen**  
Hersteller: Wolfram Research - Campus  
Die neue Generation mathematischer Software  
Mathematica ist ein Programm für umfangreiche Berechnungen alle Art.

**Für Fragen zur Installation und Anwendung dieser Campussoftware wenden Sie sich bitte an den jeweiligen Ansprechpartner des KIT:**  
<http://www.scc.kit.edu/produkte/index.php>  
Oder an das Service Desk - Zentrale Anlaufstelle IT-Anfragen:  
**Öffnungszeiten:**  
Mo. bis Do.: 9:00 bis 18:00 Uhr  
Fr.: 09:00 bis 17:00 Uhr  
Tel. +49 721 608-8000  
E-Mail: shoppsupport@scc.kit.edu



Produkt	Preis	Menge
<b>Mathematica 13</b> Einzelplatzlizenz bis 31.10.2024 Englisch Windows 11 / Windows 10 64 Bit / Windows Server 2019 / macOS 12.0 / macOS 11.0 / macOS 10.15 / macOS 10.14 / Linux 64 Bit Bereitstellung im Auftrag und für Rechnung des KIT, Inkassobetrag Aktuelle Version: 13.1.0 Artikel-Nr.: 659835-537	€ 0,00 (inkl. MwSt.) KIT	<input type="text" value="0"/> <a href="#">In den Warenkorb</a>

# Literaturempfehlungen

- “Introduction to Mathematica for Physicists” by Andrey Grozin  
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-00894-3>
- Mathematica Documentation Center: <https://reference.wolfram.com/language/>

