

# Einführung in Sage - Einheit 1

Organisatorisches, Was ist Sage?, Streifzug durch Sage

Jochen Schulz

Georg-August Universität Göttingen



- Anmeldung über StudIP  
<https://www.studip.uni-goettingen.de/>  
Einführung in Sage (Mathematische Anwendersysteme) (WS 2011/2012)
- Aufgabenblätter und Vorlesungsworksheets sind unter <https://sage.math.uni-goettingen.de> zu erhalten.
- Vorlesungsfolien, Musterlösungen und Zusammenfassungen können aus StudIP heruntergeladen werden.

- Anmeldung über StudIP  
<https://www.studip.uni-goettingen.de/>  
Einführung in Sage (Mathematische Anwendersysteme) (WS 2011/2012)
- Aufgabenblätter und Vorlesungsworksheets sind unter <https://sage.math.uni-goettingen.de> zu erhalten.
- Vorlesungsfolien, Musterlösungen und Zusammenfassungen können aus StudIP heruntergeladen werden.

## Dozent

Jochen Schulz

NAM, Zimmer 04 (Erdgeschoß)

Telefon: 39-4525 Email: [schulz@math.uni-goettingen.de](mailto:schulz@math.uni-goettingen.de)

XMPP: [schulz@jabber.num.math.uni-goettingen.de](mailto:schulz@jabber.num.math.uni-goettingen.de)

# Starten des Programms

**Vor.:** Account im CIP-Pool der Mathematischen Fakultät (MI und NAM):  
Registrierungs-Formular unter <https://ldap.math.uni-goettingen.de>  
(**Stud.It-Account** nötig!)

**Intranet/Wiki** (<https://wiki.math.uni-goettingen.de>)

- Sage ist in Version 4.7.2 installiert
- Nutzen von Sage:
  - Über <https://sage.math.uni-goettingen.de>. Login mit Studentendaten.
  - im Menu unter Education: sagenotebook startet (lokale) gui.
  - im Terminal: sage
  - Remote per **nxclient** oder **x2goclient** auf [login.math.uni-goettingen.de](https://login.math.uni-goettingen.de) und [sc1.math.uni-goettingen.de](https://sc1.math.uni-goettingen.de) bis [sc8.math.uni-goettingen.de](https://sc8.math.uni-goettingen.de)

# Ablauf der Veranstaltung

- Blockveranstaltung vom 20.2-2.3.2012
- **Vorlesung:** 9 Uhr bis 11 Uhr
- **Übungsbetrieb:** 4 Gruppen à je 1h 15min (Besprechung Aufgaben u. Praktikum, Teilnahme freiwillig)
  - 11:00-12:15
  - 12:15-13:15 Mittagspause
  - 13:15-14:30
  - 14:30-15:45
  - 15:45-17:00
- **Praktikum:** von 11:00 bis 17:00 Uhr Computerräume im Keller des MI.
- **Übungsbetrieb:**
  - 1 Übungszettel/Tag.
  - Klausurzulassung: 3 beliebige markierte Aufgaben/Woche testen lassen.
  - Alternativ: Projektarbeit durchführen (Projekte im StudIP zu finden)
- **Klausur 1:** 9.3.2012; 10:00 - 11:30; HS1/Maximum.
- **Klausur 2:** 23.3.2012; 10:00 - 11:30; HS1.

# Inhalt der Vorlesung

**Ziel:** Wiederholung des Stoffs Diff 1 und AGLA 1 mittels der Methoden der Computeralgebra und der numerischen Rechnung.

1. **Tag** Organisatorisches, Aufbau von Sage, Streifzug durch Sage
2. **Tag** Grundlagen, Symbolisches Rechnen, Gleichungen
3. **Tag** Mengen, Zahlen
4. **Tag** Matrizen, Vektorräume, Funktionen
5. **Tag** Datencontainer, Lineare Abbildungen, Eigenwert und Eigenvektoren
6. **Tag** Folgen, Reihen, Potenzreihen, Vertiefung Schleifen
7. **Tag** Funktionen, Grenzwerte, Funktionenfolgen, Grafiken
8. **Tag** Differentiation, Taylorsche Formel, Integration
9. **Tag** Strings, interaktive Grafiken, GeoGebra, Komplexe Beispiele
10. **Tag** Fragestunde

## 1 Was ist Sage?

## 2 Streifzug durch Sage

- Eine Kurvendiskussion
- Symbolisches Rechnen
- Etwas AGLA
- Etwas Programmieren
- Etwas Zahlentheorie

## 3 Nützliches und Hilfe

## 1 Was ist Sage?

## 2 Streifzug durch Sage

- Eine Kurvendiskussion
- Symbolisches Rechnen
- Etwas AGLA
- Etwas Programmieren
- Etwas Zahlentheorie

## 3 Nützliches und Hilfe



# Mathematik-Software

## Computeralgebra (CAS)

**exakte** Berechnungen von mathematischen Objekten

## Mathematische Objekte

Natürliche Zahlen, reelle Zahlen, Polynome, Funktionen, Gruppen, Ringe,

...

## Numerischen Berechnungen

**näherungsweise** Berechnung von mathematischen Objekten. Im Computer **Gleitpunktdarstellung** genannt.

## Computeralgebra $\neq$ Numerische Berechnung

|                                   |                      |
|-----------------------------------|----------------------|
| Mathematische Objekte             | $\pi, \sqrt{2}$      |
| Gleitpunktdarstellung (8 Stellen) | 3.1415927, 1.4142136 |

# Mathematik-Software (Auswahl)

|             |  |
|-------------|--|
| Sage        | Mathematik-Software; Symbolisch und numerisch (GPL)  |
| Maxima      | GPL, von Sage benutzt                                |
| Mathematica | einer der Grossen CAS (kommerziell)                  |
| Maple       | einer der Grossen CAS (kommerziell)                  |
| Matlab      | Für numerische Rechnungen (inkl. Mupad, kommerziell) |
| Octave      | Für numerische Rechnungen (GPL)                      |
| Magma       | Algebra, Zahlentheorie, Geometrie (kommerziell)      |
| SymPy       | Python-Bibliotheken; als CAS-Verwendbar (GPL)        |
| SymbolicC++ | Bibliotheken zur CA in C++ (GPL)                     |

Überblick:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical\\_software](http://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_software)

- Ein Open-source (GPL) Mathematik Software System
- Verfügbar seit 24 Februar 2005
- Alternative zu den 4 M's: Magma, Maple, Mathematica, Matlab
- Basiert auf Python
- Objektorientiert
- Besitzt Frontends für viele externe Software
- (Haupt-)Interface im Browser

von Joachim Neubüser (Gründer von GAP):

*You can read (a) Theorem and its proof [. . .] and then you can use (this) Theorem for the rest of your life free of charge, but for many computer algebra systems license fees have to be paid regularly [. . .]. You press buttons and you get answers in the same way as you get the bright pictures from your television set but you cannot control how they were made in either case.*

*With this situation two of the most basic rules of conduct in mathematics are violated: in mathematics information is passed on free of charge and everything is laid open for checking. Not applying these rules to computer algebra systems that are made for mathematical research [. . .] means moving in a most undesirable direction. Most important: can we expect somebody to believe a result of a program that he is not allowed to see?*

## Stärken

- Vereinigung von vielen anderen CAS und Libraries unter einer einheitlichen Oberfläche (Maxima, Pari, GAP, R, Magma, ..., wovon die freien grösstenteils bei Sage enthalten sind)

# Sage - Stärken und Schwächen

## Stärken

- Vereinigung von vielen anderen CAS und Libraries unter einer einheitlichen Oberfläche (Maxima, Pari, GAP, R, Magma, ..., wovon die freien grösstenteils bei Sage enthalten sind)
- Durch Python angebunden an eine mächtige Skriptsprache

# Sage - Stärken und Schwächen

## Stärken

- Vereinigung von vielen anderen CAS und Libraries unter einer einheitlichen Oberfläche (Maxima, Pari, GAP, R, Magma, ..., wovon die freien grösstenteils bei Sage enthalten sind)
- Durch Python angebunden an eine mächtige Skriptsprache
- umfangreiches Hilfesystem

## Stärken

- Vereinigung von vielen anderen CAS und Libraries unter einer einheitlichen Oberfläche (Maxima, Pari, GAP, R, Magma, ..., wovon die freien grösstenteils bei Sage enthalten sind)
- Durch Python angebunden an eine mächtige Skriptsprache
- umfangreiches Hilfesystem
- Viele freie (Unterrichts-)materialien im Internet



## Stärken

- Vereinigung von vielen anderen CAS und Libraries unter einer einheitlichen Oberfläche (Maxima, Pari, GAP, R, Magma, ..., wovon die freien grösstenteils bei Sage enthalten sind)
- Durch Python angebunden an eine mächtige Skriptsprache
- umfangreiches Hilfesystem
- Viele freie (Unterrichts-)materialien im Internet
- Source Code offen und gut dokumentiert (Peer Review)

## Stärken

- Vereinigung von vielen anderen CAS und Libraries unter einer einheitlichen Oberfläche (Maxima, Pari, GAP, R, Magma, ..., wovon die freien grösstenteils bei Sage enthalten sind)
- Durch Python angebunden an eine mächtige Skriptsprache
- umfangreiches Hilfesystem
- Viele freie (Unterrichts-)materialien im Internet
- Source Code offen und gut dokumentiert (Peer Review)

# Sage - Stärken und Schwächen

## Stärken

- Vereinigung von vielen anderen CAS und Libraries unter einer einheitlichen Oberfläche (Maxima, Pari, GAP, R, Magma, ..., wovon die freien grösstenteils bei Sage enthalten sind)
- Durch Python angebunden an eine mächtige Skriptsprache
- umfangreiches Hilfesystem
- Viele freie (Unterrichts-)materialien im Internet
- Source Code offen und gut dokumentiert (Peer Review)

## Schwächen

- Befehlsumfang insgesamt nicht so mächtig oder Leistungsfähig wie bei Maple, Mathematica oder Matlab (Dafür flexibler)

# Sage - Stärken und Schwächen

## Stärken

- Vereinigung von vielen anderen CAS und Libraries unter einer einheitlichen Oberfläche (Maxima, Pari, GAP, R, Magma, ..., wovon die freien grösstenteils bei Sage enthalten sind)
- Durch Python angebunden an eine mächtige Skriptsprache
- umfangreiches Hilfesystem
- Viele freie (Unterrichts-)materialien im Internet
- Source Code offen und gut dokumentiert (Peer Review)

## Schwächen

- Befehlsumfang insgesamt nicht so mächtig oder Leistungsfähig wie bei Maple, Mathematica oder Matlab (Dafür flexibler)
- es fehlt eine gute standalone Entwicklungsumgebung (Alternative zum Webinterface: **Cantor**)

## 1 Was ist Sage?

## 2 Streifzug durch Sage

- Eine Kurvendiskussion
- Symbolisches Rechnen
- Etwas AGLA
- Etwas Programmieren
- Etwas Zahlentheorie

## 3 Nützliches und Hilfe

# Sage als Taschenrechner

Hier einige Beispiele:

```
sage: 3+4*10+12
```

```
55
```

```
sage: sin(pi)
```

```
0
```

```
sage: float(pi)
```

```
3.14159265359
```

```
sage: float(sqrt(2))
```

```
1.41421356237
```

## 1 Was ist Sage?

## 2 Streifzug durch Sage

- Eine Kurvendiskussion
- Symbolisches Rechnen
- Etwas AGLA
- Etwas Programmieren
- Etwas Zahlentheorie

## 3 Nützliches und Hilfe

`https://sage.math.uni-goettingen.de/home/pub/2/`



## 1 Was ist Sage?

## 2 Streifzug durch Sage

- Eine Kurvendiskussion
- Symbolisches Rechnen
- Etwas AGLA
- Etwas Programmieren
- Etwas Zahlentheorie

## 3 Nützliches und Hilfe

`https://sage.math.uni-goettingen.de/home/pub/3/`

## 1 Was ist Sage?

## 2 Streifzug durch Sage

- Eine Kurvendiskussion
- Symbolisches Rechnen
- Etwas AGLA
- Etwas Programmieren
- Etwas Zahlentheorie

## 3 Nützliches und Hilfe

`https://sage.math.uni-goettingen.de/home/pub/4/`

## 1 Was ist Sage?

## 2 Streifzug durch Sage

- Eine Kurvendiskussion
- Symbolisches Rechnen
- Etwas AGLA
- Etwas Programmieren
- Etwas Zahlentheorie

## 3 Nützliches und Hilfe

`https://sage.math.uni-goettingen.de/home/pub/5/`

## 1 Was ist Sage?

## 2 Streifzug durch Sage

- Eine Kurvendiskussion
- Symbolisches Rechnen
- Etwas AGLA
- Etwas Programmieren
- Etwas Zahlentheorie

## 3 Nützliches und Hilfe

`https://sage.math.uni-goettingen.de/home/pub/6/`



## 1 Was ist Sage?

## 2 Streifzug durch Sage

- Eine Kurvendiskussion
- Symbolisches Rechnen
- Etwas AGLA
- Etwas Programmieren
- Etwas Zahlentheorie

## 3 Nützliches und Hilfe

Finde man auf dem **Quicksheet** (Dokument im StudIP zu finden).