Einführung in MATLAB + MATLAB Simulink

Dipl.-Inf. Markus Appel

mappel@informatik.hu-berlin.de

26.10.2018

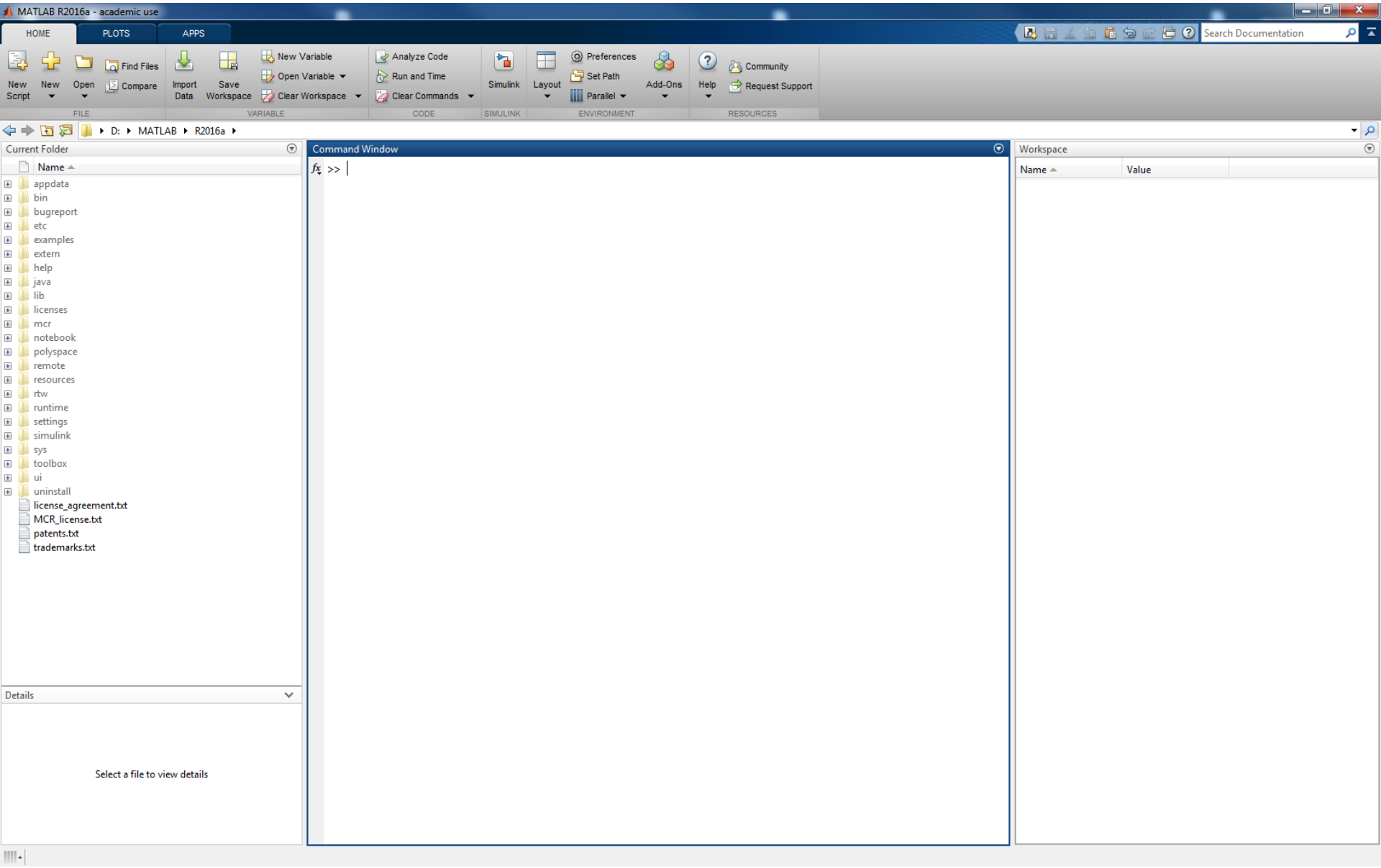
Was ist MATLAB?

- ein universelles Algebra-Programm
  - zur Lösung mathematischer Probleme
  - grafische Darstellung der Ergebnisse
- es wurde in den 70er Jahren am der University of New Mexico und der Stanford University entwickelt
- ist in erster Linie für numerische Berechnungen mit Hilfe von Matrizen ausgelegt
- Name: „**MAT**RIX **LAB**ORATORY“
- kann durch zahlreiche „Toolboxes“ erweitert werden

Institutsrechner

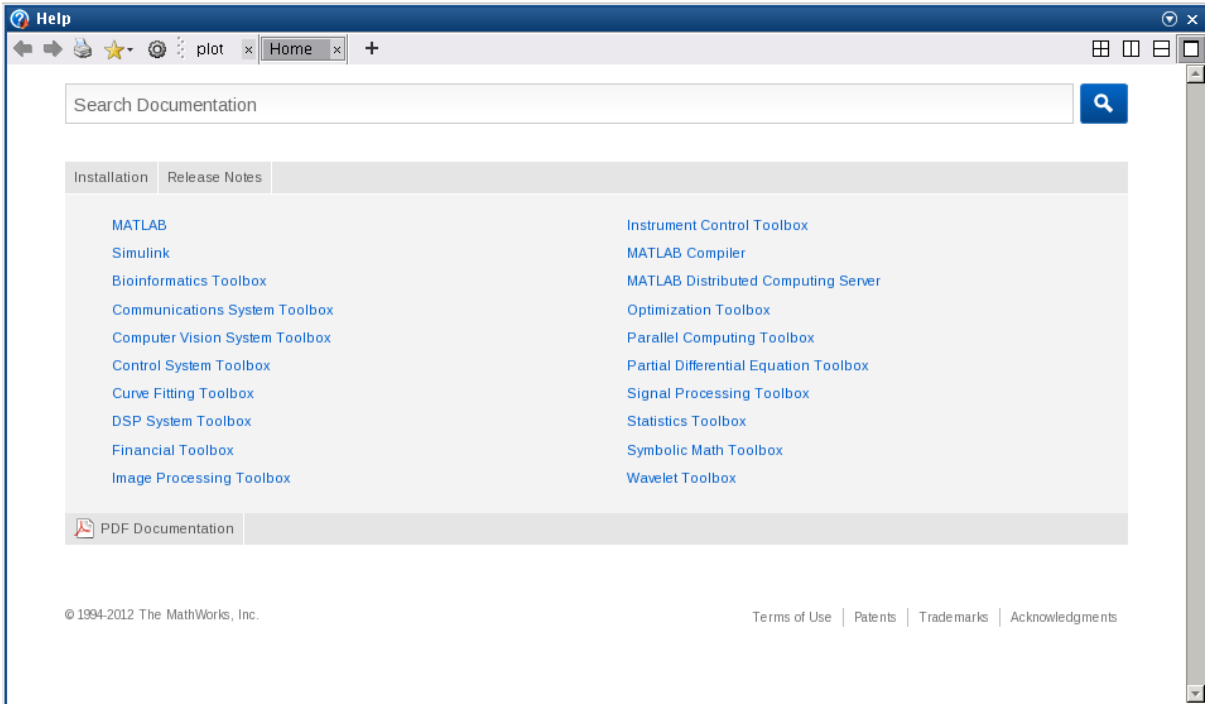
- installiert auf den Linux-Rechnern, auf den Windows-Rechnern und auf den Sun-Desktops
- je nach System sind verschiedene Versionen nutzbar
- Zentraler Server verwaltet Lizenzen
- ! X-Weiterleitung kann Probleme machen !
- >> **matlab-R2016a**

MATLAB R2016a



Hilfe

```
>> help
>> help plot
>> doc
>> doc plot
```

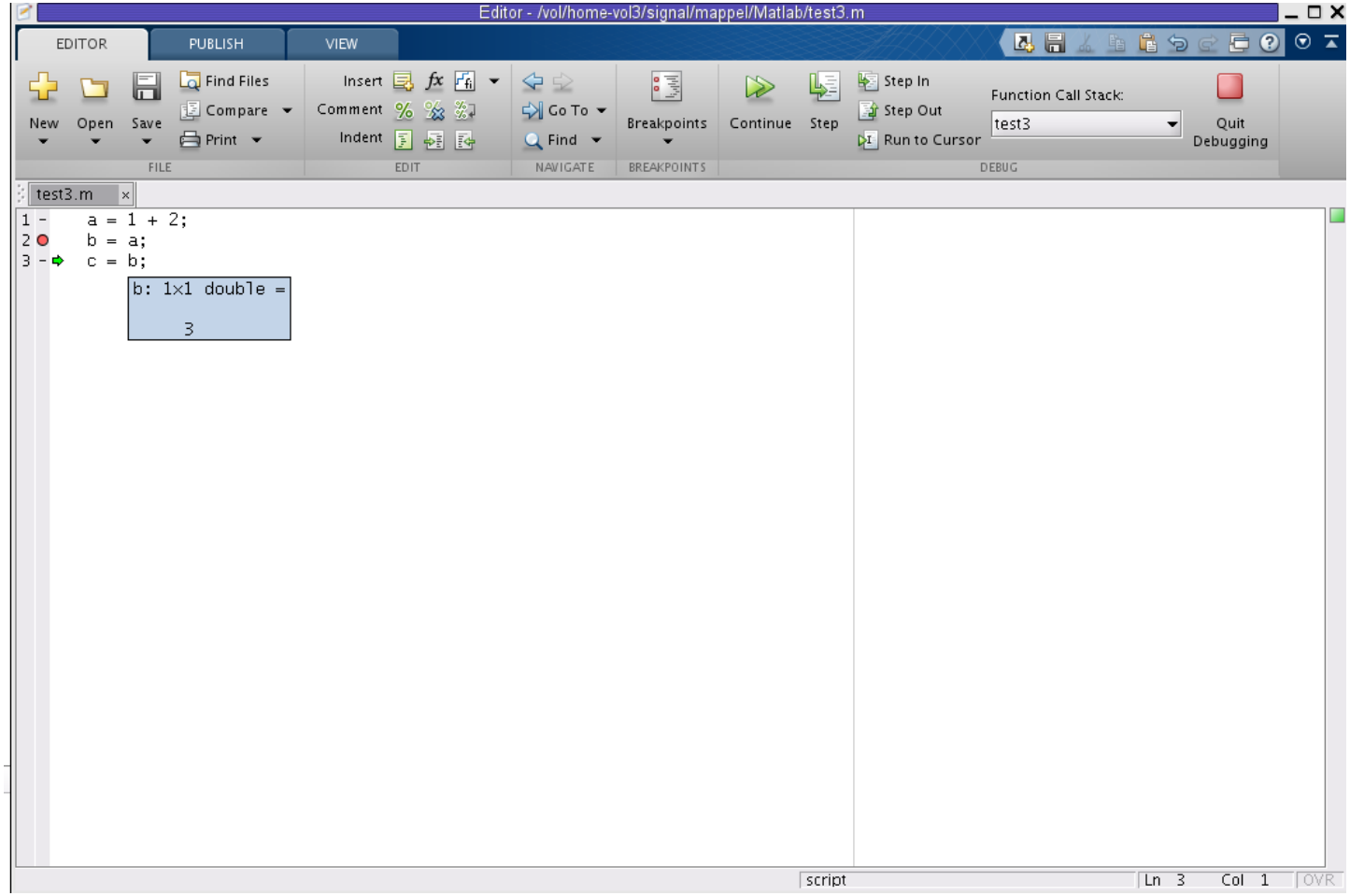


Code kommentieren

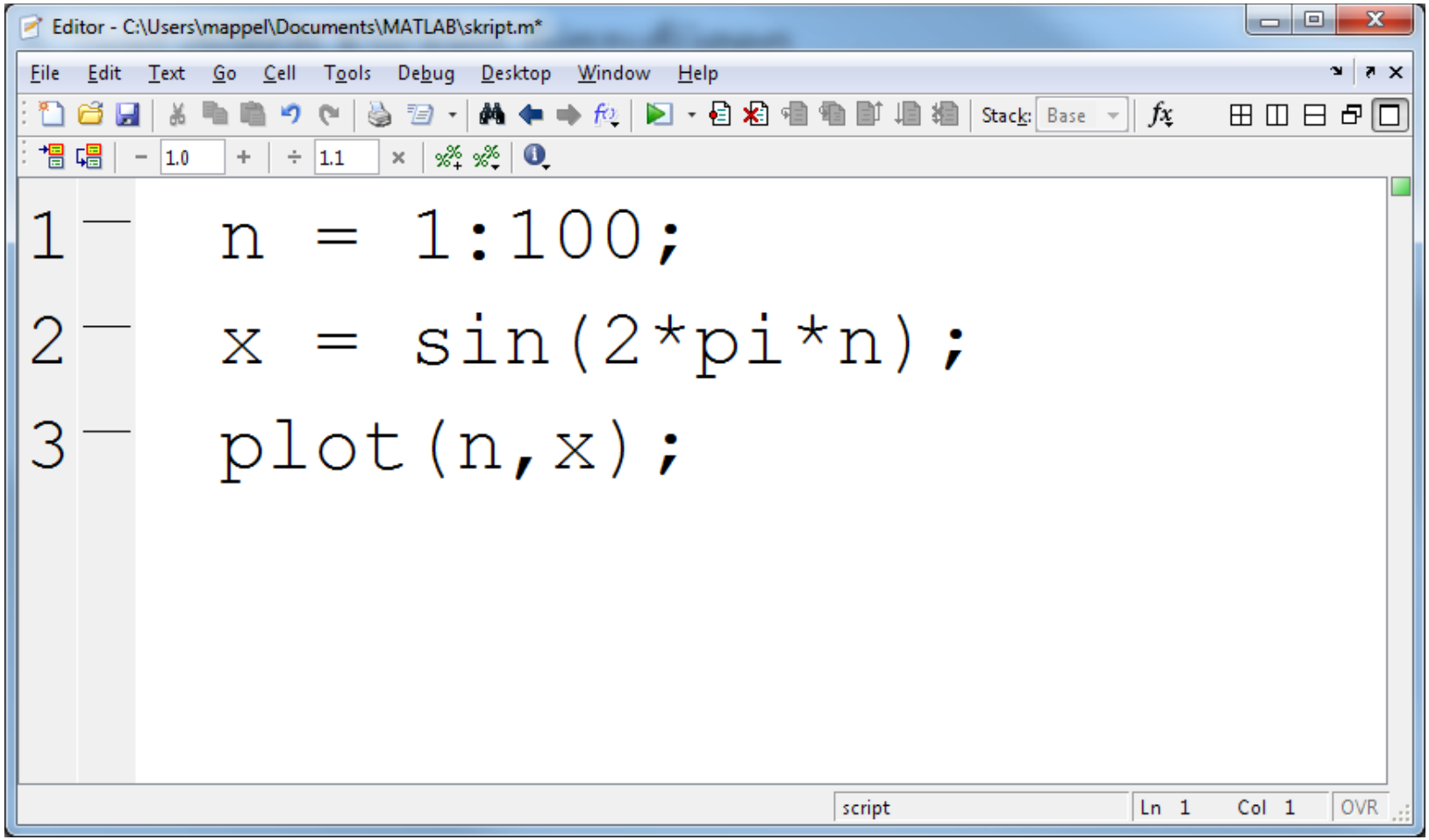
- Kommentar: %
- Besonderheit:

  Kommentar direkt nach Funktions-Definition erscheint bei Aufruf von *help functionname*

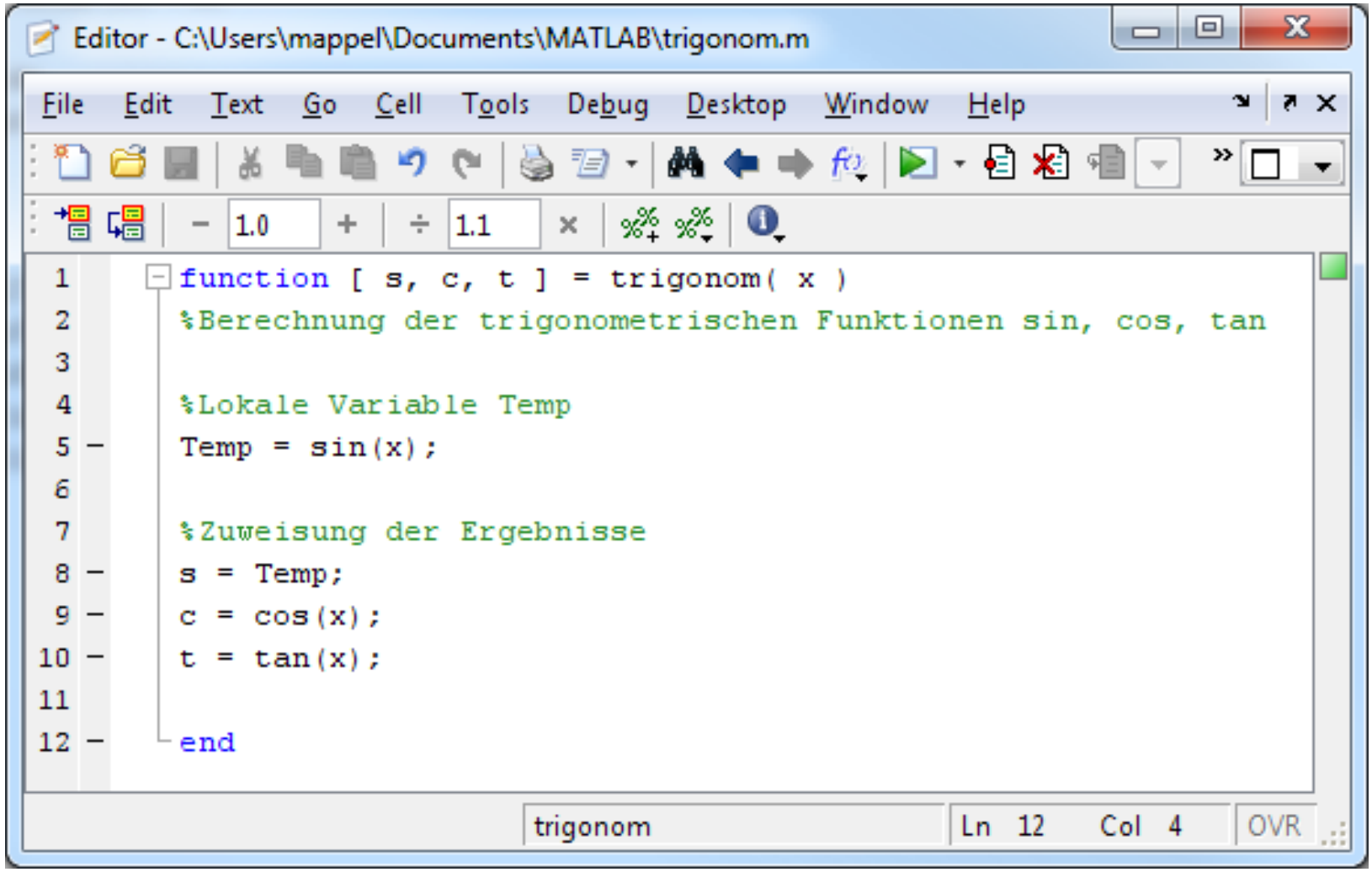
Editor


Editor - /vol/home-vol3/signal/mappel/Matlab/test3.m
EDITOR
PUBLISH
VIEW
New
Open
Save
Find Files
Compare
Print
Insert
Comment
Indent
Go To
Find
Breakpoints
Continue
Step
Step In
Step Out
Run to Cursor
Function Call Stack:
test3
Quit Debugging
FILE
EDIT
NAVIGATE
BREAKPOINTS
DEBUG
test3.m
1 - a = 1 + 2;
2 b = a;
3 - c = b;
b: 1x1 double =
3
script
Ln 3 Col 1
OVR

Skripte

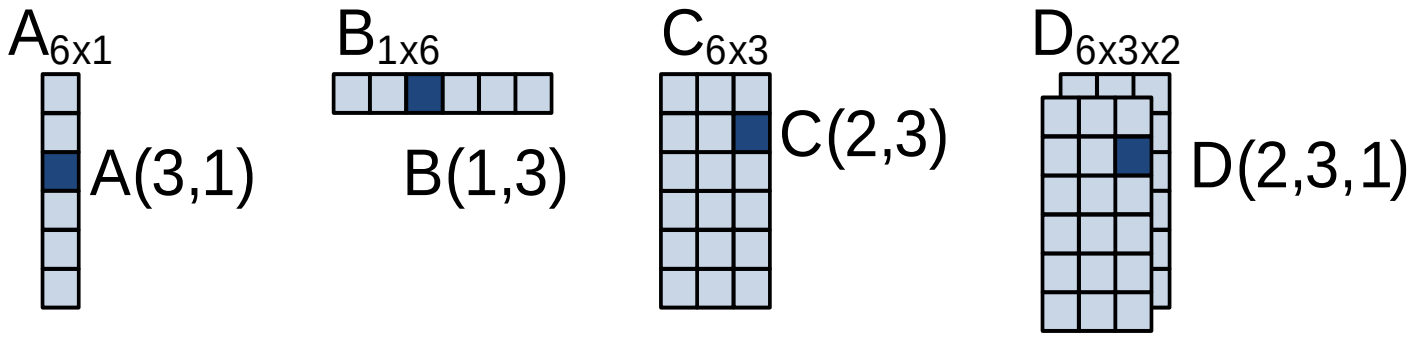

Editor - C:\Users\mappel\Documents\MATLAB\skript.m*
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
1.0
1.1
1 — n = 1:100;
2 — x = sin(2*pi*n);
3 — plot(n,x);
script
Ln 1 Col 1
OVR

Funktionen


Editor - C:\Users\mappel\Documents\MATLAB\trigonom.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
1.0
1.1
1 function [s, c, t] = trigonom(x)
2 %Berechnung der trigonometrischen Funktionen sin, cos, tan
3
4 %Lokale Variable Temp
5 Temp = sin(x);
6
7 %Zuweisung der Ergebnisse
8 s = Temp;
9 c = cos(x);
10 t = tan(x);
11
12 end
trigonom
Ln 12 Col 4
OVR

Datentypen (1)

- Zentrale Datentypen:
  Skalare, Vektoren und Matrizen
  - indiziert über Zeilen und Spalten
  - Indizes starten immer mit 1



Datentypen (2)

- einfache Regeln für die Verwendung von Variablen
  - jede Variable ist eine Matrix
  - es gibt keine Variablendeklaration
  - Variablen werden durch Wertzuweisung dimensioniert
  - Unterscheidung von Groß- und Kleinschreibung
  - Namen von Variablen und Konstanten beginnen mit einem Buchstaben
  - Achtung: vordefinierte Konstanten, von besonderer Bedeutung sind die imaginäre Einheit „i“ bzw. „j“ und die Zahl „pi“
- es gibt auch komplexe Strukturen wie *struct* und *cell*

Schleifen

```
x=1;
for k=1:10
   x=x*k;
end
```

```
x=1;
k=1;
while k<10
   x=x*k;
   k=k+1;
end
```

Verzweigungen

```
if x>0
   y=x;
elseif x<0
   y=-x;
else
   y=0;
end
```

```
method='Bilinear';
switch lower(method)
   case{'linear','bilinear'}
      disp('Method islinear')
   case 'cubic'
      disp('Method is cubic')
   otherwise
      disp('Unknown method')
end
```

Semikolon

- schließt das Semikolon „;“ eine Kommandozeile ab, so wird die Anzeige des Ergebnisses unterdrückt

```
>> x = 5                    >> y = 5;
>> ans = 5                  >>
```

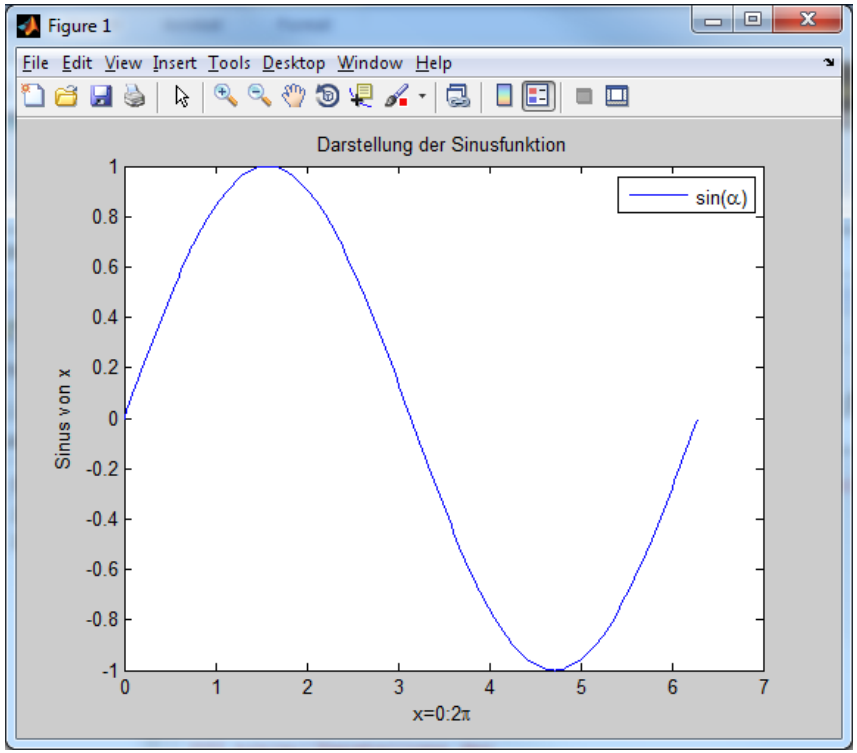
Doppelpunkt

- mit dem Doppel-Punkt-Operator lassen sich Datenfelder mit Elementen gleichen Abstands erzeugen

```
>> t = 1:10     =>  t = [1 2 3 ... 9 10]
>> t = 1:2:10   =>  t = [1 3 ... 9]
>> t = 0:2:10   =>  t = [0 2 ... 10]
```

Grafische Darstellung

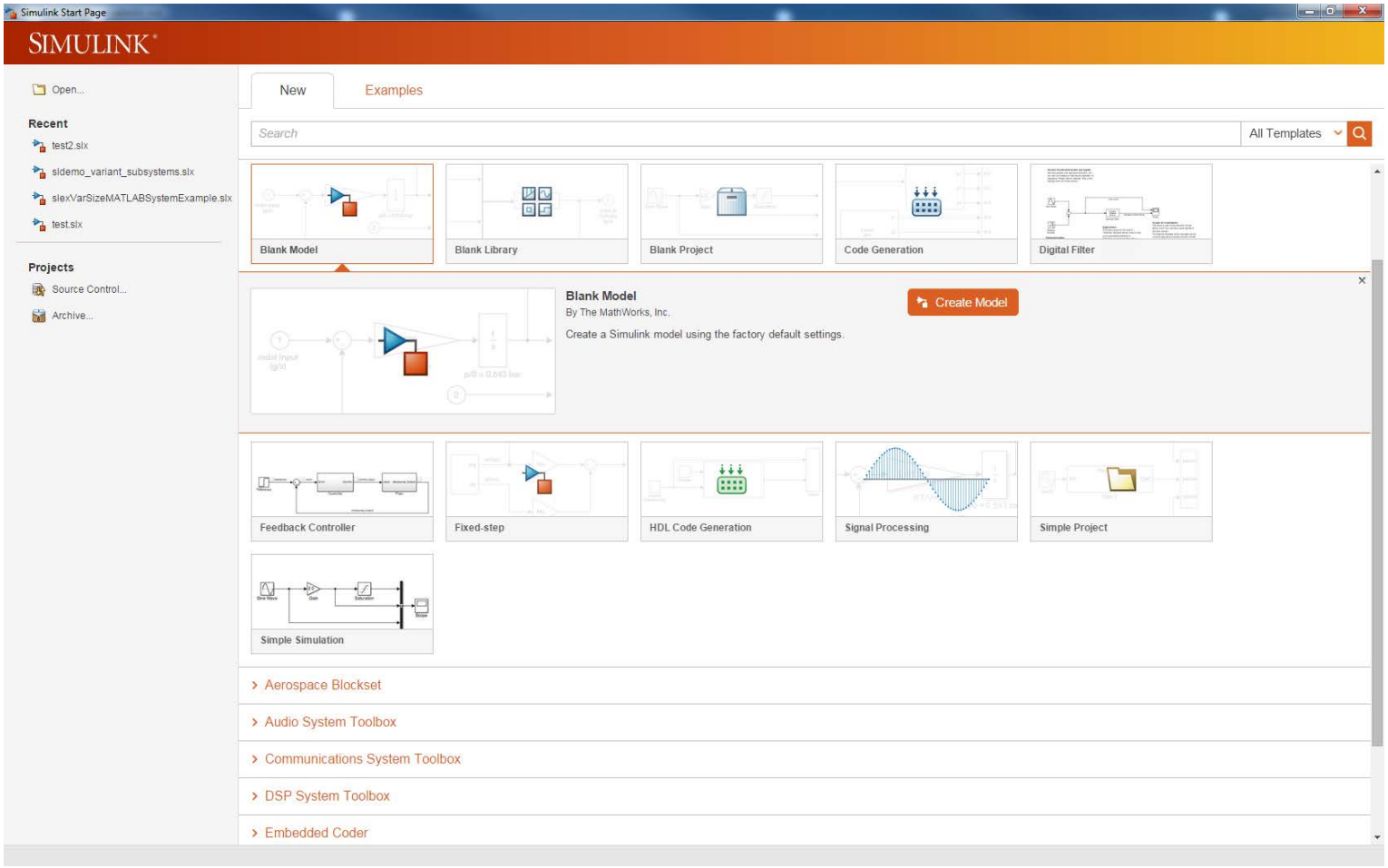
```
x = 0:pi/100:2*pi;
y = sin(x);
plot(x,y);
xlabel('x=0:2\pi');
ylabel('Sinus von x');
title('Darstellung der
    Sinusfunktion');
legend('sin(\alpha)');
```



Simulink

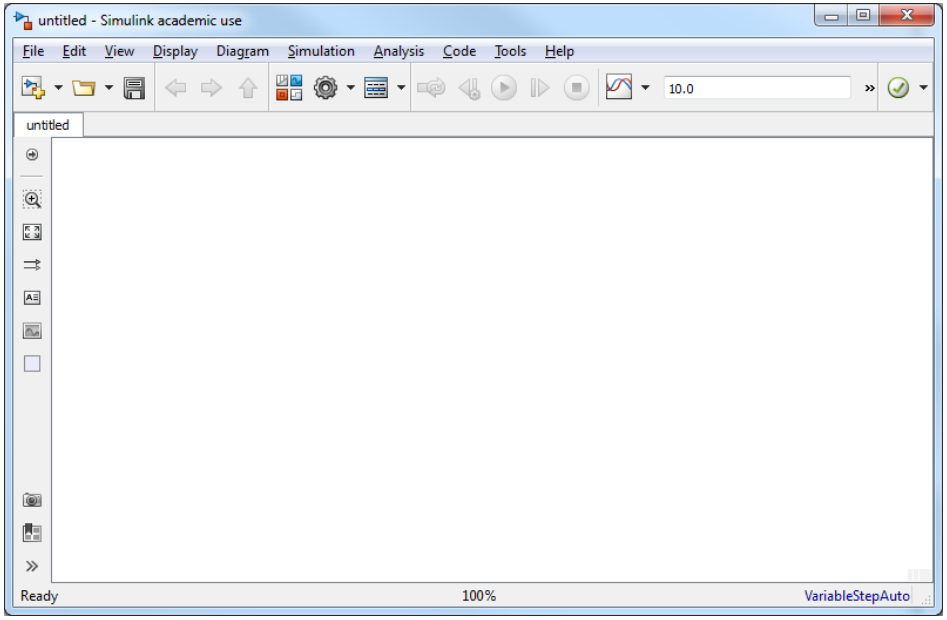
- Zusatzprodukt zu MATLAB
- Simulation von verschiedenen Systemen
- Blockbasierte Modellierung
- Datenfluss zwischen den Blöcken wird mit Verbindungslinien realisiert
- Kann durch Toolboxes erweitert werden
- >> simulink (im MATLAB Commando Fenster)

Simulink


Simulink Start Page
SIMULINK
Open...
Recent
test2.slx
sldemo_variant_subsystems.slx
slexVarSizeMATLABSystemExample.slx
test.slx
Projects
Source Control...
Archive...
New
Examples
Search
All Templates
Blank Model
Blank Library
Blank Project
Code Generation
Digital Filter
Blank Model
By The MathWorks, Inc.
Create a Simulink model using the factory default settings.
Create Model
Feedback Controller
Fixed-step
HDL Code Generation
Signal Processing
Simple Project
Simple Simulation
Aerospace Blockset
Audio System Toolbox
Communications System Toolbox
DSP System Toolbox
Embedded Coder

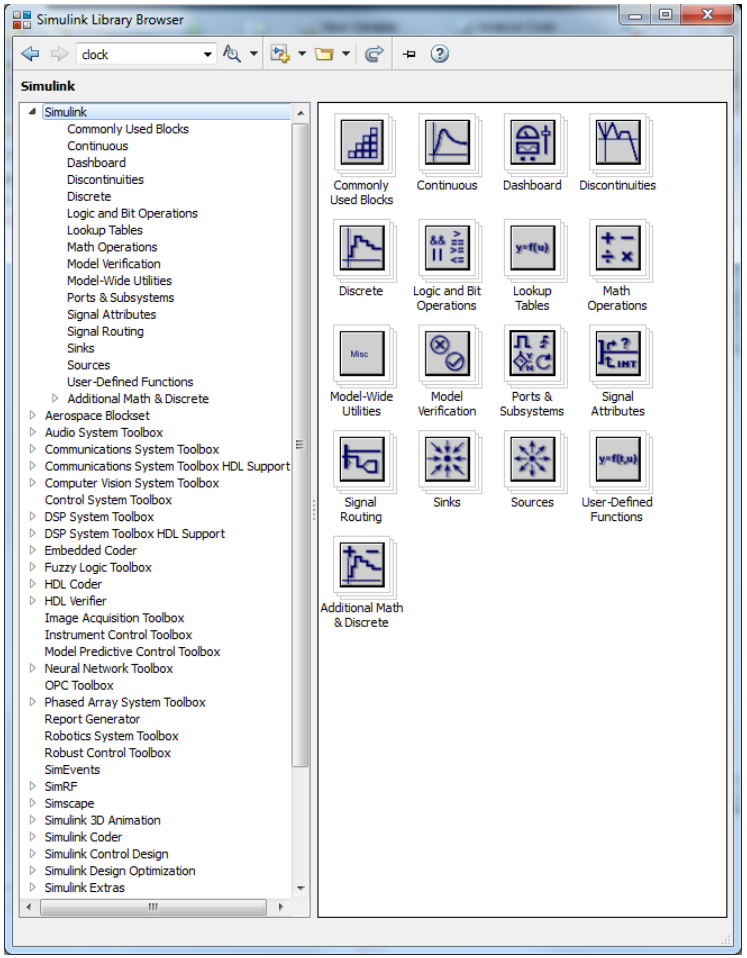
Simulink – Erste Schritte

- Neues Projekt anlegen
  - Blank Project
- **Neues Modell anlegen**
  - **Blank Model → Create Model**



Simulink – Library Browser

- Library Browser enthält die vorgefertigten Blöcke



Simulink – Beispiel Chirp Signal (1)

- Beispielaufgabe: Linearer Chirp

  $y(t) = \sin(2\pi f_0 t + \pi k t^2)$

  $k = (f_1 - f_0) / T$

  mit

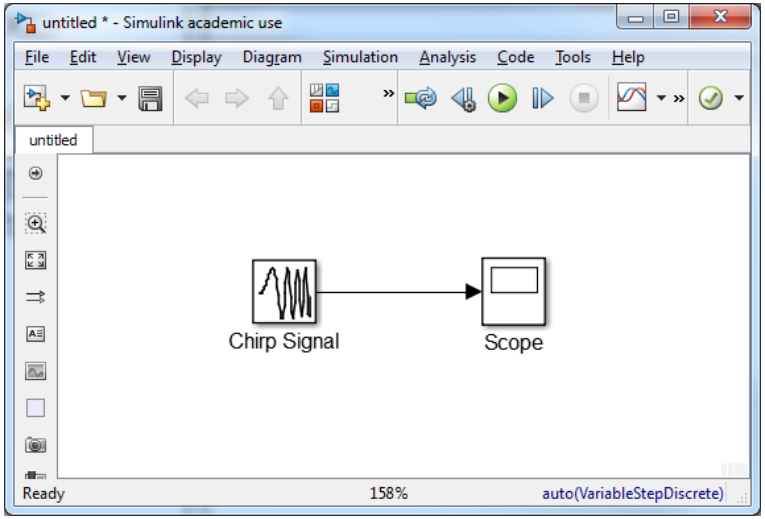
  Startfrequenz f_0

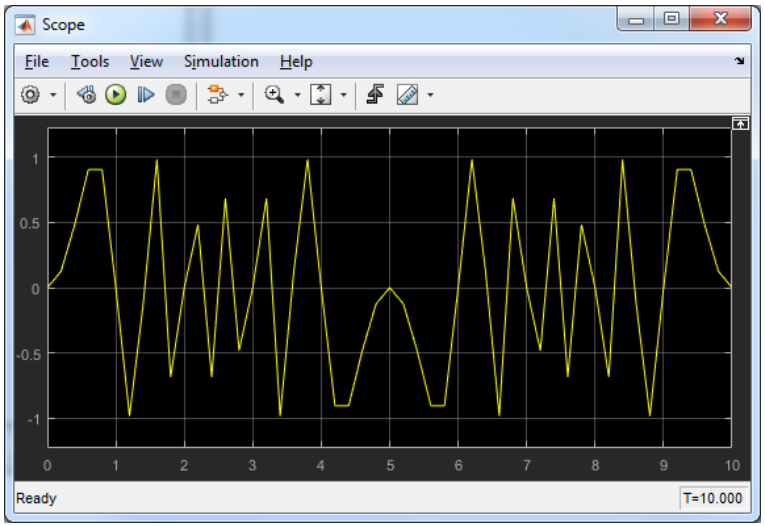
  Endfrequenz f_1

  Dauer T

Simulink – Beispiel Chirp Signal (2)

- **Simulink→Sources → Chirp Signal** auswählen und in das Model ziehen
- Startfrequenz = 0, Endfrequenz = 10, Dauer = 10 einstellen durch Doppelklick auf Chirp Signal Block
- **Simulink→Sinks → Scope** auswählen und in das Modell ziehen
- Quelle und Senke verbinden
- Doppelklick auf Scope
- Simulation starten





Simulink - Simulation

- Simulationsresultat sieht recht merkwürdig aus → zu wenige Punkte, um Chirp korrekt darzustellen
- **Simulation → Model Configuration Parameters** öffnen und Max step size auf 0.01 setzen
- Chirp Signal sieht nun deutlich besser aus

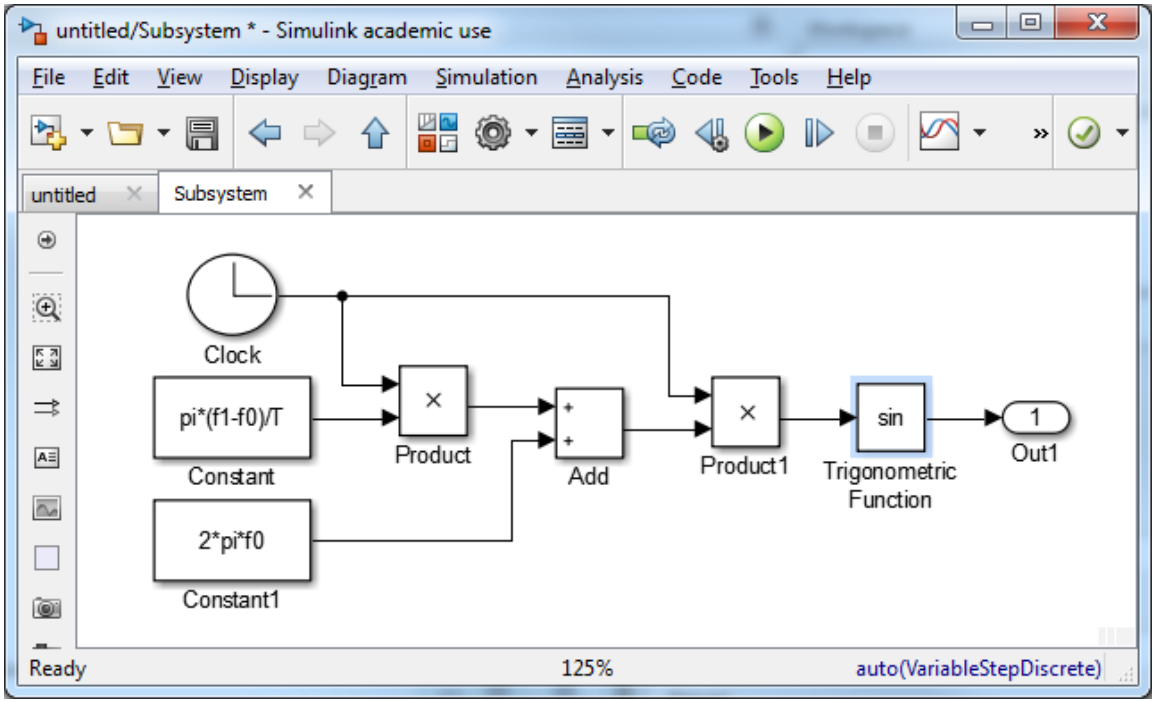
Simulink - Solver

- Solver Optionen sind in Simulink wichtige Parameter
- Simulation mit variablen oder festen Abständen
- Solver sind entweder diskrete Lösungsverfahren oder verschiedene Verfahren für differential Gleichungen

Simulink - Beispiel Chirp Signal (3)

- Aufbau des Chirp Signal Generators aus diskreten Blöcken
- Hierachie nutzen, in dem aus **Simulink → Ports & Subsystems → Subsystem** Block hinzugefügt wird, welcher per Doppelklick geöffnet wird

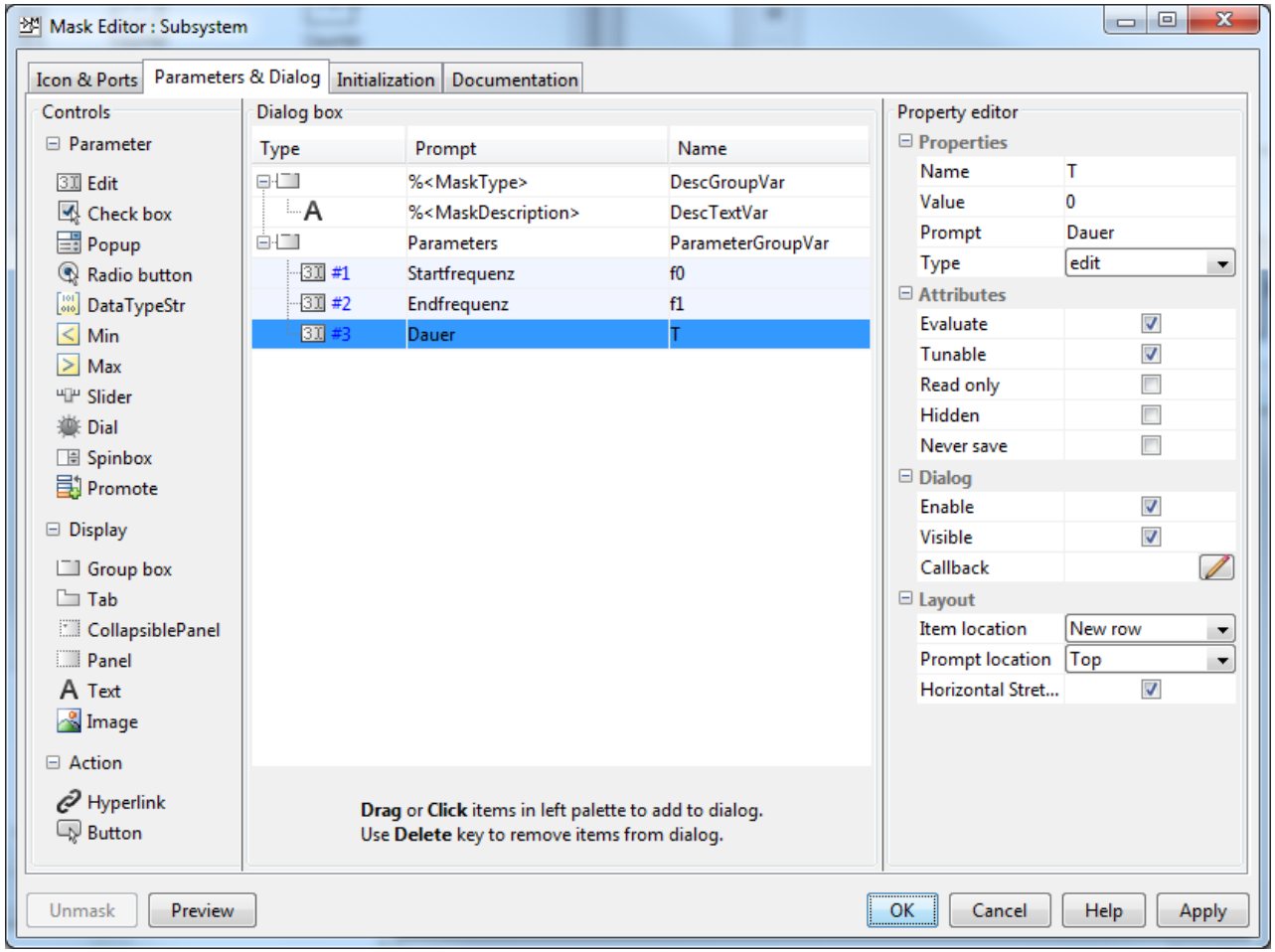
Simulink - Beispiel Chirp Signal (4)



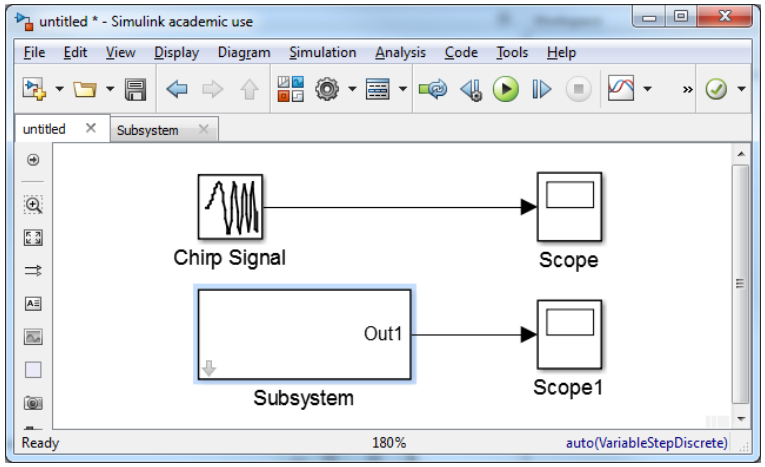
Simulink - Beispiel Chirp Signal (5)

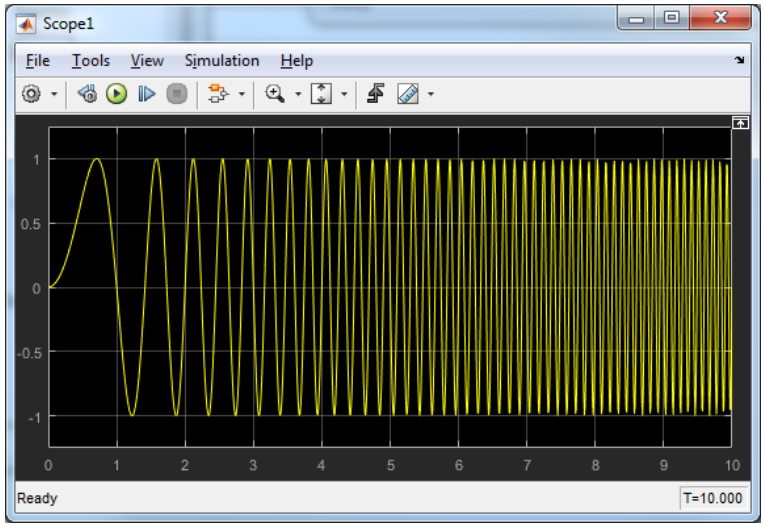
- Modell enthält
  - den Takt für die jeweilige Werte der Simulation
  - Startfrequenz f_0, Endfrequenz f_1, Dauer T als Variablen
- Variablen müssen noch einstellbar gemacht werden: **Diagram → Mask → Create Mask**
  - Unter **Parameters** müssen dann noch die fehlenden Variablen f_0, f_1 und T eingetragen werden, so dass diese beim Klicken auf das Subsystem-Symbol eingestellt werden können

Simulink - Beispiel Chirp Signal (6)



Simulink - Beispiel Chirp Signal (7)

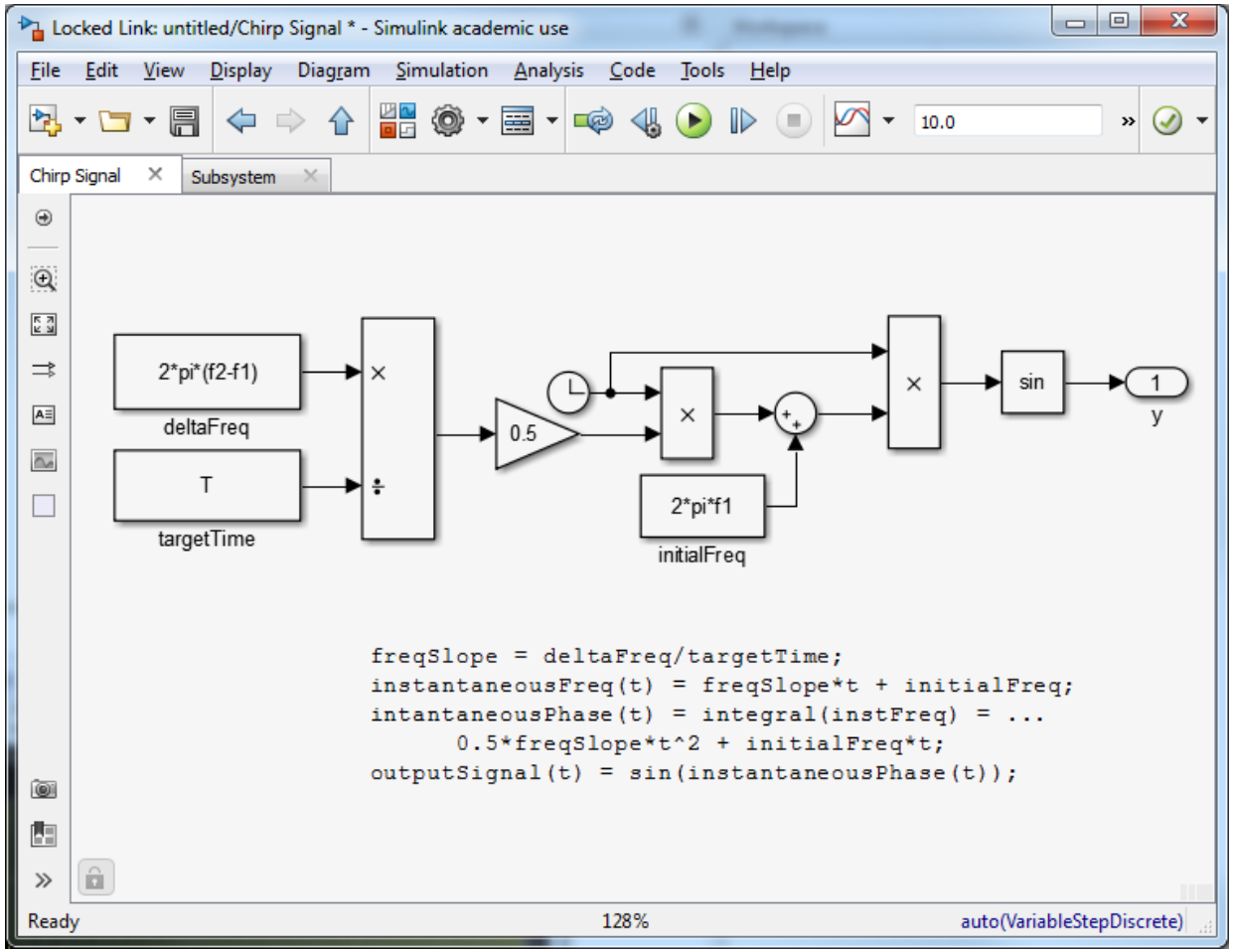




Simulink – Fertige Blöcke anschauen

- **Diagram → Mask → View Mask**
  - Masken von fertigen Blöcken anschauen, wenn man eigene Blöcke baut
- **Diagram → Mask → Look Under Mask**
  - Liefert Einblick in das Innenleben der Blöcke

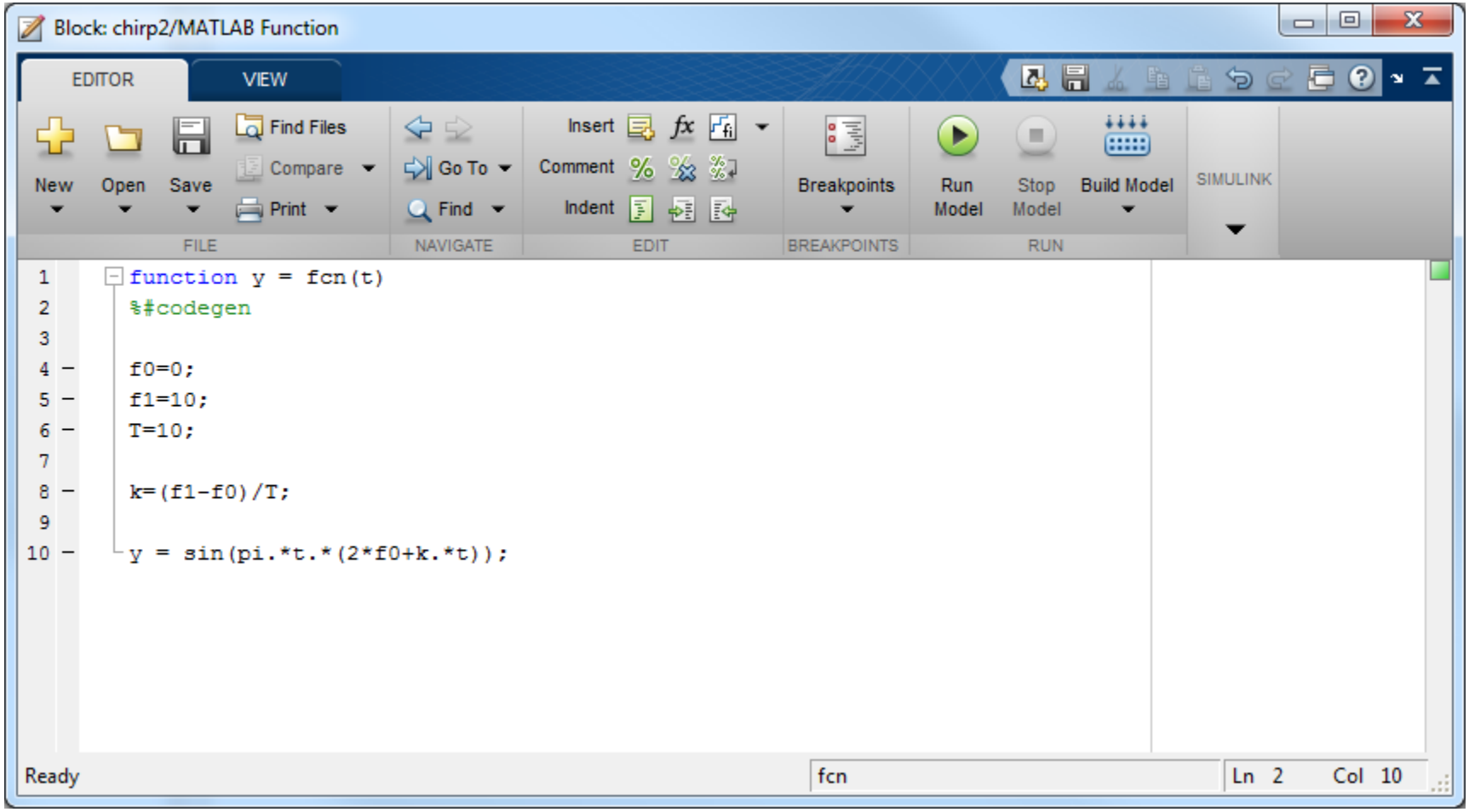
Simulink – Fertige Blöcke anschauen



Simulink - Beispiel Chirp Signal (8)

- Aufbau des Chirp Signal Generators mit Hilfe von MATLAB Code
- **Simulink → User-Defined Functions → MATLAB Function**
- Alternative: **S-Function**

Simulink - Beispiel Chirp Signal (9)



Simulink - Beispiel Chirp Signal (10)

- Takt Signal muss als Funktions-Parameter vorhanden sein, damit zu den einzelnen Simulations-Schritten jeweils ein neuer Wert berechnet werden kann

Simulink – Scope Block

- dient zum Anzeigen der Signale
- Unter File → Number of Input Ports kann festgelegt werden, wie viele Signale in einem Scope angezeigt werden
- Unter View → Layout kann festgelegt werden, ob alle Signale in einer Zeichenfläche dargestellt werden oder ob verschiedene Zeichenflächen zur Verfügung stehen

Simulink - Beispiel Chirp Signal (11)