



Crashkurs: MATLAB (Teil II)
Mentoring SoSe 2018 (Orientierungswoche)

Maren Fanke, Sean Omar Klein
Freie Universität Berlin

11/04/2018

Funktionen und Kontrollstrukturen

- Funktionen
- Bedingungen
- Schleifen
- Rekursion

Abbildungen in MATLAB

- Plotten

Allgemeine Hinweise

- Allgemeine Hinweise

Quellen

Funktionen und Kontrollstrukturen

Funktionen

Bedingungen

Schleifen

Rekursion

Abbildungen in MATLAB

Plotten

Allgemeine Hinweise

Allgemeine Hinweise

Quellen

Standardfunktionen in MATLAB

- ▶ MATLAB besitzt bereits einige integrierte Standardfunktionen.
- ▶ Bei diesen *Standardfunktionen* handelt es sich um Unterprogramme, die Funktionalitäten übernehmen, welche über einfache Elementaroperationen hinausgehen (bspw. `cos` oder `mod`).
- ▶ Mathematische Standardfunktionen können nicht nur auf Skalare, sondern auch auf Vektoren und Matrizen angewendet werden. Die Anwendung der Funktion geschieht dabei elementweise auf die einzelnen Einträge der Matrix.
- ▶ Neben mathematischen Standardfunktionen gibt es noch andere Arten von Funktionen wie bspw. die Ausgabefunktion `display` oder die Matrixfunktion `ones`.

Funktionen

Beispiel:

```
a = 7;
b = 3;
v = [-2 6 3];
A = [5 3 2; -1 6 2; 3 -5 9];
```

```
display(' |v| = ');           % Setzt einzelne Vektoreinträge in Betragsfunktion.
display(abs(v));
```

```
display(' mod(a,b) = ');     % Gibt Rest nach Division von a durch b an.
display(mod(a,b));
```

```
display(' sqrt(a) = ');     % Wurzelfunktion (Äquivalent zu ^0.5 bzw.
display(sqrt(a));           % .^0.5 für Vektoren und Matrizen.
```

```
display(' sin(A), cos(A) '); % Setzt einzelne Matrixeinträge in Sinus- bzw.
display(sin(A));           % Cosinusfunktion.
display(cos(A));
```

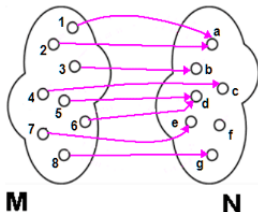
```
display(' exp(A) ');        % Exponentialfunktion.
display(exp(A))
```

Neben den Standardfunktionen, bietet MATLAB auch die Möglichkeit eigene Funktionen zu schreiben.

Mathematik

- ▶ Eine Funktion f ist eine Abbildung, die jedem Element x einer Definitionsmenge M ein Element y einer Zielmenge N zuordnet.

$$f : M \rightarrow N, x \mapsto y$$



Funktionen

MATLAB

- ▶ Selbst erstellte Funktionen in MATLAB werden **Funktion-Dateien** (Function-Files) genannt.
- ▶ Funktion-Dateien haben in MATLAB folgenden Aufbau:

```
function [Rueckgabewert] = funktionsname (Eingabeparameter)
<Anweisung 1>    % Anweisungsblock
<Anweisung 2>
...
end
```

- ▶ Kennzeichnung der Datei als Funktion durch Funktionskopf:

```
function [Rueckgabewert] = funktionsname (Eingabeparameter)
```

- ▶ Aufruf und Ausführung der Funktion in Command Window:

ohne Variablenzuweisung funktionsname (Eingabeparameter)

mit Variablenzuweisung var = funktionsname (Eingabeparameter)

Erstellen einer Funktion-Datei

1. Erstellen Sie eine **Funktion-Datei**, indem Sie an einer leeren Stelle im Datei-Explorer (Current Folder) einen Rechtsklick ausführen und anschließend die entsprechende Dialogoption auswählen.

Benennen Sie die Datei: `flaeche.m`

Die Datei wird im aktiven Verzeichnis angelegt, und befindet sich somit direkt am richtigen Ort.

2. Doppelklick auf die neu erstellte Datei, um diese zu öffnen.
3. Die Datei `flaeche.m` sollte nun wie folgt aussehen:

```
function [ output_args ] = flaeche( input_args )
%FLAECHE Summary of this function goes here
%   Detailed explanation goes here
end
```


Funktionen

Beispiel 1:

Es soll eine Funktion aufgestellt werden, die durch Angabe zweier Seitenlängen a und b sowohl die Fläche eines Rechtecks als auch die Fläche eines Quadrates berechnet.

```
% Die Funktion berechnet die Fläche von Rechtecken und Quadraten mit
% unterschiedlichen Seitenlängen.
function [A] = flaeche(a,b)    % Beginn Funktion
                               % Funktionsname: flaeche
                               % Eingabeparameter: a, b
                               % Ausgabeparameter: A
                               % Funktion soll mit Eingabeparameter a, b
                               % die Fläche von Rechtecken und Quadraten
                               % berechnen.
                               % Ende der Funktion

    A = a*b;

end
```

Funktionsaufruf

```
>> rechteck = flaeche(3,4)
rechteck =
    12
```

Funktionen

Beispiel 2:

Es soll nun eine Funktion aufgestellt werden, die zu gegebenen Zahlen x , y das Produkt und die Summe berechnet.

```
% Die Funktion berechnet das Produkt und die Summe zweier Zahlen.  
  
function [produkt,summe]=prodsum(x,y) % Beginn Funktion  
    % Funktionsname: prodsum  
    % Eingabeparameter: x, y  
    % Ausgabeparameter: produkt, summe  
  
    produkt=x*y; % Funktion soll mit Eingabeparameter  
    summe=x+y; % a und b das Produkt und  
                % die Summe aus a und b berechnen  
  
end % Ende der Funktion
```

Funktionsaufruf

```
>> [p,s]=prodsum(5,3)  
p =  
    15  
s =  
     8
```

Bemerkung

- ▶ **Wichtig! Funktionsname und Dateiname müssen immer übereinstimmen.**
- ▶ Namenskonflikte mit bereits vorhandenen (Standard-) Funktionen in MATLAB sollten vermieden werden. Dies gilt auch für das Speichern von Skript-Dateien.
Bspw. sollte eine erstellte Funktion- oder Skript-Datei nicht den Namen `cos.m` oder `plot.m` bekommen, da sich diese durch Doppelbelegung nicht mehr ausführen lassen!
- ▶ Funktionsnamen werden klein geschrieben.
- ▶ Namen von Funktionen beginnen, wie Variablennamen, mit einem Buchstaben gefolgt von einer beliebigen Anzahl an Buchstaben, Zahlen oder Unterstrichen.
- ▶ Funktionen können mehrere Eingabe- und Ausgabeparameter haben.

Funktionen und Kontrollstrukturen

Funktionen

Bedingungen

Schleifen

Rekursion

Abbildungen in MATLAB

Plotten

Allgemeine Hinweise

Allgemeine Hinweise

Quellen

Bedingungen

Mathematik

In der Mathematik können Bedingungen unterschiedliche Formen haben:

- ▶ **Wenn-Dann-Aussagen** beschreiben, ob aus einer Aussage eine andere Aussage folgt. Hierbei kann zwischen *notwendiger* und *hinreichender Bedingung* unterschieden werden.

Beispiel:

A: „Es hat geregnet“, B: „Die Straße ist nass“

$A \Rightarrow B$: „Wenn es geregnet hat, dann ist die Straße nass.“

Informatik

- ▶ Bedingungen stellen in der Informatik eine Art Fallunterscheidung dar, bei der ein bestimmter Programmabschnitt nur unter einer bestimmten Bedingung ausgeführt wird. Sie werden mit der `if-else`-Anweisung beschrieben.

Bedingungen: if-Anweisung

MATLAB

- ▶ Mit der if-else-Anweisung können unterschiedliche Fallunterscheidungen durchgeführt werden.

Syntax

```
if <Bedingung 1>  
  <Anweisung 1> % Wenn Bedingung 1 wahr ist, wird Anweisung 1 ausgeführt.  
elseif <Bedingung 2>  
  <Anweisung 2> % Wenn Bedingung 1 falsch ist, wird Anweisung 2 ausgeführt.  
else  
  <Anweisung 3> % Wenn Bedingung 1 und 2 falsch sind, wird Anweisung 3  
end % ausgeführt.
```

Bemerkung

- ▶ Die **Bedingungen** werden Prädikate genannt und haben einen booleschen Wert (0 für false und 1 für true).
- ▶ Mit Hilfe von **elseif** lassen sich beliebig viele Fälle erstellen. Seine Benutzung hängt von der Art des Programms ab.
- ▶ Die Abarbeitungsreihenfolge ist von oben nach unten. Trifft ein Fall zu, wird nur seine Anweisung befolgt.

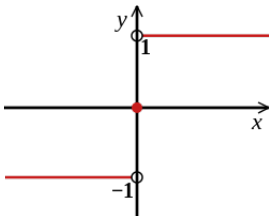
Bedingungen: if-Anweisung

Beispiel:

Es soll die bedingte Funktion:

$$f(x) := \begin{cases} -1 & \text{falls } x < 0 \\ 0 & \text{falls } x = 0 \\ +1 & \text{falls } x > 0 \end{cases}$$

programmiert werden, deren Funktionsgraph wie folgt aussieht:



Bedingungen: if-Anweisung

Beispiel:

$$f(x) := \begin{cases} -1 & \text{falls } x < 0 \\ 0 & \text{falls } x = 0 \\ +1 & \text{falls } x > 0 \end{cases}$$

Bemerkung

In deutscher Sprache:

Falls x kleiner ist als Null, dann ist $f(x)$ gleich -1 . Falls x größer ist als Null, dann ist $f(x)$ gleich 1 . Ansonsten ist $f(x)$ gleich 0 .

In englischer Sprache:

If x is smaller than zero $f(x)$ is equal to -1 . If x is bigger than zero $f(x)$ is equal to 1 . Otherwise $f(x)$ is equal to 0 .

Bedingungen: if-Anweisung

Beispiel: Initialisierung Variable

```
x = 2;           %   Initialisiere x mit 2.  
  
if x<0  
    y = -1;  
    display('y = -1');  
elseif x>0  
    y = 1;  
    display('y = 1');  
else  
    y = 0;  
    display('y = 0');  
end
```

Bedingungen: if-Anweisung

Beispiel: Funktion

```
function [ y ] = stueckfkt( x )  
if x<0  
    y = -1;  
elseif x>0  
    y = 1;  
else  
    y = 0;  
end  
end
```

Funktionsaufruf

```
>> f = stueckfkt(2)  
  
f =  
  
    1
```

Funktionen und Kontrollstrukturen

- Funktionen
- Bedingungen
- Schleifen**
- Rekursion

Abbildungen in MATLAB

- Plotten
- Allgemeine Hinweise
- Allgemeine Hinweise
- Quellen

Informatik

Schleifen sind ein **Strukturelement**, um wiederkehrenden Programmcode abzukürzen und Anweisungen wiederholt auszuführen.

Schleifen: for-Schleife

MATLAB

for-Schleife führt eine bestimmte Folge von Anweisungen n -mal hintereinander aus.

Syntax

```
for <Variable>=<Matrix>  
    <Anweisung 1>           % Anweisungsblock  
    <Anweisung 2>  
    ...  
end
```

In der **for-Schleife** werden der Variable nacheinander die Spalten der Matrix zugewiesen und die Anweisungen ausgeführt.

Bemerkung

for-Schleifen finden meist Verwendung bei Problemen, wo bereits zuvor bekannt ist, wie oft die Schleife durchlaufen werden soll.

Beispiel:

Die folgende Summe soll mit Hilfe einer for-Schleife programmiert werden:

$$summe = \sum_{i=0}^5 i = 0 + 1 + 2 + \dots + 5$$

Schleifen: for-Schleife

Beispiel:

```
% Das Programm berechnet die Summe der ersten 5 natürlichen Zahlen.  
summe=0;      % Der Variablen "summe" wird der Wert 0 zugewiesen.  
              % Dies ist nötig, damit mit der Variablen "summe"  
              % im Schleifenkörper gerechnet werden kann.  
  
for i=1:5    % Schleifenkopf &  
            % Inkrement: Gibt an wie oft Schleife durchlaufen wird.  
            % Hier wird in Einerschritten von 1 bis 5 gegangen.  
  
summe=summe+i; % Berechnet die Summe der ersten 5 natürlichen Zahlen  
end        % Schleifenende
```

Der Schleifendurchlauf kann mit **break** vorzeitig beendet werden.

Schleifen: for-Schleife

Beispiel:

Anschaulich sieht der Durchlauf der for-Schleife wie folgt aus:

Startwert: $\text{summe} = 0$

Beginn: for-Schleife

i	summe	Berechnung
1	0	$\text{summe} = 0 + 1$
2	1	$\text{summe} = 1 + 2$
3	3	$\text{summe} = 3 + 3$
4	6	$\text{summe} = 6 + 4$
5	10	$\text{summe} = 10 + 5$

Schleifenende: $\text{summe} = 15$

Schleifen: while-Schleife

Syntax

```
while <Eintrittsbedingung>  
    <Anweisung 1>      % Anweisungsblock  
    <Anweisung 2>  
    ...  
end
```

- ▶ **while-Schleife** ist an Eintrittsbedingung gekoppelt.
- ▶ Die **Eintrittsbedingung** kann eine Verknüpfung komplizierter Abfragen sein, so z.B. $\text{mod}(n, 2) == 0 \ \&\& \ n < 100$
- ▶ Die **while-Schleife** prüft vor jedem Eintritt in den Schleifenkörper, ob die Eintrittsbedingung wahr ist:
 - ▶ **wahr:** Schleifenkörper wird durchlaufen
 - ▶ **falsch:** while-Schleife wird verlassen (oder gar nicht erst betreten), Anweisungen nach while-Schleife werden ausgeführt
- ▶ Schleifendurchlauf kann vorzeitig mit **break** beendet werden.
 - ▶ Meist sinnvoll bei Anwendungen, die mit Suchen oder Zählen zu tun haben!

Schleifen: while-Schleife

Beispiel:

Eine Zahl soll solange verdoppelt werden, bis eine Obergrenze kleiner 50 erreicht wird. Dabei wird mit der Zahl 1 begonnen.

```
% Das Programm verdoppelt eine Zahl (beginnend bei 1), bis eine Obergrenze
% kleiner 50 erreicht ist.
i=1;      % Der Variablen i wird der Startwert 1 zugewiesen,
          % damit mit der Variablen im Schleifenkörper gerechnet
          % werden kann (Verdopplung soll bei 1 beginnen!)
while i<50 % Schleifenkopf & logischer Ausdruck:
    i = i*2 % solange i<50 ist, soll die Schleife die Berechnung ausführen
          % Die Variable i wird bei jedem Schleifendurchlauf mit 2
          % multipliziert.
          % Dadurch ändert sich mit jedem Schleifendurchlauf der Wert von i.
end      % Schleifenende
```

Schleifen: While-Schleife

Anschaulich sieht der Durchlauf der while-Schleife wie folgt aus:

Startwert: $i = 1$

Beginn: while – Schleife

i (neu)	Berechnung
1	$i_{\text{neu}} = 1 \cdot 2$
2	$i_{\text{neu}} = 2 \cdot 2$
4	$i_{\text{neu}} = 4 \cdot 2$
8	$i_{\text{neu}} = 8 \cdot 2$
16	$i_{\text{neu}} = 16 \cdot 2$
32	$i_{\text{neu}} = 32 \cdot 2$
64	Abbruchbedingung

Schleifenaustritt: $i = 64$

Da $i = 64$ über der vorgegebenen Schranke liegt, wird die while-Schleife an dieser Stelle beendet!

Schleifen: while-Schleife

Negativbeispiel:

Es wird nun absichtlich eine *Endlosschleife* erstellt. Eine Zahl soll dabei für positive Werte immer um Eins addiert werden. Es wird mit der Zahl 1 begonnen.

```
% Das Programm erstellt eine Endlosschleife
n=1;      % Der Variablen n wird der Startwert 1 zugewiesen,
          % damit mit ihr im Schleifenkörper gerechnet werden kann
while n>0 % Schleifenkopf & logischer Ausdruck:
    % solange n>0 ist, soll die Schleife die Berechnungen ausführen.
    n = n+1; % Die Variable n wird bei jedem Schleifendurchlauf
            % mit 1 addiert. Dadurch wird der Zustand, dass n>0 ist erhalten
            % und es entsteht eine Endlosschleife
end      % Schleifenende
```

Bemerkung

Mit der Tastenkombination Strg + C (englisch: CTRL + C) kann man die aktuelle Berechnung einer Schleife abbrechen!

Funktionen und Kontrollstrukturen

- Funktionen
- Bedingungen
- Schleifen
- Rekursion

Abbildungen in MATLAB

- Plotten
- Allgemeine Hinweise
- Allgemeine Hinweise
- Quellen

Mathematik

- ▶ Eine rekursive Funktion ist eine Funktion, die sich selbst wieder aufruft.
- ▶ Eine rekursive Funktion hat
 - ▶ einen Rekursionsanfang und
 - ▶ einen Rekursionsschritt.

Beispiel:

Rekursive Funktionsvorschrift für $n \in \mathbb{N}$:

$$f(n) = \begin{cases} 1 & , \text{ falls } n = 0 \\ n \cdot f(n-1) & , \text{ sonst} \end{cases}$$

Informatik

- ▶ Eine rekursive Funktion ist eine Funktion, die sich selbst wieder aufruft.
- ▶ Eine rekursive Funktion hat
 - ▶ einen Rekursionsanfang und
 - ▶ einen Rekursionsschritt.
- ▶ Eine Rekursion kann mit Hilfe der Kontrollstrukturen (if-Anweisung oder Schleifen) gelöst werden.

Beispiel:

Die Fakultät soll rekursiv mit Hilfe einer Funktion berechnet werden.
(Beispiel Fakultät: $5! = 1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5$)

Die rekursive Funktionsvorschrift für die Fakultät kann auf zwei Arten dargestellt werden:

1. Variante

$$f(n) = \begin{cases} 1 & , \text{ falls } n = 0 \\ n \cdot f(n-1) & , \text{ sonst} \end{cases}$$

2. Variante

$$f(n) = \begin{cases} 1 & , \text{ falls } n = 0 \\ \prod_{i=1}^n i & , \text{ sonst} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \prod_{i=1}^n i &= 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n \\ &= 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n \\ &= 6 \cdot \dots \cdot n \\ &= \prod_{i=1}^{n-1} i \cdot n \end{aligned}$$

Beispiel: 1. Variante

```
% Die Funktion berechnet die Fakultät rekursiv.
function y = fak(n)      % Beginn Funktion
                        % Funktionsname: fak
                        % Eingabeparameter: n
                        % Ausgabeparameter: y
                        % Beginn if-else-Anweisung:
    if (n<=1)           % Für n<=1 soll y=1 sein.
        y=1;           % Wenn n>1 ist, dann soll die Fakultät
    else                % berechnet werden, d.h. 1*2*3*4*...
        y = n*(fak(n-1));
    end                 % Ende if-Anweisung
end                   % Ende der Funktion
```

Funktionsaufruf

```
>> f = fak(4)
f =
    24
```

Rekursion

Beispiel: 2. Variante

```
% Die Funktion berechnet die Fakultät iterativ rekursiv.  
function [produkt] = pfak(k)  
produkt=1;      % Der Variablen "produkt" wird der Wert 1 zugewiesen.  
                % Dies ist nötig, damit mit der Variablen "produkt"  
                % im Schleifenkörper gerechnet werden kann.  
  
for i=1:k      % Schleifenkopf &  
                % Inkrement: Gibt an wie oft Schleife durchlaufen wird.  
                % Hier wird in Einerschritten von 1 bis k>0 gegangen.  
  
produkt=produkt*i; % Berechnet das Produkt der ersten k natürlichen Zahlen  
  
end           % Schleifenende  
end
```

Funktionsaufruf

```
>> p = pfak(4)  
p =  
    24
```

Funktionen und Kontrollstrukturen

- Funktionen
- Bedingungen
- Schleifen
- Rekursion

Abbildungen in MATLAB Plotten

- Allgemeine Hinweise
- Allgemeine Hinweise
- Quellen

Plotten - Die plot-Funktion

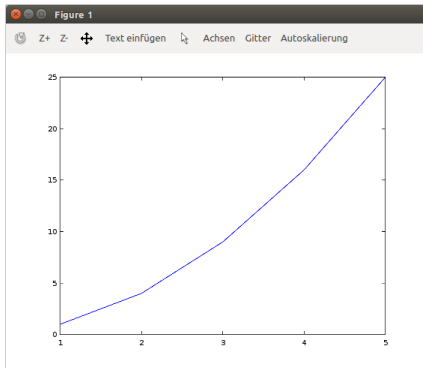
Die Ausgabefunktion (plot)

- ▶ Anwendung zum Darstellen von Funktionsgraphen oder anderen 2D-Daten.
- ▶ Syntax: `plot(x, y);`
- ▶ `x` ist dabei ein Vektor mit `x`-Koordinaten, `y` ist der Datenvektor.

Beispiel:

```
x = 1:5;  
y = x.^2;  
plot(x,y)
```

Und so sieht es aus:



Plotten - Farben, Linien, Marker

Farben, Linien, Marker

Die `plot`-Funktion kann um einige Einstellungen erweitert werden. So kann z.B. die Farbe, die Linienart und die Markerform mit folgenden Kürzeln geändert werden:

Farbe	Kürzel	Linie	Kürzel	Marker	Kürzel
Blau (Standard)	b	durchgezogen (Standard)	-	Punkt (Standard)	.
Rot	r	gepunktet	:	Kreis	o
Grün	g	strich-gepunktet	-.	Kreuz	x
Geld	y	gestrichelt	-	Plus	+
Schwarz	k			Stern	*
Weiß	w			Quadrat	s
Cyan	c			Raute	d
Magenta	m			Dreieck	v, <, >, ^
				Fünfeck	p
				Sechseck	h

```
% gepunktete rote Linie aus Quadraten
```

```
plot(x,y,'r:s')
```

Einstellungen für das Plotfenster

- ▶ **hold on/hold off:** Um mehrere Plots in dasselbe Fenster zu zeichnen wird die Funktion `hold on` verwendet. Mit `hold off` wird die Option wieder ausgeschaltet.
- ▶ **subplot:** Um mehrere kleine Plotfenster nebeneinander zu plotten wird der Befehl `subplot` verwendet.
`subplot` benötigt drei Argumente: Die Anzahl der Zeilen und der Spalten in die das Plotfenster aufgeteilt werden soll, sowie die Nummer des zu aktivierenden Feldes.

`subplot(m, n, k)`

- ▶ **axis:** Zum festlegen der x- und y-Achseneinteilung des aktiven Plots.
 - ▶ kommt direkt nach dem `plot`-Befehl.
 - ▶ Syntaxbeispiel: `axis([0 5 -1 10])`;
 - ▶ Die Zahlen bedeuten in dieser Reihenfolge die Angabe der unteren und oberen Grenze der x-Achse und die untere und obere Grenze der y-Achse.
- ▶ **title:** Ordnet einem Plot einen Titel zu.
 - ▶ Syntaxbeispiel: `title('Dies ist der Titel!')`;
- ▶ **xlabel/ylabel:** Beschriftung der x- und y-Achsen.
 - ▶ Syntaxbeispiel: `xlabel('Dies ist die x-Achse!')`
`ylabel('Dies ist die y-Achse!')`

- ▶ **Legend:** Legende zum Plot (hilfreich, wenn mehrere Plots in einem Fenster sind!).
 - ▶ Syntaxbeispiel:
`legend('Name erster Graph', 'Name zweiter Graph', '...');`
 - ▶ Die Namen der Graphen werden in der gleichen Reihenfolge zugeordnet, in der sie geplottet werden.

- ▶ **text:** Einfügen von Text im Plot.
 - ▶ Syntaxbeispiel:
`text(2.7, 3.5, 'Hier Text!', 'Color', 'r', 'FontSize', 15);`
 - ▶ Die ersten beiden Zahlen bezeichnen die Koordinaten des ersten Buchstabens, dann folgt der Text und weitere Optionen wie die Schriftfarbe (hier: rot) und die Schriftgröße (hier: 15).

- ▶ **grid on/grid off:** **grid on** erstellt ein Gitter im Plotfenster, **grid off** blendet es wieder aus

Beispiel: plot

```
clear figure
```

```
x=linspace(0,2*pi,50);
```

```
y=linspace(0,2*pi,50);
```

```
plot(sin(x), 'r:s');
```

```
hold on
```

```
plot(cos(x));
```

```
axis([-1 50 -2 2]);
```

```
grid on
```

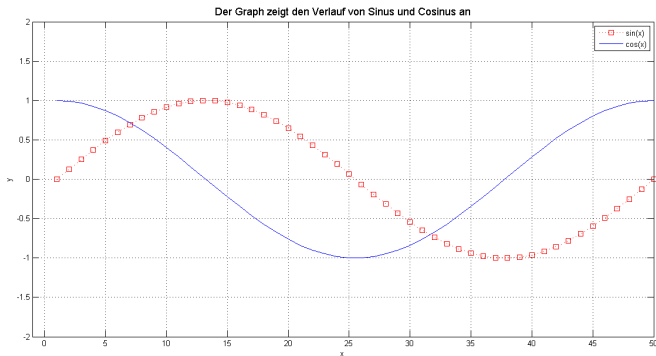
```
legend('sin(x)', 'cos(x)');
```

```
title('Der Graph zeigt den Verlauf von Sinus und Cosinus an', 'FontSize', 13);
```

```
xlabel('x');
```

```
ylabel('y');
```

Plot



Beispiel: subplot

```
x=linspace(0,2*pi,100);
```

```
subplot(2,2,1);  
plot(x,sin(x));  
xlabel('x');  
ylabel('y');  
title('sin(x)');
```

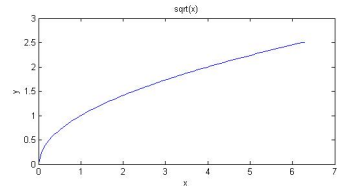
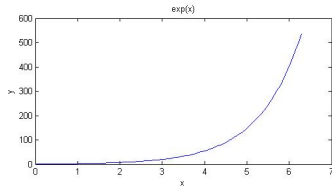
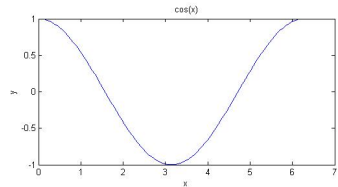
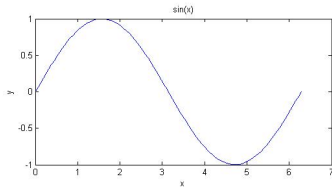
```
subplot(2,2,2);  
plot(x,cos(x));  
xlabel('x');  
ylabel('y');  
title('cos(x)');
```

```
subplot(2,2,3);  
plot(x,exp(x));  
xlabel('x');  
ylabel('y');  
title('exp(x)');
```

```
subplot(2,2,4);  
plot(x,sqrt(x));  
xlabel('x');  
ylabel('y');  
title('sqrt(x)');
```

Plotten - Subplot-Graphen

Subplot



Funktionen und Kontrollstrukturen

- Funktionen
- Bedingungen
- Schleifen
- Rekursion

Abbildungen in MATLAB

- Plotten

Allgemeine Hinweise

- Allgemeine Hinweise

- Quellen

Allgemeine Hinweise

- ▶ Neben MATLAB, kann auch das kostenfreie Octave zum Erstellen von MATLAB-Programmen bzw. -Dateien verwendet werden:

<https://www.gnu.org/software/octave/#install>

Achtung: In Octave gibt es einige integrierte Funktionen, die es in MATLAB nicht gibt (bspw. `idivide` in Octave heißt in MATLAB `floor`). Daher sollten in Octave angefertigte Programme noch einmal unter MATLAB vor etwaiger Abgabe getestet werden.

- ▶ Für weitere Informationen und Aufgaben rund um MATLAB ist das Skript „MATLAB Mini Tutorials“ von Tobias Kies zu empfehlen (Stand 22.12.2017): [http:](http://numerik.mi.fu-berlin.de/wiki/WS_2017/CoMaI_Dokumente/MATLAB_MiniTutorials.pdf)

[//numerik.mi.fu-berlin.de/wiki/WS_2017/CoMaI_Dokumente/MATLAB_MiniTutorials.pdf](http://numerik.mi.fu-berlin.de/wiki/WS_2017/CoMaI_Dokumente/MATLAB_MiniTutorials.pdf)

- ▶ Zum Nachschlagen einiger Befehle und bereits in MATLAB vorhandener Funktionen empfiehlt sich die Online-Dokumentation von MATLAB unter: <https://mathworks.com/help/matlab/index.html>

Referenzen

- ▶ Menzel, Christoph: Einführung in Matlab. Zuletzt bearbeitet: Jianis Baumgardt (Juni 2013), Projektgruppe Praktische Mathematik (TU Berlin)
- ▶ https://www.cs.uni-potsdam.de/ml/teaching/ws14/ida/Einfuehrung_in_MATLAB.pdf
- ▶ http://numerik.mi.fu-berlin.de/wiki/WS_2017/CoMaI_Dokumente/MATLAB_MiniTutorials.pdf
- ▶ https://www.uni-ulm.de/fileadmin/website_uni_ulm/mawi.inst.070/ws12_13/Numerik1/Uebung1.pdf
- ▶ https://www.uni-ulm.de/fileadmin/website_uni_ulm/mawi.inst.070/ws12_13/Numerik1/Uebung1.pdf
- ▶ <http://num.math.uni-goettingen.de/plonka/Numeriksig1/matlab.pdf>
- ▶ http://www.math.uni-rostock.de/~peters/MATLAB/matlab_kurz.pdf
- ▶ http://wwwmath.uni-muenster.de/num/Vorlesungen/MATLAB-Kurs_WS08/Script/matlab-einfuehrung.pdf
- ▶ [https://de.wikipedia.org/wiki/Funktion_\(Mathematik\)#Definition](https://de.wikipedia.org/wiki/Funktion_(Mathematik)#Definition)
- ▶ <https://de.serlo.org/mathe/sonstiges/mengenlehre-und-logik/logik/notwendige-und-hinreichende-bedingungen>
- ▶ https://de.wikipedia.org/wiki/Bedingte_Anweisung_und_Verzweigung

Grafiken

- ▶ <http://www.gkinstitute.org/wp-content/uploads/2015/06/matlab-logo.jpg>, Stand 12.04.2016
- ▶ https://de.wikibooks.org/wiki/Mathematik:_Analysis:_Grundlagen:_Relationen
- ▶ <https://de.wikipedia.org/wiki/Vorzeichenfunktion>