

2 Aufbau von MATLAB

Um optimal arbeiten zu können, sind Kenntnisse über den inneren und äußeren *Aufbau* von MATLAB erforderlich, der im Folgenden unter einem WINDOWS-Betriebssystem vorgestellt wird. Er ist bei allen Mathematiksystemen ähnlich. So teilt sich MATLAB auf in

- *Kern* (siehe Abschn.2.3)
 - *Erweiterungspakete*, die als *Toolboxen* bezeichnet werden (siehe Abschn.2.4)
- und beim Start erscheint eine (grafische) *Benutzeroberfläche* (Desktop - siehe Abschn.2.1) auf dem Bildschirm des Computers, die für WINDOWS-Programme typisch ist.

Im Aufbau unterscheiden sich die Benutzeroberflächen der einzelnen Mathematiksysteme, so dass man für ihr Verständnis eine gewisse Zeit benötigt, um problemlos arbeiten zu können.

2.1 Benutzeroberfläche (MATLAB-Desktop)

Die *Benutzeroberfläche* erscheint nach dem Start von MATLAB und wird auch als *Arbeitsoberfläche*, *Desktop*, *Bedienoberfläche* oder *GUI* (engl.: Graphical User Interface) bezeichnet. Im Folgenden sprechen wir vom *MATLAB-Desktop*, der der *interaktiven Arbeit* zwischen MATLAB und Anwendern dient (siehe Abschn.3.1).

Der MATLAB-Desktop passt sich in Struktur und Form dem Standard aktueller WINDOWS-Programme an, lässt sich vom Anwender im gewissen Rahmen verändern und kann z.B. eine Form wie in Abb.2.1 haben.

Da die einzelnen Mathematiksysteme von verschiedenen Softwarefirmen entwickelt werden, haben ihre *Desktops* unterschiedliche Form. Das trifft auch auf MATLAB zu, das von der Softwarefirma MATHWORKS entwickelt und vertrieben wird. Es besitzt einen einfach strukturierten Desktop, den man schnell beherrscht.

Um mit dem MATLAB-Desktop arbeiten zu können, d.h. um Menüs, Kommandos, Funktionen, Fehlermeldungen und Hilfen zu verstehen, sind Englischkenntnisse erforderlich, da *Englisch* die Sprache von MATLAB ist. Eine deutschsprachige Version liegt zurzeit nicht vor. Wichtige englischsprachige Begriffe und Bezeichnungen werden im Buch erklärt.

Mit den im Folgenden und im Abschn.2.2 gegebenen Erklärungen und Hinweisen sind auch Einsteiger in der Lage, problemlos mit dem MATLAB-Desktop zu arbeiten.

Der MATLAB-Desktop ist folgendermaßen aufgebaut (siehe auch Abb.2.1):

- Am oberen Rand befinden sich Menü- und Symbolleiste, die nur aus wenigen Menüs bzw. Symbolen bestehen:
 - * Die *Menüleiste* hat die für WINDOWS-Programme bekannte Form und setzt sich aus den *Menüs* **File Edit Debug Desktop Window Help** zusammen, die jeweils *Untermenüs* enthalten und durch Mausklick aufgerufen werden. Wir sprechen von *Menüfolgen* und trennen Menü und Untermenü durch Pfeile, die für einen Mausklick stehen. Wichtige Menüfolgen werden im Buch besprochen.
 - * Die in der *Symbolleiste*



auf tretenden *Symbole* werden von MATLAB erklärt, wenn der Mauszeiger auf das entsprechende Symbol gestellt wird. Einige dieser Symbole sind bereits aus anderen

WINDOWS-Programmen bekannt. Des Weiteren lässt sich hier das aktuelle Verzeichnis (Current Directory/Folder) für MATLAB einstellen (siehe Abschn.2.2.5).

- * Eine *Formateiste* besitzt MATLAB nicht. Ihre Aufgaben lassen sich mittels der Menüfolgen **File** ⇒ **Page Setup...** und **File** ⇒ **Preferences...** im erscheinenden Dialogfeld **Page Setup:Command Window** bzw. **Preferences** erledigen.
- Unter Menü- und Symbolleiste nimmt das *Arbeitsfenster* (Arbeitsblatt) den größten Teil des Desktops ein. Da die Arbeit mit MATLAB über das Arbeitsfenster geschieht, wird es ausführlicher im Abschn.2.2 besprochen.

```

MATLAB 7.9.0 (R2009b)
File Edit Debug Desktop Window Help
Current Folder: C:\Users\Otto\Documents\MATLAB
Shortcuts How to Add What's New
Command Window Command History Current Folder Workspace Profiler Help

>> diff('sin(x)-ln(x)+1','x',2) %Berechnung der zweiten Ableitung

ans =

1/x^2 - sin(x)

>> int('x*sin(x)','x',0,pi) %Berechnung eines bestimmten Integrals

ans =

pi

>> x=solve('x^2+x-2=0','x') %Lösung einer Gleichung

x =

-2
1

```

Abb.2.1:Ausschnitt aus dem MATLAB-Desktop

2.2 Arbeitsfenster

Im Arbeitsfenster des MATLAB-Desktops lassen sich die fünf Fenster *Command Window*, *Command History*, *Current Directory/Folder*, *Workspace* und *Profiler* einblenden.

Das *Command Window* spielt für die Arbeit mit MATLAB die Hauptrolle, wird im Weiteren mit der deutschen Übersetzung *Kommandofenster* bezeichnet und in den Abschn. 2.2.1-2.2.3 ausführlich vorgestellt.

Die Fenster *Command History*, *Current Directory/Folder*, *Profiler* und *Workspace* werden kurz in den Abschn.2.2.4 - 2.2.7 vorgestellt. Es wird empfohlen, diese Fenster während der Arbeit mit MATLAB öfters anzusehen, um ihre Eigenschaften kennenzulernen.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit braucht man als einziges Fenster nur das *Kommandofenster* zu öffnen und die weiteren Fenster nur bei Bedarf mittels des Menüs **Desktop** bzw. Untermenüs **Desktop Layout** einzublenden.

In Abb.2.1 ist nur das Kommandofenster geöffnet, so dass die weiteren Fenster mittels der über dem Kommandofenster befindlichen Leiste



einzublenden sind. Diese Darstellungsform erhält man mit der Menüfolge

Desktop ⇒ Desktop Layout ⇒ All Tabbed

Weiterhin lässt sich in dieser Leiste durch Anklicken von **Help** das *Hilfefenster* einblenden.

Die MATLAB-Hilfe erklärt den Desktop ausführlich, wenn die Menüfolge **Help ⇒ Using the Desktop** aktiviert oder in den HelpNavigator der Begriff *Desktop* eingegeben wird.

2.2.1 Kommandofenster (Command Window)

Das *Kommandofenster* (Command Window) nimmt den größten Teil des MATLAB-Desktops ein, da hier die Hauptarbeit stattfindet.

Es erhält seinen Namen aus der Tatsache, dass hier sämtliche Berechnungen unter Verwendung von Ausdrücken mittels *Kommandos* und Funktionen einzugeben und durchzuführen sind.

Es ist Rechenblättern nachgebildet, die zur Berechnung eines Problems angelegt werden, und besteht aus *Rechnungen* und *erläuternden Text*.

In den folgenden Abschn.2.2.2 und 2.2.3 werden wichtige *Regeln* für die Arbeit mit dem Kommandofenster besprochen.

Bei eventuellen Unklarheiten wird das Kommandofenster ausführlich in der MATLAB-Hilfe erklärt, indem der Begriff *Command Window* in den HelpNavigator eingegeben bzw. die Menüfolge **Help ⇒ Using the Command Window** aktiviert wird.

2.2.2 Ein- und Ausgaben im Kommandofenster

Im Kommandofenster erfolgen sämtliche *Eingaben* durch den Anwender und *Ausgaben* durch MATLAB.

Alle *Eingaben* von Ausdrücken, Kommandos, Funktionen, Schlüsselwörtern und Text in das Kommandofenster sind nach dem *Eingabeprompt*

>>

in der Zeile (*Kommandozeile*) zu schreiben, in der ein *Cursor* der Form

|

blinkt. Diese Zeile heißt *aktuelle Kommandozeile* (oder *Eingabezeile*).

Die Eingabe kann über *mehrere Kommandozeilen* erfolgen. Um in die nächste Kommandozeile zu wechseln, sind nach einem Leerzeichen drei Punkte ... mittels Tastatur einzugeben und anschließend die EINGABE-Taste zu drücken. Danach kann in der nächsten Zeile weiter eingegeben werden.

Im Buch werden Eingaben in das Kommandofenster von MATLAB dadurch gekennzeichnet, dass der Eingabeprompt >> davor steht.

Im *Kommandofenster* der Abb.2.1 sind zur Illustration drei *Berechnungen* durchgeführt:

Differentiation (Ableitungsberechnung): $\frac{d^2}{dx^2}(\sin(x) - \ln(x) + 1) = -\sin(x) + \frac{1}{x^2}$

Integralberechnung: $\int_0^{\pi} x * \sin(x) dx = \pi$

Lösungsberechnung $x_1 = 1, x_2 = -2$ für die Gleichung $x^2 + x - 2 = 0$

Diese Berechnungen lassen bereits wichtige *Regeln* für *Eingaben* in das *Kommandofenster* erkennen:

- In der aktuellen Kommandozeile können nach dem *Eingabeprompt* >> Ausdrücke (siehe Abschn.14.2), Funktionen, Kommandos (siehe Kap.9) und Text (siehe Abschn.3.4) nur zeilenweise eingegeben werden, so dass für eine Gestaltung des Kommandofensters kaum Möglichkeiten bestehen.
- *Mathematische Ausdrücke* und *Funktionen* sind nicht in bekannter mathematischer Notation, sondern wie in Programmiersprachen streng linear zu schreiben. So sind für Potenzieren das Zeichen ^ und Dividieren das Zeichen / zu verwenden.
- Die *Standardnotation* der *Mathematik* ist nicht anwendbar, da MATLAB nur mathematische Funktionen aber keine mathematischen Symbole wie z.B. Differentiationssymbole und Integralzeichen kennt. Diese müssen in MATLAB mittels *Funktionen* eingegeben werden, so z.B. **diff** für Differentiation bzw. **int** für Integration.

Ausführung von *Eingaben* und *Ausgaben* von *Ergebnissen* geschehen folgendermaßen:

Die *Ausführung* (Berechnung) einer Eingabe wird durch Drücken der EINGABE-Taste ausgelöst.

Nach beendeter Berechnung erfolgt die *Ausgabe* der *Ergebnisse* unterhalb der Eingabezeile:

- Zuerst steht die vordefinierte Ergebnisvariable **ans** in der Form **ans=**.
- Falls das Ergebnis von Berechnungen einer *Ergebnisvariablen* **v** zugewiesen wurde, steht **v=**.
- In der Zeile unter **ans** bzw. **v** zeigt MATLAB das *berechnete Ergebnis* an.
Im Buch werden Ergebnisvariable und Ergebnis aus Platzgründen in eine Zeile geschrieben.

Möchte man *mehrere Eingaben* in eine Kommandozeile schreiben und nacheinander ausführen, so ist nach jeder Eingabe ein *Komma* zu schreiben. Um hierbei die *Ergebnisausgabe* zu *unterdrücken*, ist das Komma durch *Semikolon* zu ersetzen.

Falls MATLAB aus irgendwelchen Gründen die *Arbeit* (Berechnung) *nicht beendet*, kann diese durch Drücken der Tasten STRG+C *abgebrochen* werden.

2.2.3 Korrekturen im Kommandofenster

Korrekturen von Eingaben in das Kommandofenster sind erforderlich, wenn MATLAB nach ihrer Ausführung eine *Fehlermeldung* anzeigt, deren Ursache meistens Tippfehler bzw. eventuell begangene logische oder syntaktische Fehler sind.

MATLAB stellt eine *Korrekturmöglichkeit* für das Kommandofenster zur Verfügung, deren Besonderheit darin besteht, dass nur die *aktuelle Kommandozeile* solange korrigiert werden kann, bis ihre Ausführung durch Drücken der EINGABE-Taste ausgelöst ist.

Die *Korrektur* von Eingaben im Kommandofenster vollzieht sich in zwei Schritten:

- I. Wenn die zu *korrigierende Kommandozeile* nicht die aktuelle ist, muss sie in die *aktuelle kopiert* werden. Dies geschieht durch Drücken der CURSOR-Tasten. Diese Tasten müssen so oft gedrückt werden, bis sich die zu korrigierende Kommandozeile in der aktuellen befindet.
- II. Anschließend wird in der üblichen Form *korrigiert* und die erneute *Ausführung* durch Drücken der EINGABE-Taste ausgelöst.

2.2.4 Command History

Im Fenster der *Command History* werden alle Eingaben in das Kommandofenster aufgelistet und nach Datum geordnet.

Hier steht die *Geschichte* aller im Verlaufe einer Arbeitssitzung eingegebenen Kommandos und Funktionen.

Durch einen Maus-Doppelklick können diese wieder ausgeführt werden bzw. mit gedrückter linker Maustaste in das Kommandofenster kopiert werden.

2.2.5 Current Directory/Folder

Das *aktuelle Verzeichnis* für die Arbeit mit MATLAB wird im Current Directory (bis Version 2009a) bzw. Current Folder (ab Version 2009b) angezeigt.

Es lässt sich in der Symbolleiste des MATLAB-Desktops mittels



bzw. (ab Version 2009b) mittels



einstellen.

In der Abbildung ist C:\MATLAB das aktuelle Verzeichnis.

Im Fenster von *Current Directory/Folder* werden alle im aktuellen Verzeichnis von MATLAB enthaltenen Unterverzeichnisse und Dateien angezeigt, d.h. die *Verzeichnisstruktur*. Durch Anklicken kann man direkt in ein Unterverzeichnis wechseln.

2.2.6 Profiler

Mittels des Profilers lässt sich die Effizienz von erstellten M-Dateien (siehe Abschn.10.2 und 11.3) verbessern. Die MATLAB-Hilfe liefert hierüber ausführliche Informationen.

2.2.7 Workspace

Im *Workspace* von MATLAB werden im Kommandofenster verwendete aktuelle Variablen gespeichert.

Das *Workspace-Fenster* zeigt diese Variablen an, d.h. es gibt eine Übersicht über die Struktur aller aktuellen Variablen (siehe Abschn.8.5).

2.3 Kern

Im *Kern* sind alle *Grundoperationen* und *Grundfunktionen* von MATLAB integriert. Er wird bei jedem Start in den Hauptspeicher des Computers geladen, da er für alle Arbeiten notwendig ist. Er kann vom Anwender nicht verändert werden.

Der *Kern* enthält folgende *Hauptbestandteile*:

Programmiersprache

Sie gestattet das Schreiben von Programmen und wird im Kap.11 erläutert.

Arbeitsumgebung

Hierzu zählen alle Hilfsmittel, die Anwendern die Arbeit erleichtern, so u.a. Verwaltung der Variablen und Ex- und Import (Aus- und Eingabe) von Zahlen.

Grafiksystem

Es bietet umfangreiche grafische Möglichkeiten, von denen grafische Darstellungen mathematischer Funktionen im Kap.13 behandelt werden.

Funktionsbibliothek

Hierin sind sowohl *elementare* und *höhere mathematische Funktionen* als auch eine umfangreiche Sammlung von *Funktionen zur exakten bzw. numerischen Berechnung* mathematischer Probleme und weitere allgemeine Funktionen enthalten. Diese Funktionen werden als *vordefinierte Funktionen* bezeichnet (siehe Abschn.9.2 und Kap.12), bilden einen Hauptgegenstand des Buches und werden in den entsprechenden Kapiteln ausführlich besprochen.

Programmschnittstelle

Diese Schnittstelle gestattet das Erstellen von Programmen in C und FORTRAN, die in MATLAB eingebunden werden können.

2.4 Erweiterungspakete (Toolboxen)

Die wichtigste Erweiterungsmöglichkeit von MATLAB besteht im Einsatz von Erweiterungspaketen, die als *Toolboxen* bezeichnet werden und extra zu kaufen sind.

Toolboxen sparen Speicherplatz im Computer, da sie nur bei Bedarf geladen werden.

Toolboxen bestehen aus einer Sammlung von M-Dateien (siehe Abschn.10.2).

Mit ihrer Hilfe lassen sich *komplexe Probleme* aus Technik-, Natur- und Wirtschaftswissenschaften lösen.

Es stehen über 50 verschiedene Toolboxen zur Verfügung, über die die MATLAB-Hilfe ausführliche Informationen liefert, wenn im HelpNavigator der Begriff *Toolbox* eingegeben wird.

MATLAB zeigt die auf einem Computer installierten Toolboxen nach Eingabe des Kommandos

```
>> ver
```

im Kommandofenster an, so erscheint z.B. folgende Anzeige:

MATLAB Version 7.9.0.529 (R2009b)

MATLAB License Number: 521367

Operating System: Microsoft Windows Vista Version 6.0 (Build 6002: Service Pack 2)

Java VM Version: Java 1.6.0_12-b04 with Sun Microsystems Inc. Java HotSpot(TM) Client VM mixed mode

MATLAB	Version 7.9	(R2009b)
Optimization Toolbox	Version 4.3	(R2009b)
Partial Differential Equation Toolbox	Version 1.0.15	(R2009b)
Statistics Toolbox	Version 7.2	(R2009b)
<u>Symbolic Math Toolbox</u>	<u>Version 5.3</u>	<u>(R2009b)</u>

Aus dieser *Anzeige* ist *ersichtlich*, dass die Version R2009b von MATLAB mit den Toolboxen OPTIMIZATION, PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATION, STATISTICS und SYMBOLIC MATH auf dem Computer installiert sind.

Im Buch werden Toolboxen zu speziellen Gebieten der Mathematik vorgestellt:

Die drei Toolboxen OPTIMIZATION, PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATION und STATISTICS zur Berechnung von Problemen aus Optimierung bzw. partiellen Differentialgleichungen bzw. Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik in den Kap.24 bzw. 22 bzw. 25 bzw. 26.

Die Toolbox SYMBOLIC MATH, die eine Minimalvariante des MAPLE-Symbolprozessors (bis Version R2008a) bzw. das Computeralgebrasystem von MuPAD (ab Version R2008b) enthält, wird in allen Gebieten der Ingenieurmathematik zur Durchführung exakter (symbolischer) Rechnungen benötigt (siehe Abschn.3.3.1).

Erläuterungen zu installierten Toolboxen lassen sich folgendermaßen aus der MATLAB-Hilfe erhalten:

Die von einer installierten Toolbox zur Verfügung gestellten Funktionen zeigt der *Help-Browser* nach Kategorien oder in alphabetischer Reihenfolge an, wenn im *HelpNavigator* (siehe Abschn.4.3) der Name der Toolbox angeklickt wird.

Durch Anwendung der Menüfolge **Help** ⇒ **Demos** lassen sich im erscheinenden *Help-Browser* nach Anklicken der entsprechenden Toolbox im *HelpNavigator* bei *Contents* eine Reihe von Beispielen anzeigen.

Das Gleiche wird durch Eingabe des Kommandos **demo** in das Kommandofenster erhalten.

Weiterhin lassen sich im *HelpBrowser* für installierte Toolboxen ausführliche Dokumentationen bei *Documentation Set* ansehen. Bei einem Internetanschluss können mittels des *HelpBrowser* bei *Printable (PDF) Documentation on the Web* u.a. Benutzerhandbücher installierter Toolboxen als PDF-Dateien heruntergeladen werden.

2.5 MATLAB-Editor

In MATLAB ist ein *Editor* (MATLAB-Editor) integriert.

Er ist mittels des Kommandos **>> edit** im Kommandofenster von MATLAB aufzurufen und es erscheint eine Benutzeroberfläche, die *Editorfenster* heißt. Zusätzlich kann er über die Menüfolge **File** ⇒ **New** ⇒ **M-File** aufgerufen werden.

Es handelt sich um einen *Texteditor*, der zum Schreiben von M-Dateien (Script- und Funktionsdateien - siehe Abschn.10.2 und 11.3) einsetzbar ist.

2.6 MATLAB als Programmiersprache

In MATLAB ist eine *Programmiersprache* integriert, die das Erstellen von Programmen gestattet und somit neben Toolboxen zur Erweiterung von MATLAB einsetzbar ist.

Es existieren umfangreiche Programmiermöglichkeiten, so dass MATLAB auch als Programmiersprache bezeichnet wird. Es ist eine C-ähnliche Sprache integriert, die sich zusätzlich auf Matrizen stützt und den Vorteil besitzt, dass vordefinierte Funktionen von MATLAB (siehe Abschn.9.2) einbezogen werden können.

Im Abschn.11.2 und 11.3 werden Elemente der *prozeduralen Programmierung* für MATLAB erklärt, die zum Erstellen von Programmen für numerische Algorithmen der Ingenieurmathematik ausreichen.



<http://www.springer.com/978-3-642-05452-5>

Ingenieurmathematik kompakt – Problemlösungen mit
MATLAB

Einstieg und Nachschlagewerk für Ingenieure und
Naturwissenschaftler

Benker, H.

2010, 273 S. 36 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-642-05452-5