

Kapitel 1

Einführung

1.1 Allgemeines

Die Verwendung von Computern wurde, wie in vielen Bereichen des Lebens, auch in der Physik zu einem zentralen Bestandteil sowohl der Ausbildung als auch der Forschung. Die meisten Forschungsbereiche wären heute ohne die Verwendung von Computern und entsprechender Software gar nicht mehr denkbar. Das gilt sowohl für Experimente, deren Steuerung und Auswertung, als auch für die theoretische Behandlung von Problemen bzw. die numerische Simulation von Experimenten.

Die Lehrveranstaltung **Applikationssoftware und Programmierung** wurde im Studienplan der Studienrichtung **Technische Physik** daher bewußt an den Anfang des Studiums gestellt. Die Studierenden sollen dabei mit folgenden Bereichen konfrontiert werden:

- Verwendung von Computern, wie sie im Bereich der Physik üblich ist.
- Kennenlernen der Computerinfrastruktur für Studierende im Bereich der TU-Graz und speziell im Bereich der Physik.
- Kennenlernen und Verwenden von Programmpaketen (Applikationen), die für das weitere Studium nützlich sind (Auswertung und Darstellung von Messungen; numerische Berechnungen; Visualisierung; Präsentation und Dokumentation)
- Informationsbeschaffung aus dem World Wide Web, aus lokalen Dokumentationen oder von ihren Kollegen.
- Grundzüge des Programmierens.

Die Studierenden sollen daher von Anfang an die Möglichkeit erhalten, das für sie bereitgestellte System in vielen Bereichen ihres Studiums zu verwenden. Außerdem

sollen sie auf eine Fülle aufbauender Lehrveranstaltungen bestmöglich vorbereitet sein.

Folgende Lehrveranstaltungen sind stark mit der Benutzung von Computern verbunden:

- Numerische Methoden in der Physik
- Computersimulationen
- Numerische Behandlung von Vielteilchenproblemen
- Computersimulation und Vielteilchenphysik (1 und 2)
- Computersimulation in der Festkörperphysik
- Physik und Simulation des Strahlungstransports
- Applikationssoftware für Fortgeschrittene
- Computermeßtechnik
- Symbolisches Rechnen
- Programmieren in C
- Programmieren in FORTRAN
- Viele Praktika (Experiment und Theorie)
- Viele Übungen

Die Lehrveranstaltung ist eine Chance, die Möglichkeiten, Hilfen aber auch Grenzen kennenzulernen die Computer in der heutigen Zeit im Bereich der Physikausbildung und der Forschung bieten. Sie dient mehr einer Vermittlung von Fertigkeiten zur Problemlösung als einer Vermittlung von festgeschriebenen Fakten. Damit soll sie zur erfolgreichen Anwendung von Computersoftware während des Physikstudiums hinführen.

Die Lehrveranstaltung beinhaltet nicht:

- Eine allgemeine Einführung in die EDV
- Eine Erklärung der Funktionsweise von Computern
- Konzepte von Betriebssystemen
- Erklärung von Basissoftware (Office Pakete, WEB-Browser, ...)

Diese Bereiche werden entweder in ihrer elementaren Form vorausgesetzt oder sind nicht von so großer Wichtigkeit in unserem Umfeld. Fragen dazu an mich oder an Ihre Kollegen sind aber natürlich jederzeit willkommen.

1.2 Organisation der Lehrveranstaltung

Die Lehrveranstaltung gliedert sich in **Vorlesung** und in **Übung** mit praktischen Arbeiten am Computer. Eine getrennte Teilnahme bzw. eine getrennte Prüfung macht keinen Sinn, da jeder Teil für sich genommen etwas isoliert dastehen würde. In der Vorlesung werden sowohl die Grundlagen für die jeweilige Übung vermittelt, als auch die Übung an sich vorgestellt. Damit soll die Bewältigung der Übungsbeispiele erleichtert werden.

1.2.1 Ziel

Die verwendete Programmiersprache ist MATLAB. Das Ziel der Lehrveranstaltung ist die Vermittlung der Grundlagen des Programmierens unter Verwendung von MATLAB. Am Ende der Lehrveranstaltung sollten Sie in der Lage sein, für die Physik relevante Probleme eigenständig zu lösen. Dazu gehören:

- Umsetzen mathematischer Formeln in Computercode
- Auswerten von Messdaten (Ausgleichskurven, Fitten)
- Visualisieren von Ergebnissen
- Erstellen von Programmen
- Verstehen von Programm- und Datenstrukturen
- Verstehen von vektor- und matrixorientierter Programmierung
- Grundlagen von MATLAB und Informationsbeschaffung aus dem englischsprachigen MATLAB-internen Hilfesystem

1.2.2 Anmeldung

Für die Teilnahme an der Vorlesung ist nur das Eintragen in der offiziellen Teilnehmerliste am TUG Online nötig.

Für weitere [wichtige Nachrichten](#) folgen sie bitte diesem [Link](#) auf dem [Wiki](#) des Instituts.

1.2.3 Übung

Die Übungen werden im Computerraum Physik abgehalten (siehe [1.3.1](#)). Dieser Raum liegt direkt neben dem Hörsaal P2 im Physikgebäude der TU Graz.

Informationen über [Termine](#) , [Betreuer](#) und [Vorlesungen](#) entnehmen sie bitte den Wiki-Seiten.

Übungen haben immanenten Prüfungscharakter, das heißt, eine **Teilnahme** an den einzelnen Übungsstunden ist **verpflichtend** (siehe auch [1.2.5](#)). Wenn Sie eine andere Lösung benötigen bzw. verhindert sind, kontaktieren Sie unbedingt den jeweiligen Übungsleiter.

Die Übungen werden mit dem neu entwickelten Programm MATLABTUTOR abgewickelt (siehe dazu [1.7](#)).

1.2.4 Unterlagen und Dokumentation

Dieses Dokument wird laufend aktualisiert und soll jederzeit über das [Wiki](#) des Instituts für Theoretische Physik abrufbar sein. Ein darüber hinaus gehendes Skriptum wird es wegen der Schnelligkeit der Entwicklung am Computer- und Softwaresektor nicht geben. Wir werden aber eine Reihe von Dokumenten und Hilfssystemen über die oben genannte WEB-Seite anbieten.

Die MATLAB Dokumentation ist verfügbar unter folgender [Referenz](#). Darüber hinaus gibt es auch noch eine einführende [Startseite](#) mit weiteren Verzweigungen.

Eine Liste verfügbarer Bücher im pdf-Format direkt vom Erzeuger von [Matlab](#) findet man unter [PDF-Links](#) . Online Hilfe findet sich unter [HTML-Links](#) .

1.2.5 Prüfungen

Da der Schwerpunkt dieser Lehrveranstaltung nicht die Vermittlung von Fakten ist, sondern hier der Zugang zu Problemlösungen mit Hilfe von Computern erleichtert werden soll, ist auch das Prüfen von Fakten nicht das erklärte Ziel. Entscheidend hingegen ist, welche Kompetenz Sie bei der Lösung von Problemen an den Tag legen. Dazu sind jeweils alle Hilfsmittel (Unterlagen, Fragen, Hilfssysteme, Internet, ...) erlaubt. Diese Vorgangsweise soll eher eine Problemlösung während des Studiums oder während der Forschung simulieren.

Es soll hier nochmals darauf hingewiesen werden, dass eine Teilnahme an allen Übungseinheiten notwendig ist, außer es wurden andere Vereinbarungen mit uns getroffen. Bei Verhinderung ersuchen wir um eine Absage z.B. durch eine E-mail an den Übungsleiter.

Die Grundvoraussetzung für die Ablegung der Abschlussprüfung ist die Abgabe **aller Übungsbeispiele** auf elektronischem Weg. Für die Abgabe der Übungsbeispiele ist eine Frist von jeweils 2 Wochen vorgesehen. Genaue Daten dazu werden jeweils vorgegeben. Die Übungsbeispiele werden von einem Tutor korrigiert, eine Rückmeldung wird direkt über ein Computerprogramm erfolgen.

Für einen Abschluss der Lehrveranstaltung bieten wir folgende Möglichkeiten an:

- Aktive Teilnahme an den Übungen und Abgabe aller Beispiele. Teilnahme an einem Prüfungstermin am Computer, Lösung von Problemen unter Zuhilfenahme aller Unterlagen. Prüfungsgespräch mit dem Vortragenden direkt nach Abgabe.
- Durchführung von Projektarbeiten im Umfeld der Lehrveranstaltung. Das Thema kann bzw. sollte bevorzugt aus Ihrem Interessensgebiet oder aus einer anderen Lehrveranstaltung stammen und mit hier besprochenen Methoden behandelt werden. Ergebnisse können dann auch auf unserer WEB-Seite präsentiert werden. In diesem Fall muss nicht unbedingt an den Übungen teilgenommen werden. Eine vorherige Absprache ist aber unbedingt erforderlich. Diese Möglichkeit richtet sich vor allem an Hörer, die bereits gute Kenntnisse in MATLAB haben.

Vom Vortragenden wird angestrebt, dass ein Großteil der Studierenden die Lehrveranstaltung am Ende des Semesters noch vor den Ferien mit einem positiven Zeugnis abschließen kann. Es wird aber nochmals darauf hingewiesen, dass die **aktive Teilnahme** an den Übungen und die selbstständige Lösung der Übungsbeispiele eine Voraussetzung dafür ist. Termine und genauere Anforderungen werden rechtzeitig vor Ende des Semesters bekanntgegeben.

1.2.6 Sprache

Die Vortragssprache ist Deutsch. Viele Dokumentationen und Beschreibungen bzw. das Hilfesystem von viele Programmen ist aber natürlich in Englisch. Dadurch wird die Benutzung beider Sprachen notwendig.

1.3 Computerzugang für Studierende

Da wir für unsere gemeinsame Arbeit Zugang zu Computern (oder, falls eigene Computer vorhanden sind, Zugang zum TU-Netz) brauchen, habe ich in der Folge einige interessante Fakten zusammengestellt. Nähere Informationen dazu finden Sie auf der WEB-Seite des Zentralen Informatik Dienstes unter www.zid.tu-graz.ac.at bzw. unter www.vc-graz.ac.at.

Im Bereich der Physik finden Sie Informationen unter itp.tugraz.at und itp.tugraz.at/wiki/.

1.3.1 Computer für Studierende im Bereich Physik

Der Bereich Physik hat im Bereich der studentischen Ausbildung eine Sonderstellung. Für unsere speziellen Bedürfnisse steht ein eigener Computerraum zur Verfügung.

Die Ausstattung besteht aus 15 Workstations für Studierende, an denen auch in Zweiergruppen gearbeitet werden kann. Für den Vortragenden besteht ein eigener Platz mit Projektionsmöglichkeiten direkt vom Rechner aus. Damit sollte eine Gruppengröße von 15 bzw. 30 (in Zweiergruppen) Studierenden möglich sein.

Die Computer sind mit den Betriebssystemen LINUX und der gesamten relevanten Software ausgestattet. Vorgesehen ist die Verwendung sowohl für Übungen als auch für die gesamte studentische Arbeit an Computern. Durch die Verwendung des Betriebssystems LINUX ist auch eine Verwendung von Programmen von außerhalb (siehe externer Zugang) möglich. Auf den Rechnern stehen probeweise auch WINDOWS Programme zur Verfügung (Office, ...). Die Lehrveranstaltungen werden aber zur Gänze unter LINUX abgewickelt

Für dieses Computersystem ist eine getrennte Anmeldung über die WEB-Seite des [Instituts für Theoretische Physik](#) unbedingt erforderlich. Hier ist im Gegensatz zu den Subzentren keine freie Wahl des Passwortes möglich, das Passwort wird Ihnen nach der Anmeldung ausgehändigt. Weitere Informationen über dieses Computersystem finden sie auf der [Wiki-Seite](#) des Instituts.

Anders als in den Subzentren stehen die Rechner rund um die Uhr zur Verfügung. Das einzige Problem dabei ist der Zugang zum Physikgebäude.

1.3.2 Externer Zugang über ISDN, Modem, Virtual Campus oder Telekabel

Der Zentrale Informatikdienst der TU Graz bietet für die Angehörigen der TU (Mitarbeiter und Studierende) einen externen Zugang in das TUGnet mit Modem Verbindung oder ISDN-Verbindung an. Für die Bewohner diverser Studentenheime gibt es die Möglichkeit via Netzwerk am sogenannten "Virtual Campus" teilzunehmen. Die Firma Telekabel bietet einen verbilligten Zugang für Studierende über Kabel-Modem an.

Unabhängig vom gewählten Internetprovider kann man sich auf unseren LINUX-Rechnern anmelden bzw. Daten von und zu diesen Rechnern transferieren. Gängige Protokolle dafür sind

Protokoll	Beschreibung	Sicherheit
ssh	Secure Shell	Verschlüsselt
scp	Secure Copy	Verschlüsselt
rsync	Synchronisieren	Verschlüsselung möglich

Zu all diesen Protokollen gibt es Clients auf allen Betriebssystemen. Eine wirkliche Hilfe von uns in Installationsfragen kann es aber nicht geben. Unsere Unterstützung beschränkt sich auf die Bereitstellung der Dienste auf Serverseite auf allen Rechnern. Dies sind die Rechner [fubphpcxx.tu-graz.ac.at](#), wobei xx für die Zahlen 01 bis 16 mit Ausnahme von 09 steht.

Um auch Grafik übertragen zu können, braucht man eine X-Windows Server Software. Auch die gibt es für alle Betriebssysteme.

1.4 Kommunikation

Neben der Kommunikation während und nach den Vorlesungen und Übungen, sollte vor allem die Kommunikation über Electronic Mail stattfinden. Ich bin unter meiner Mail-Adresse winfried.kernbichler@tugraz.at zu erreichen.

Der Betreuer unserer Computeranlage ist Andreas Hirczy, erreichbar unter hirczy@itp.tu-graz.ac.at.

Die gesamte Liste aller [Betreuer](#) gibt Auskunft über die Betreuungssituation in den unterschiedlichen [Gruppen](#).

1.5 Dokumente

Dieses [Dokument](#) kann sowohl im Ganzen als auch in Form von einzelnen Kapiteln jederzeit herunter geladen werden. Ausserdem liegen auch die [Vorlesungsunterlagen](#) auf.

Ein lokaler Spiegel einiger Unterlagen wird von uns über das [Wiki](#) angeboten.

Die Erstellung dieses Dokuments und auch der Vortragsunterlagen erfolgt mit **pdf-latex**, einem Programm zum Erzeugen von PDF-Dateien direkt aus der Typesetting-Sprache **LATEX**.

In Zukunft werden hier noch weitere Referenzen zu interessanten Dokumenten angeboten werden.

1.6 Programmpakete

Der Schwerpunkt unserer Arbeit wird auf dem Programmpaket MATLAB basieren. Der Name steht für MATrix LABoratory und bezieht sich auf eine herausragende Eigenschaft von MATLAB, nämlich die Fähigkeit fast alle Befehle auf Vektoren bzw. Matrizen anwenden zu können.

Das Paket ist gleichzeitig:

- eine Art Taschenrechner auch für Vektoren und Matrizen
- eine Programmiersprache
- ein Compiler
- ein mächtiges Programm zur Visualisierung
- ein Tool zur Erstellung von Graphical User Interfaces (GUI)
- erweiterbar durch Toolboxen zu den verschiedensten Themenbereichen
- ein graphisches Werkzeug zur Simulation von komplexen Abläufen (SIMULINK)
- eine Schnittstelle zu symbolischen Rechenprogrammen (MAPLE)
- eine Schnittstelle zu anderen Programmiersprachen (C, FORTRAN)

In Ergänzung dazu wird auf Seite der symbolischen Programmpakete MAPLE vorgestellt werden. Dabei werden wir uns maximal mit wenigen Grundzügen beschäftigen bzw. die Verbindung zwischen MATLAB und MAPLE kennenlernen.

Numerischen Programme wie MATLAB und symbolische Programme wie MAPLE oder MATHEMATICA unterscheiden sich in folgendem Punkt:

MATLAB Numerische Programme arbeiten mit Zahlenwerten, das heißt, einer Variablen muss ein Wert zugewiesen werden, $x = 1 : 10$ (Vektor der Zahlen 1 bis 10), und dann können Operationen darauf angewandt werden, z.B.: $y = \sin(x)$. Resultate liegen daher immer "numerisch" vor und sind mit der inhärenten Ungenauigkeit von numerischen Darstellungen behaftet. Numerische Programme haben daher ihre Bedeutung bei einer großen Anzahl "symbolisch" nicht lösbarer Probleme bzw. bei der Verarbeitung von numerisch vorliegenden Daten (Messdaten, ...).

MAPLE Symbolische Programme hingegen arbeiten mit Variablen, denen keine numerischen Werte zugewiesen sind. Hier liefert z.B. die Eingabe $y = \text{int}(x^2, x)$ das Ergebnis $y = x^3/3$. Danach können dann bei Bedarf Werte für x eingesetzt werden. Lösbare Probleme können daher auf exakte Art und Weise gelöst werden.

Der Unterschied sei hier am Beispiel der Differentiation erklärt. In einem symbolischen Rechenprogramm kann die Differentiation exakt ausgeführt werden, falls eine Lösung existiert

$$\frac{d}{dx} \sin x = \cos x . \quad (1.1)$$

In der Numerik hingegen liegen Zahlenwerte, z.B. in Form eines Vektors vor

$$\mathbf{xv} = [x_1, x_2, \dots, x_n] , \quad (1.2)$$

wobei n die Anzahl der Elemente im Vektor \mathbf{xv} ist. Mit dem Befehl

$$\mathbf{yv} = \sin(\mathbf{xv}) , \mathbf{yv} = [y_1, y_2, \dots, y_n] , \quad (1.3)$$

kann man nun einen Vektor \mathbf{yv} der gleichen Länge n erzeugen. Die Differentiation kann jetzt aber nur näherungsweise mit Hilfe des Differenzenquotienten

$$\frac{d}{dx} \sin x \approx \frac{\Delta(\sin x)}{\Delta x} = \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} , \quad (1.4)$$

erfolgen.

Diese Vorgangsweise mag hier unlogisch erscheinen, sie funktioniert aber auch dann, wenn überhaupt kein funktionaler Zusammenhang bekannt ist (z.B.: Messdaten) oder wenn ein Problem nicht exakt lösbar ist. In der Realität ist deshalb eine numerische Behandlung von Problemen häufig notwendig. Man muss sich aber natürlich immer im Klaren sein, dass die Numerik mit Ungenauigkeiten behaftet ist.

1.6.1 Software Version

Im Computerraum Physik ist derzeit die neueste Version MATLAB 7.1 installiert:

```
MATLAB Version 7.1.0.183 (R14) Service Pack 3
```

1.7 COMPUTINGTUTOR - MATLABTUTOR

1.7.1 Kurzfassung

Bei diesem Produkt handelt es sich um eine Lehr- und Lernsoftware (COMPUTING-TUTOR), die für das Lehren und Lernen von Programmiersprachen geeignet ist. In der gegenwärtigen Ausformung wird die Programmiersprache MATLAB unterstützt (MATLABTUTOR), eine Anpassung an andere Programmiersprachen ist aber technisch bereits vorgesehen. MATLAB wurde als erste Umsetzung deshalb gewählt, da diese Sprache große Verbreitung sowohl in der universitären Lehre und Forschung

als auch in der Industrie hat. Über die Bereitstellung der Derzeit ist die verwendete Sprache Deutsch, die Internationalisierung insbesondere für Englisch ist aber technisch bereits vorgesehen. Wichtig für die Vermarktung scheint uns das Schulungspotential in der Wirtschaft zu sein, da MATLAB weltweit in der Industrie große Verbreitung hat.

- Die Software bietet zusätzlich zu Lehr- und Lernsoftwarestandards wie beispielsweise Dokument-, Beispiel- und Benutzerverwaltung zwei wesentliche Erweiterungen: Es können vom Lehrenden komplexe Tests zur Überprüfung jener Aufgaben erstellt werden, die vom Studierenden gelöst werden müssen. Diese Tests können alle möglichen Datentypen und Ausgabemöglichkeiten (Graphik, Schirm, File) umfassen und können mit beliebiger Genauigkeit durchgeführt werden. Dadurch ermöglichen sie es, auch sehr komplizierte Aufgabenstellungen automatisiert zu überprüfen. Ausserdem können diese Tests auch bei Prüfungen verwendet werden und stellen dabei durch die vielfältigen Möglichkeiten im Vergleich zu "Multiple Choice Tests" eine große Erweiterung des Einsatzgebietes dar.

Die Studierenden bekommen somit eine sofortige Rückmeldung über den Erfolg ihrer Bemühungen, daher ist die Plattform auch für das Selbststudium hervorragend geeignet. Es wird dadurch aber auch verhindert, dass der Lehrende Zeit mit formaler Überprüfung verbringen muss, welche besser für die Kommunikation mit den Studierenden verwendet werden kann.

- Die Benutzer können die Aufgaben an beliebigen Computern mit Netzzugang erledigen und finden immer die gleiche Umgebung vor. Dies ist vor allem in Hinblick auf die legale Nutzung von teurer Software (hier MATLAB) durch Studenten oder Schulungsteilnehmer wichtig. In diesem Punkt ist unsere Lösung Server-basierend und erlaubt die effiziente Nutzung der Lizenzen, die in einer Institution für die Lehre bereitstehen.

Das Gesamtpaket ermöglicht daher den Wechsel zwischen Präsenzphasen im Lehrsaal und der Arbeit zu Hause ohne Unterschiede in der Programmoberfläche oder den Inhalten und ohne lizenzrechtliche Schwierigkeiten für Studierende bzw. Schulungsteilnehmer.

1.7.2 Beschreibung

Ziel des Projektes ist die Bereitstellung von Lehr- und Lernsoftware für Programmiersprachen zur Ausbildung von Studenten, Schülern, aber auch für externe Kursangebote. Das Grundkonzept eignet sich für alle Programmier- und Skriptsprachen. Bedingt durch den speziellen Bedarf an Lehrveranstaltungen im Studium "Technische Physik" an der TU Graz wurde für die konkrete Umsetzung vorerst die Programmiersprache MATLAB ausgesucht.

1.7.2.1 Aus der Sicht des Lernenden

Aus der Sicht des Lernenden handelt es sich um eine Software die auf beliebigen Plattformen (Windows, Unix, Mac, ...) funktioniert. Unter der Voraussetzung, dass ein Zugang zum Internet vorhanden ist, soll der Lernende keinen Unterschied zwischen der Arbeit im Computerraum der Universität oder Schule und seinem Arbeitsplatz zu Hause feststellen. Konkret heisst das, dass der Studierende an jedem Platz Zugang zu den gleichen Informationen, Daten, eigenen Beiträgen, aber auch zu lizenzpflichtiger und für Studenten oft zu teurer Software (in diesem Fall MATLAB) hat.

Das Programm MATLABTUTOR bietet dem Studierenden:

- eine Entwicklungsumgebung für MATLAB natürlich mit perfekter Sprachunterstützung und Links zu Sprachdefinition, Beispielen und Anmerkungen des Lehrenden;
- die Möglichkeit Ideen auszuprobieren und deren Ergebnisse zu analysieren oder graphisch darzustellen;
- die Möglichkeit den gesamten Kursinhalt in einer Baumstruktur zu überblicken und über den Status der einzelnen Übungen und der zugehörigen Beispiele (getestet, abgegeben, korrekt, Anmerkung eines Tutors, usw.) immer informiert zu sein;
- ein Umfeld, in dem er die Beschreibung der Aufgabe, verschiedene Hinweise und Ergänzungen dazu, den Editor für die Fertigstellung der Aufgabe und Resultate der automatisierten Tests im Blickfeld hat;
- ein automatisiertes Testsystem für Übungsbeispiele, welches mit vordefinierten Tests sofort die Richtigkeit der Lösung bestätigt oder für einzelne Variablen oder Graphikelemente Fehler und Hinweise liefert;
- ein automatisiertes Abgabesystem für Übungsbeispiele, das mit Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Lernendem und Lehrendem versehen ist.

Der Zugang zu allen Unterlagen an jedem beliebigen Arbeitsplatz ermöglicht das effiziente Arbeiten sowohl während der Präsenzzeit in der Übungseinheit als auch zu Hause. Es besteht keine Notwendigkeit teure Software zu kaufen und auch keine Verführung diese illegal zu benutzen. Die automatisierten Tests und die automatisierte Abgabe ermöglicht die Konzentration auf die Aufgabe mit sofortigem Feedback über die formale Richtigkeit.

Damit eignet sich die Software einerseits für klassische Übungen mit Präsenzzeit und Aufgabenstellungen für zu Hause und andererseits für weitgehendes Selbststudium mit geringerer Interaktionszeit zwischen Lehrendem und Studierenden. Dazu ist vor allem die sofortige Rückmeldung mit Hilfe der automatisierten Tests und die problemlose Verwendung ausserhalb der Lehrsäle wichtig.

1.7.2.2 Aus der Sicht des Lehrenden

In Ergänzung zu den Möglichkeiten der Studierenden haben die Lehrenden natürlich die Möglichkeit

- Lehrveranstaltungen, Übungseinheiten und Beispiele mit zugehörigen Referenzlösungen und Tests zu erstellen und dabei einfache Musterbeispiele und Voragen zu verwenden;
- Übungen aus einem reichen Fundus von bereits bestehenden Beispielen zusammenzustellen und diese als freiwillige Einführung, Pflichtbeispiel oder anspruchsvolle Ergänzung zu charakterisieren bzw. ihren Schwierigkeitsgrad zu definieren;
- Referenzlösungen, wenn gewünscht, nach einer gewissen Zeit den Studierenden zugänglich zu machen;
- Studierende und Gruppen zu verwalten und mit ihnen auf elektronischem Weg zu kommunizieren;
- Abgaben und Tests von Studierenden zu korrigieren und mit Anmerkungen zu versehen;
- Statistiken von Studierenden mit Beispielabgaben, Einhaltung von Terminen und Fehlstunden zu erstellen um somit die Bewertung zu erleichtern;
- Prüfungen zu erstellen und abzuwickeln, wobei die entsprechenden Beispiele nur zeitlich eingeschränkt während der Prüfungszeit zur Verfügung stehen.

Der große Vorteil des Programms MATLABTUTOR besteht darin, dass durch automatisierte Tests die formale Richtigkeit der Abgabe festgestellt wird und Fehler sofort sichtbar sind. Daher geht für diese Überprüfung keine Zeit verloren und der Lehrende kann sich auf Gespräche mit den Übungsteilnehmern konzentrieren und ihnen Hilfestellungen geben, wie formal richtige Beispiele effizienter, besser oder schöner erstellt werden können. Damit ergibt sich eine Verbesserung des Lernerfolgs.

Durch die Tests können auch sehr komplexe Ergebnisse überprüft werden. Dies umfasst alle MATLAB Datentypen, alle denkbaren Graphikelemente, Ausgaben auf Schirm oder in Files, verbotene oder unbedingt notwendige Befehle, Stilfragen wie zu erstellenden Hilfetext oder Syntaxregeln (z.B. Zeilenabschluss). In den Tests können komplexe Analysen durchgeführt werden und die Ergebnisse von Referenzlösungen und Lösungen von Studierenden gegenüber gestellt werden.

Die einzelnen Aufgaben können beliebig kompliziert gestaltet werden. Sie können voneinander abhängen, d.h., ein Beispiel erfordert die vorherige Fertigstellung eines anderen Beispiels. Es können Daten oder Programme beigelegt werden, die für die Lösung des Problems notwendig sind, z.B. Files mit Daten für Datenanalyse. Bei den

Aufgaben und Tests können auch Zufallszahlen verwendet werden, wobei das System sicherstellt, dass die Vergleichbarkeit von Referenz- und Studentenlösung trotzdem gewährleistet ist. Damit können variable Inputparameter für Funktionen generiert werden, die sicherstellen, dass die Lösung nicht nur mit sehr partikulären Inputs funktioniert.

Da die Komplexität der durchzuführenden Tests nur durch die im Hintergrund arbeitende Programmiersprache beschränkt wird, bietet sich dem Lehrenden die Möglichkeit die Anwendungsmöglichkeiten der Software selbst zu erweitern bzw. auf seine Bedürfnisse anzupassen. Somit wäre auch eine Erweiterung in Richtung anderer formal beurteilbarer Aufgabenstellungen denkbar, z.B. automatisierte Überprüfung von Formelwissen

1.7.3 Konkretisierung

Die Umsetzung auf Anwenderseite basiert auf JAVA, ECLIPSE und der unterstützten Programmiersprache (hier MATLAB). Im Hintergrund werden Technologien wie Tomcat-Server, Datenbank (MYSQL), Secure Shell, das Filesystem AFS und Kerberos Authentifizierung verwendet. Unterstützte Dokumenttypen für die es derzeit Viewer und Editoren gibt, sind LATEX, PDF, HTML und MATLAB. Die Sprache ist derzeit Deutsch, aber eine Internationalisierung ist technisch vorgesehen.

Im SS 2006 wurde ein Alpha-Test von MATLABTUTOR im Rahmen der Lehrveranstaltung "Applikationssoftware und Programmierung" mit zirka 70 Studenten in 5 Gruppen durchgeführt. Ausserdem wurden alle Prüfungstermine für diese Studenten mit MATLABTUTOR abgewickelt. Trotz technischer Schwierigkeiten, die natürlich aufgetreten sind, war die Erfahrung durchwegs positiv. Auf Grund dieser Erfahrungen wurden Teile verbessert, ergänzt bzw. umgestellt und der Beta-Test findet im SS 2007 im Rahmen der gleichen Lehrveranstaltung statt. Danach soll es für andere Vortragende an der TU Graz und anderen Universitäten angeboten werden. Welches Lizenzmodell hier gewählt werden soll, ist derzeit unklar.

Derzeit wird über eine mögliche Verbindung zum "Teach Center" der TU Graz und über die Verwendung des Kurses im Projekt "Life Long Learning" der TU Graz nachgedacht. Eine vollständige Integration in das "Teach Center" scheint derzeit schwierig, da es sich beim MATLABTUTOR um eine "Rich Client Application" handelt, die nicht einfach in einem Browser laufen kann. Angestrebt wird aber eine Darstellung aller Inhalte und Beschreibungen im "Teach Center", wobei aber die Bearbeitung der Beispiele und die Abgabe in der "Rich Client Application" durchgeführt werden müssen.

Die Anbindung des Kurses an das Projekt "Life Long Learning" ist deshalb von großem Interesse, da MATLAB in der Wirtschaft und Industrie verwendet wird und dort Schulungsbedarf besteht.

Eine Ausweitung auf andere Programmiersprachen ist im Prinzip vorgesehen und technisch möglich. Das Team konzentriert sich aber derzeit ausschließlich auf MATLAB, da diese Programmiersprache im Studium der 'Technischen Physik' verwendet wird in dessen Rahmen die Software entwickelt wird. Hier wären sicher Kooperationen mit anderen Lehrenden bzw. mit Experten für die jeweiligen Programmiersprachen notwendig.