

# LabView im Physikalischen Anfängerpraktikum

Eingeladener Vortrag DPG-Schule, Bad Honnef, März 2000

Prof. Dr. Reimer Lincke  
Institut für Experimentelle und Angewandte Physik  
Universität Kiel

## A) Von DOS zu WINDOWS

Seit 1985 enthält das Kieler Physikalische Anfängerpraktikum einen Block ‚Mikrocomputer‘, in dem die Studenten in 6 mal 4 Stunden die Anfänge einer Programmiersprache sowie das Interfacing erlernen und dabei geeignete physikalische Themen in Experiment und Modellierung bearbeiten.

Dabei wurden die folgenden apparativen Stadien durchlaufen:

- a) Der C64 mit BASIC und dem Userport.
- b) Ein PC mit einer 8-Bit-Karte und TURBO-Pascal.
- c) PC und Minimalinterfaces am Druckerport mit 12-Bit ADW, div. Ports, Relais etc., TURBO-Pascal und Datenweitergabe an MathCad.

Bei der inzwischen erforderlichen Umstellung auf WINDOWS tauchten u.a. die folgenden Probleme auf:

- a) Das Multitasking von WINDOWS verhindert zeitkritische Anwendungen.
- b) Die Ports lassen sich nicht direkt ansprechen.
- c) Es gibt zu viele unterschiedliche Port- und Bus-Standards.
- d) Die allgemeinen Programmiersprachen für WINDOWS wie Delphi, Visual Basic, C++ usw. sind sehr mächtig und dementsprechend komplex. Sie erfordern zu viel Zeit, die dann der Physik fehlt.

Die Probleme a) bis c) lassen sich nur mit einem intelligenten Mikrocontroller-gesteuerten Interface lösen, dessen Meßroutinen vom PC aufgerufen werden, und der die Daten an den PC zur Weiterbehandlung abgibt. Für die Programmierung dieser Kommunikation und die Darstellung und Auswertung der Daten bietet sich die grafisch orientierte Programmiersprache LabView an, die die typischen Meß- und Auswerteprobleme in kürzester Zeit mit einem sehr geringen Aufwand zu bearbeiten gestattet. Diese Spezialisierung von LabView wird schon von dessen Programm-namen betont: die Programme von LabView heißen \*.vi d.h. 'virtual instruments'.

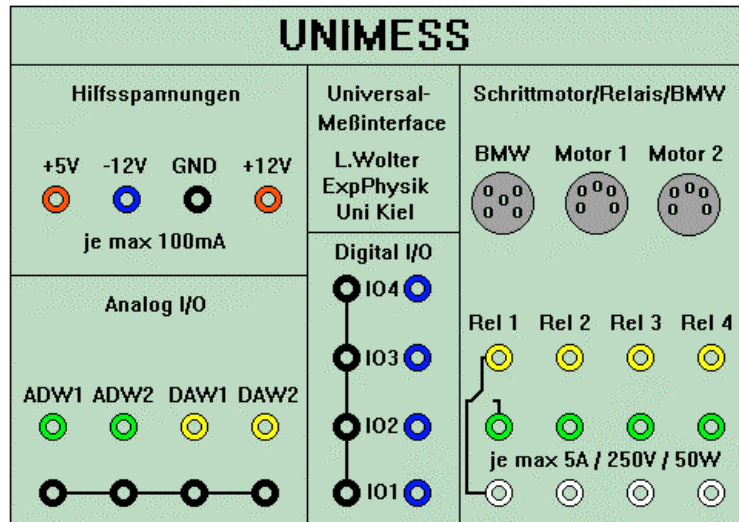
## B) Das Interface UNIMESS

Aufbauend auf den Erfahrungen und Spezifikationen der o.a. Interfaces und unter Verwendung des Mikrocontrollers PIC16C64 der Firma Microchip wurde das seriell anzusteuernde Interface UNIMESS entwickelt (Lars Wolter):

Seine Spezifikationen:

- Kommunikation mit dem PC nach dem seriellen RS-232-Standard
- Mikrocontrollersystem mit 2kB Daten-RAM
- Zwei 12-Bit-Analogeingänge ( $\pm 10V$ ) ca. 50 KHz Abtastrate
- Vorverstärkung für die Analogeingänge x1, x2, x4, x8
- Zwei 12-Bit Analogausgänge ( $\pm 5V$ )

- Vier digitale Ein- und Ausgänge (TTL-Pegel) incl. Schmitt-Trigger und Verpolungsschutz
- Steuerung für zwei Schrittmotoren
- Vier Relais (max. 5A/250V/50W)
- Spannungsversorgung für +5V, ±12V auf dem Schaltfeld (bis 100 mA belastbar)
- Ein Bewegungsmeßwandler-Eingang (Software noch nicht implementiert)



Das Interface

### C) Der Mikrocontroller PIC 16C64

Dieser von der Firma Microchip hergestellte 8-Bit Mikrocontroller besitzt die folgenden Spezifikationen:

- 33 unabhängige I/O-Leitungen
- 2 kB Programm-Eprom
- 128 Byte RAM
- 3 interne Timer
- Betriebsfrequenz bis 20 MHz
- SPI-/I<sup>2</sup> Bus
- RISC-Architektur
- 8 Stack-Ebenen
- minimale externe Hardware

Seine Programmierung in Assemblercode ist sicherlich nichts für Studenten. Da ausreichende Entwicklungswerkzeuge als Freeware über das Internet bezogen werden können (siehe Literatur und Bezugsquellen), kann diese Spezialarbeit aber sehr wohl im Rahmen einer Diplomarbeit o.ä. an einem physikalischen Institut durchgeführt werden.

### D) Durchführung des Praktikums

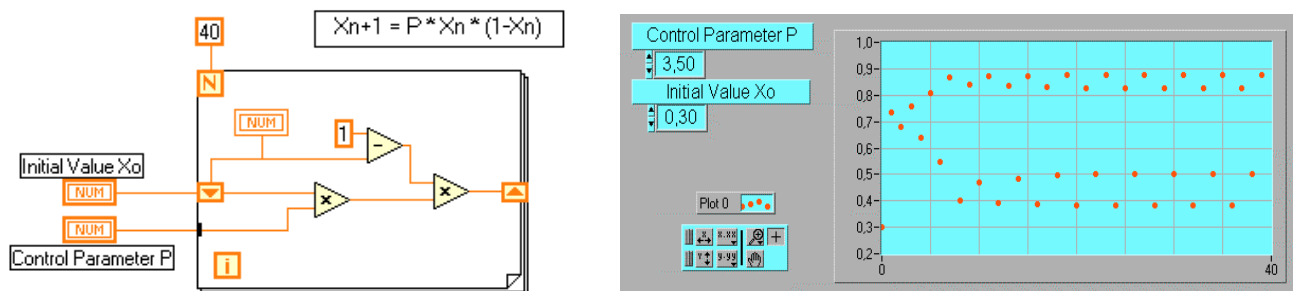
Je zwei Studenten (meist 3. Semester) arbeiten an einem Arbeitsplatz, der einen Pentium-PC, ein UnimeSS mit Stromversorger und ein Leistungsnetzteil enthält. Die Rechner sind vernetzt, so daß ein gemeinsamer Farbdrucker ausreicht. Kleinteile und Sondergeräte lagern in Schränken.

Ein Assistent betreut üblicherweise 4 bis 5 Arbeitsgruppen. Nach einer kurzen Einweisung können die Teilnehmer ihr erstes Programm schreiben. Die weiteren Aufgaben und Erklärungen entnehmen sie dann dem Aufgabenheft (in CD-Rom enthalten). In diesem Praktikum wird versucht, gleichzeitig die Programmierung in LabView, das Interfacing und interessante Physik zu vermitteln. Dementsprechend sind die physikalischen Inhalte nicht auf andere Lehrveranstaltungen oder thematisch abgestimmt sondern nach Eignung und physikalischer Bedeutung ausgesucht.

Auch werden die Studenten nicht gezwungen, alle möglichen Experimente (gleichzeitig) durchzuführen. Es werden weit mehr Versuche angeboten als sich in den 4 Nachmittagen durchführen lassen. Die Studenten werden ermutigt, auch eigene Ideen zu verfolgen. Dementsprechend ist die Benotung mehr qualitativ.

## E) Einführende Programme ohne Hardware

1. 4-Spezies-Rechner.
2. Schwebung grafisch darstellen, Periodizität diskutieren.
3. Lissajous-Figuren.
4. Logistische Abbildung.
5. EULER-Verfahren: Mutter-Tochter-Problem der Radioaktivität.
6. EULER-Verfahren: Harmonische Schwingung mit unterschiedlicher Dämpfung.
7. EULER-Verfahren: zusätzliches nichtlineares Kraftglied: Die Frequenz hängt von der Amplitude ab.
8. FOURIER-Synthese.
9. FOURIER-Analyse: Rechtecke unterschiedlicher Tastverhältnisse, Schwebung, Amplitudenmodulation.

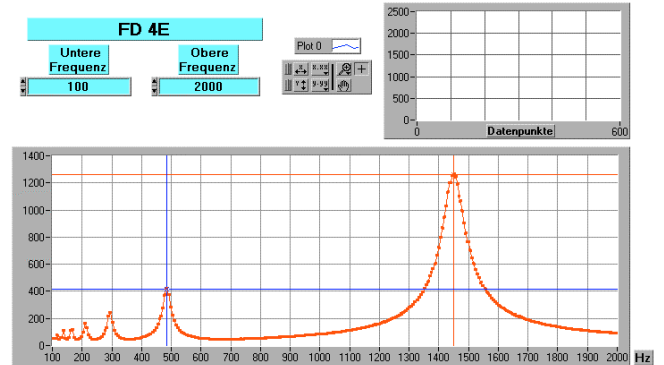
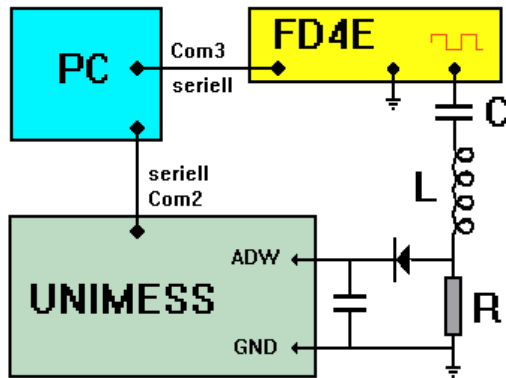


Logistische Gleichung: Programm und Ergebnisse

## F) Langsame Experimente mit Einzelmessungen

1. Digitalvoltmeter. Meßbereich, Potentiometer.
2. RC-Entladung. Unter Verwendung des PC-internen Timers lassen sich größere Kapazitäten quantitativ vermessen.
3. RC-Regelung (Zweipunktregelung): Kondensator lädt/entlädt gegen den Ausgang des DA-Wandlers. Die obere und untere Grenze lassen sich einstellen.
4. Wackelschwinger /ELWE/. Brettchen mit Stab und Permanentmagneten wackelt zwischen Induktionsspulen: Beispiel eines nichtlineareren Oszillators.

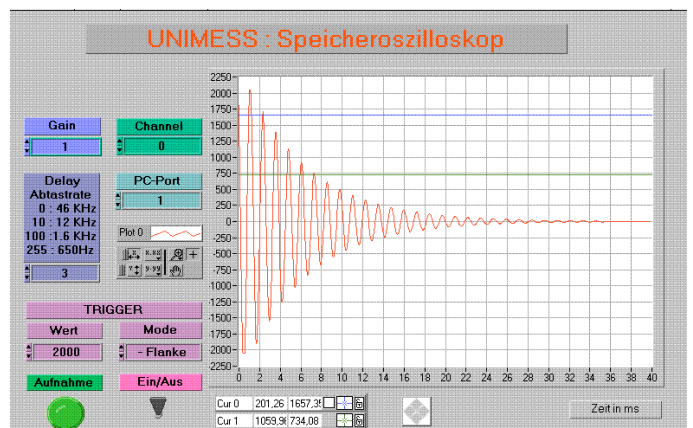
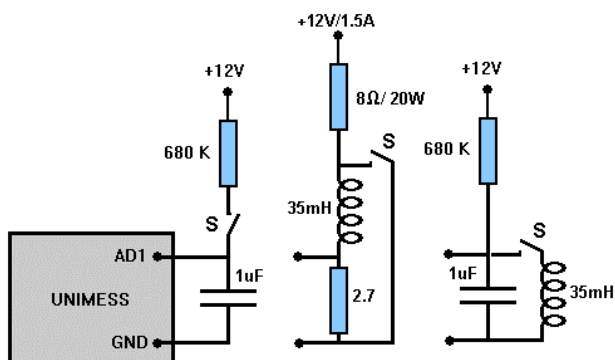
5. Resonanzkurven von LC-Kreisen mit vom PC seriell gesteuerten Funktionsgenerator FD4E /KRONAS/. Kontrolle der Güte, Resonanz mit Oberwellen bei Rechteckanregung.



Resonanzkurve eines LC-Schwingkreises : Aufbau und Daten bei Anregung mit Rechteck

### G) Schnelle Messungen, 1000 AD-Werte

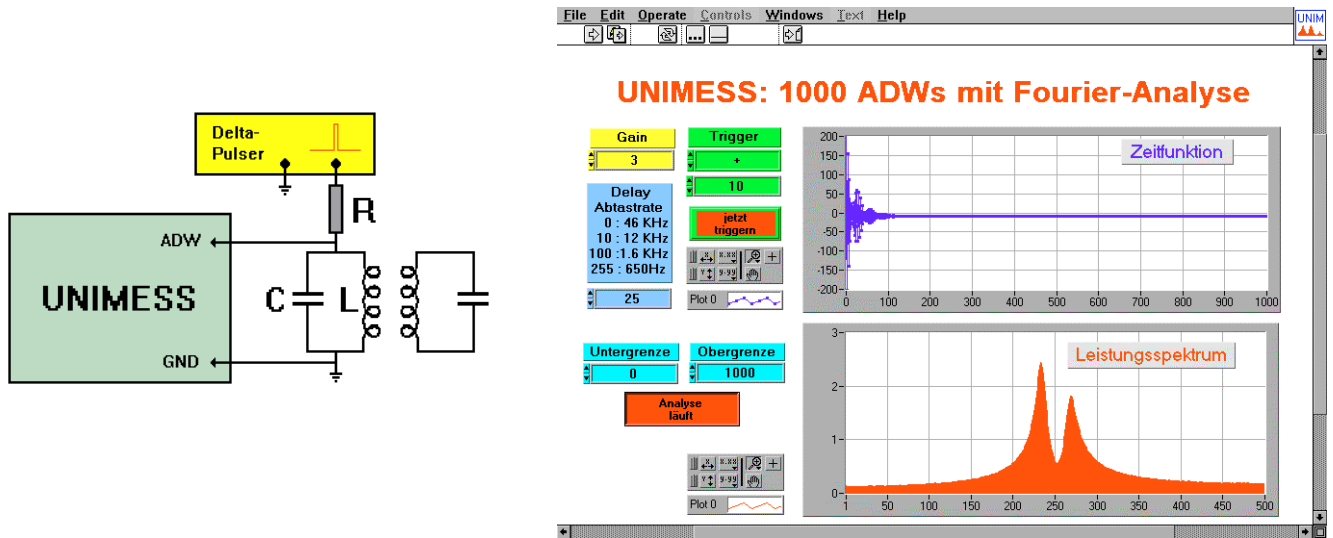
1. Stimmgabel: Bestimmung der Abtastfrequenz.
2. Fallröhre /ELWE/: Stabmagnet fällt durch 6 hintereinander geschaltete Induktionsspulen,  $U \sim v$ , Spannungstöße konstant.
3. Kondensatorentladung (getriggerte Aufnahme) : Messung von C.
4. Abschalten einer Induktivität (getriggerte Aufnahme): Messung von L.
5. Gedämpfte LC-Schwingung: Kontrolle der Frequenz und Dämpfungskonstanten.



Messung von C, L und LC-Kreis: Aufbau und Gedämpfte Schwingung

**Triggerung:** Programm eingestellt auf abfallende Flanke bei Pegel 2000 (dicht unter maximalwert 2048, s.o.) C-Messung: Schalter S öffnen. L-Messung: Schalter S schließen. LC-Kreis: Schalter S schließen.

6. Anregung des LC-Kreises mit Delta-Funktion (vgl. D9). FFT liefert Resonanzkurve (vgl. E5). Auch gekoppelte Schwingkreise. Kontrolle der Güte. Shannon-Theorem.

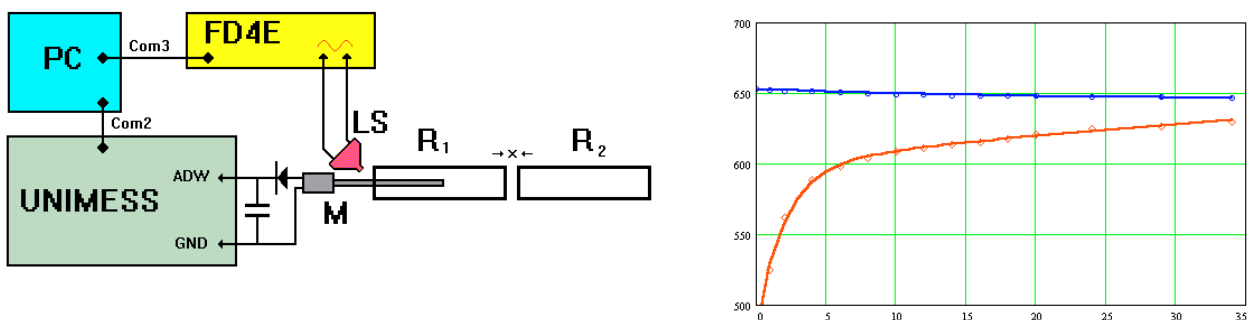


Anregung von 2 gekoppelten LC-Kreisen mit Delta-Funktion

*Falls zusätzliche Stunden vorhanden sind:*

### H) Akustische Rohre als Analogon zu den LC-Kreisen

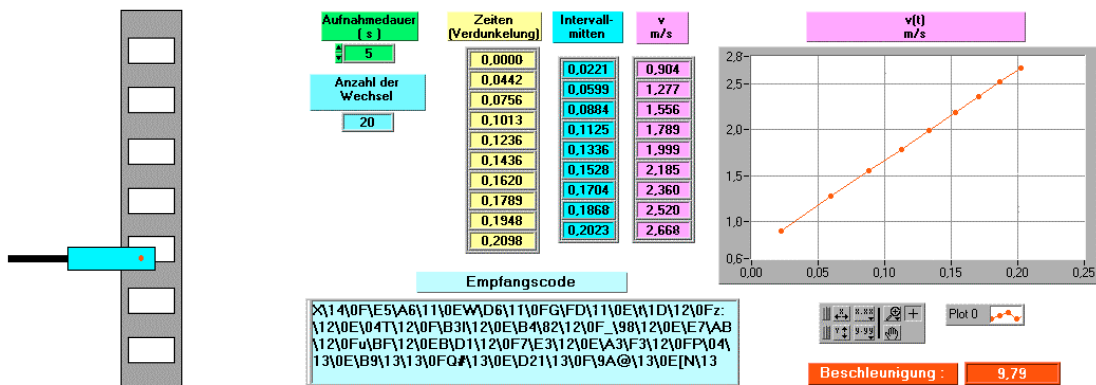
1. Funktionsgenerator FD4E treibt Druckkammerlautsprecher /ELWE/ der ein (oder zwei gekoppelte) Plexiglasrohre akustisch anregt. Aufnahme der Resonanzkurve.
2. Messung der Aufspaltung der Resonanz bei gekoppelten Rohren in Abhängigkeit vom Abstand der beiden Rohre.
3. Bestimmung der Phasenlage beim tieferen und höheren Aufspaltungsmaximum.
4. Delta-Anregung mit Kondensatorentladung durch den Druckkammerlautsprecher. FFT der Schwebung.
5. Messung der Schwebungsfrequenz: Sie ist gleich der Aufspaltung der Maxima!



Gekoppelte akustische Rohre: Aufbau und Frequenzen der aufgespaltenen Resonanz

### I) Zeitmessungen

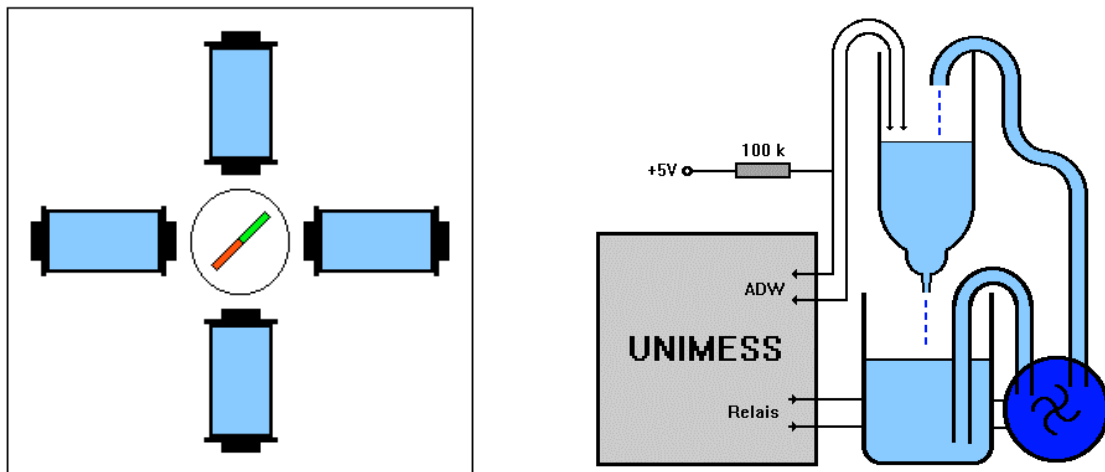
1. Stab- oder Fadenpendel: Messung der Pendelperiode als Funktion der Auslenkung: Einstieg in die Nichtlineare Dynamik.
2. Durch Lichtschranke fallende Leiter: Manipulation der in Feldern verborgenen Zeitinformation, Berechnung der Ausgleichsgeraden  $v(t)$ .



Fallende Leiter: Aufbau und Ergebnisse

### K) Steuern und Regeln

1. Verkehrsampeln /ELWE/
2. Funktionsmodell eines Schrittmotors /ELWE/.
3. Funktionsmodell eines Plotters /ELWE/.
4. Helligkeitsregelung /ELWE/.
5. Wasserstandsregelung /ELWE/.



Schrittmotor-Funktionsmodell und Wasserstandsregelung

### L) Studentische Reaktionen

Als ich vor 2 Jahren das Praktikum von DOS und TURBO Pascal auf WINDOWS und LabView umstellte, war ich mir nicht sicher, wie Studenten ohne Programmierkenntnisse (die gibt es bei uns immer noch!) auf LabView reagieren würden. Alle, die die zeilenweise Programmierung und ihre Strukturen beherrschen, sollten mit LabView keine großen Probleme haben, geht es aber auch ohne derartige Vorkenntnisse? Aus diesem Grunde stellte ich nur das halbe Praktikum um und ließ den

unter TURBO Pascal laufenden Bereich funktionsfähig. Die Reaktion der Studenten war aber so positiv, und es wurde soviel mehr bearbeitet als vorher, daß wir zum zweiten Durchgang komplett auf WINDOWS und LabView umstellten. Wir haben es nicht bereut.

## **M) LabView als Industriennorm**

LabView ist ein Produkt von National Instruments, das in vielen industriellen Anwendungen genutzt wird. National Instruments veröffentlicht einen umfangreichen Katalog mit vielen Steckkarten etc. und den dazugehörigen Software-Schnittstellen; hohe Qualität hat allerdings ihren Preis.

Die Zahl der Veröffentlichungen zu LabView ist inzwischen sehr beachtlich (einige Hardcover im Literaturverzeichnis, weitere sind über [www.buchkatalog.de](http://www.buchkatalog.de) oder [www.amazon.de](http://www.amazon.de) zu finden). Für die wichtigsten elektronischen Meßgeräte und Einsteckkarten gibt es inzwischen Schnittstellen-vi's von LabView. In Stellenanzeigen taucht bei Computerkenntnissen neben C++ und Visual Basic etc. zunehmend auch LabView auf.

Eine für Schulen und die Lehrerausbildung interessante Variante bietet LEGO zusammen mit National Instruments an: RoboLab ist ein um einen Mikrocontrollerbaustein entwickeltes Robotersystem mit einer aus LabView hergeleiteten einfachen Programmiersprache. Dabei wird die Mikrocontrollereinheit zur Programmierung per Infrarot an den PC gekoppelt.

## **N) Literatur und Bezugsquellen**

### **LabVIEW:**

- a) L. K. Wells „LabView Student Edition User's Guide“ mit LabVIEW Vs. 3.1 auf 4 Disketten. National Instruments und Prentice Hall, 1994.
- b) LabVIEW Vs. 5.0 National Instruments.
- c) LabVIEW: Aktuelle Version, weitere Literatur und Preise siehe [www.amazon.de](http://www.amazon.de).
- d) R. Jamal und P. Krauss „LabVIEW – Das Grundlagenbuch“ Prentice Hall, 1998.
- e) R. Jamal, H. Pichlik „LabVIEW – Programmiersprache der vierten Generation“, National Instruments und Prentice Hall, 1997.

### **Hardware:**

- a) ELWE Lehrgerätebau GmbH, Steinfelstraße 5, D-08248 Klingenthal. Tel. 037467/5970. Div. Experimentiergeräte und Funktionsmodelle.
- b) KRONAS Lehrsysteme, Jungfernstieg 44, D-25704 Meldorf. Tel. 04832/3900. Funktionsgenerator FD4E. [www.kronas.de](http://www.kronas.de)
- c) SH-Elektronik, Jütlandring 41, D-24114 Kiel. Tel 0431/665116. [www.sh-elektronik.de](http://www.sh-elektronik.de), UNIMESS-Interface, Bauanleitung und Praktikumsanleitung usw. auf CD-ROM.
- d) [www.microchip.com](http://www.microchip.com) Entwicklungswerkzeuge und Datenblätter für PIC-Controller.
- e) [www.natinst.com.robolab](http://www.natinst.com.robolab) Robolab-System.

Prof. Dr. Reimer Lincke  
Institut für Experimentelle und Angewandte Physik der Universität Kiel  
24098 Kiel. Tel. 0431/8803848 E-Mail: [lincke@physik.uni-kiel.de](mailto:lincke@physik.uni-kiel.de)