

# Einführung in die Hand Held Technology (TI83 mit CBL)



In diesem Modul soll der Benutzer in das System der Datenerfassung mit dem TI 83/84-Taschenrechner und der CBL eingeführt werden.

Es werden die experimentelle Verfahrensweise und zentrale Elemente des Systems vorgestellt. Die Datenerfassung wird anhand eines einfachen Beispiels (Analyse von Bewegungen) zusammen mit der grundlegenden Benutzung der analytischen Funktionen des Taschenrechners beschrieben.

## System

Das Datenerfassungssystem basierend auf dem TI 83 besteht aus vier Elementen :

- [Sensor](#) - um die Messgrößen zu erfassen.
- [Daten-Logger \(Interface\)](#) - um Daten zu sammeln und zu speichern.
- [Graphischer-Rechner](#) - um die Datenerfassung zu steuern, die Daten zu speichern und zu analysieren/anzuzeigen.
- [Zusätzliche Hard- und Software](#) - um Analyse, Übertragung und Speicherung der Daten zu kontrollieren.



Abb. 1 Elemente der Datenerfassungssystems

Der Taschenrechner steuert über den Daten-Logger die Sensoren, die die Messgrößen erfassen. Die Messungen umfassen Spannung, Stromstärke, Magnetfeld, Licht, Entfernung oder eine Anzahl anderer physikalischer Größen.

Jede Messung wird in einen Spannungswert konvertiert, der dann wieder zurück zum Interface geleitet wird. Von dort wird er auf Anfrage zum Taschenrechner gesendet. Einfache Programme, die im Speicher des Taschenrechners liegen, kontrollieren den Datenerfassungsprozess, indem sie die Parameter setzen, das Speichern veranlassen und die Analyse der Daten durchführen.

[Hier](#) können Sie noch weitere Informationen zur "Hand Held" Technologie abrufen.

## Datenerfassungsprozedur

Die Prozedur der Datenerfassung besteht normalerweise aus vier Schritten:

- Laden und Start des Datenerfassungsprogramms auf dem Rechner
- Auswahl der Sensoren und Anschluss an das Interface
- Setzen der Datenerfassungsparameter (z.B. Datenrate, Anzahl der Messungen)
- Sammeln und Speichern der Daten

Bevor das Experiment startet, sollte die entsprechende Software (Programm oder Anwendung) vom PC auf den graphischen Rechner geladen sein.

Dieses kann durch die Benutzung des GraphLink Kabels und der TI-Connect Software geschehen.

Mehr über das Downloaden [hier...](#)

### **Programme**

Die Datenerfassung kann entweder von universellen Programmen ( oder Flash-Anwendungen) wie PHYSICS, CHEMBIO, DATAMATE, RANGER oder von kleinen, für spezielle Zwecke geschriebenen, Single-Use-Programms (SUP) kontrolliert werden.

- Single-Use-Programs werden entwickelt, um bestimmte experimentelle Prozeduren zu steuern, wobei typischerweise ein bestimmter Sensor verwendet wird. Diese sind für den Benutzer einfach einzurichten und zu verändern. SUP verbrauchen wenig Speicher, was besonders für die älteren TI-83 Maschinen wichtig ist.
- Universelle Programme verbrauchen viel mehr Speicher, aber bieten große Flexibilität und eine große Auswahl an Werkzeugen und Sensoren. Diese existieren als Standard (TI BASIC) Programme und Flash-Anwendungen (TI83 plus, TI 84). Universelle Programme erlauben es Datenerfassung und Datenanalyse mit einem graphischen Taschenrechner, ohne die Hilfe eines anderen Werkzeugs (PC, Kalkulationstabelle, etc.) durchzuführen.

[Hier](#) erfahren Sie mehr über universelle Programme für den TI 83 Taschenrechner.

### **Datenanalyse**

Das Sichten und das Bearbeiten der gesammelten Daten kann unmittelbar nach der Datenerfassung begonnen oder auf eine spätere Sitzung verschoben werden.

Weil sich die gleiche Prozedur bei jedem Experiment wiederholt, kann man sagen, dass sich das dargestellte System wie ein "universales Instrument" verhält. Hat man einmal das Vorgehen um eine bestimmte Messung durchzuführen erfasst, weiß man, wie es bei jeder anderen Messung erfolgt. Eventuell müssen Sensoren ausgetauscht werden, aber alles andere bleibt unverändert.

### **Beispiel**

Es folgen die wesentlichen Anweisungen, die Sie Schritt für Schritt, bei der Durchführung eines einfachen Experiments mit nur einem Sensor, dem "Sonic Motion Detector" (sonar), anleiten

## **Versuchsaufbau**

Zweck dieses sehr einfachen Experiments ist es in Echtzeit die Position eines Körpers aufzuzeichnen und die zeitliche Entwicklung von Position, Geschwindigkeit und Beschleunigung zu analysieren.

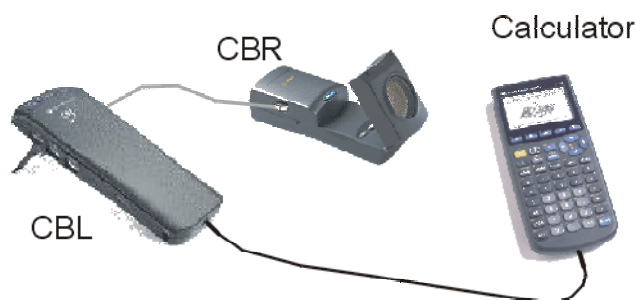


Abb.2 Versuchsaufbau

Die Analyse des Bewegungsverlaufes kann mit einem simplen Versuchsaufbau geschehen, der aus folgenden Teilen besteht:

- Taschenrechner basierte Laboreinheit (Calculator Based Laboratory unit) [CBL](#) oder [CBL2](#).
- Taschenrechner basierter Ranger (Calculator Based Ranger (Schall Bewegungsdetektor))- [CBR](#).
- CBR-CBL Verbindungskabel (verfügbar mit CBR).
- Grafischer Taschenrechner TI83, TI83 Plus, TI 83 Plus SE, TI 84.
- [Kabel zum Verbinden der Einheiten](#).
- Das Programm XTIME gibt es hier als Download: [XTIME](#)
- [TI-GRAPH LINK](#)™ (optional) Kabel und [Software](#).
- Personal Computer mit TI Connect™ Software (optional) - [Beschreibung](#) - [Download](#).

Das Bild zeigt die Details des Versuchsaufbaus.



### Messen der Entfernung mit CBR

Der Schall-Bewegungsdetektor (CBR) misst die Entfernung zu einem Objekt, indem die Reflexionen eines Schallwellenpakets, das zum Objekt gesendet wird, aufgefangen werden. Die Zeit (t), die verstreicht, bis die reflektierten Schallwellen (Echo) den Sensor wieder erreichen, ermöglicht eine Messung der Distanz.

Das Sonar ist gleichzeitig Sender und Empfänger der Schallwellen. Dafür muss eine digitale Sonde an den

SONIC-Port des CBL/LabPro angeschlossen werden. Aus dem bekannten Wert c, der Geschwindigkeit des Schalls in der Luft, errechnet der Taschenrechner die Distanz als:

$$X = c (t / 2)$$

Merke: Der gesamte Weg des Schalls ist 2X.

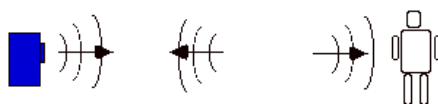


Abb. 4 Schall Bewegungsdetektor

### Aufstellen des Versuchsaufbaus

- Verbinden Sie den Bewegungsdetektor mit dem DIG/SONIC-Slot der CBL. Benutzen Sie dazu das spezielle Verbindungskabel
- Verbinden Sie die CBL mit dem Taschenrechner, indem Sie das Verbindungskabel benutzen.
- Schalten Sie die CBL ein.

Der Video-Clip zeigt die Details zur Aufstellung des Versuchsaufbaus.



## **Praktische Anmerkungen zum Versuchsaufbaus**

### **Einstellen des TI 83 Taschenrechners**

#### **Speicherverwaltung**

Programme und Daten benötigen eine bestimmte Menge RAM-Speicher, um gespeichert werden zu können. Daher muss man vor der Erfassung prüfen, ob genügend Speicher vorhanden ist.

Auf dem TI83p geschieht dies durch wählen der Option **2: MemMgmt/Del..** aus dem **MEMORY Menu**

Minimal wird eine Menge von 12000 Bytes freien Speichers für eine typische Anwendung gebraucht (Single-Use-Anwendung, ca. 100 Datensätze). Typischerweise gibt das Löschen des Inhalts von Datenlisten eine Menge Speicher frei. Daher ist es ratsam RAM freizugeben, indem man folgende Option wählt: **3:ClrAllLists** aus dem **MEMORY Menu**.

Man kann auch andere selektierte Einträge aus dem RAM löschen, falls erforderlich, indem man den Typ (z.B. **7: Prgm...**) aus dem **MemMgmt/Del Menu** wählt und dann die nicht benötigten Einträge mit [ENTER] bestätigt.

Durch Betätigen der [DEL] Taste entfernt man den selektierten Eintrag.

#### **Einstellen des Modus**

Der Taschenrechner kann in verschiedenen Modi arbeiten, die der Benutzer wählen kann. Normalerweise stellen Datenerfassungsprogramme den Modus selber ein. Generell ist es aber sinnvoll den Taschenrechner in den Standardmodus zu versetzen, bevor man fortfährt. Dies verhindert unerwartete Ergebnisse. Hier ist eine Liste der notwendigen Anweisungen:

- ❑ öffne das MEMORY Menu [2nd] [MEM]
- ❑ wähle die **7:Reset.. Option**
- ❑ und dann die **2:Defaults...Option** **Warnung!** Wählen Sie nicht die Option **1:All RAM...** Das setzt den Taschenrechner in den Standardmodus ohne Variablen, Programme und vordefinierte Funktionen zu verlieren.

Es wird empfohlen die **DIAGNOSTIC ON** Funktion aus dem Haupt - CATALOG zu aktivieren.

Das zeigt den Regressionskoeffizienten  $r$  an und den Determinationskoeffizienten  $r^2$  der statistischen Kurvenanpassungsmethoden.

#### **Programm installieren**

Bevor Sie das Experiment beginnen, sollte das Datenerfassungsprogramm XTIME in den Speicher des Taschenrechners geladen werden.

[Hier](#) erfahren Sie, wie man das Programm vom PC auf den Taschenrechner lädt.

#### **Verbindungen**

- ❑ Der Taschenrechner muss mit dem CBL verbunden sein und das CBR sollte mit dem CBL verbunden sein. Stecken sie zuletzt das Einheiten-Verbindungs-Kabel an beiden Seiten ein um die Verbindung herzustellen.
- ❑ Ein spezielles Kabel wird für die Verbindung zwischen CBL und CBR gebraucht.
- ❑ Das CBR misst die Entfernung nur in einer geraden Linie. Achten Sie also darauf das

CBR genau auf das Ziel ausgerichtet ist.

### **Benutzen des CBR**

- Die effektive Distanz zwischen CBR und Objekt soll zwischen 0,5 und 6 Metern liegen.
- Das kürzeste Messintervall beträgt ca. 0,01 s (d.h. 100 Aufnahmen pro Sekunde).
- Der Weg des CBR Schall-Strahls erstreckt sich in alle Richtungen bis zu 10° in einem kegelförmigen Strahl. Um Interferenzen von anderen Objekten zu vermeiden, versichern Sie sich, dass kein anderes Objekt sich zwischen Sensor und Beobachtungsobjekt befindet.
- Harte glatte Oberflächen reflektieren die Impulse besser als andere. Messungen von unebenen Oberflächen können unregelmäßig erscheinen.
- Die ungefähre Distanz zum Objekt wird unter der Annahme einer nominalen Geschwindigkeit des Schalls berechnet. Die Schallgeschwindigkeit ist temperaturabhängig. Der Standardwert ist ca.  $c=344$  m/s ( $T= 22$  Celsius). Wenn sehr genaue Messungen erforderlich sind, kann ein Programmbefehl zur Bestimmung der Außentemperatur benutzt werden.

Als Alternative zum beschriebenen Versuchsaufbau kann man auch CBR in direkter Verbindung mit dem Taschenrechner (ohne den Einsatz von CBL) zusammen mit dem Programm RANGER benutzen.

RANGER ist ein Programm welches im CBR integriert ist und für jeden Taschenrechner konfiguriert ist. Es ist einfach das entsprechende Programm aus dem CBR in den Taschenrechner zu übertragen.

### **Datengewinnung(TI 83)**

In diesem Experiment kann man die Bewegungsdaten einer Person erfassen, sehen und auswerten. Die Abhängigkeiten von Entfernung, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Zeit können sichtbar gemacht und analysiert werden.

Das Experiment wird vom Rechner mit Hilfe des Programms **XTIME** kontrolliert.

Lernen Sie mehr über den Download von Programmen auf Ihren PC [hier](#)

#### **Vorbereitung**

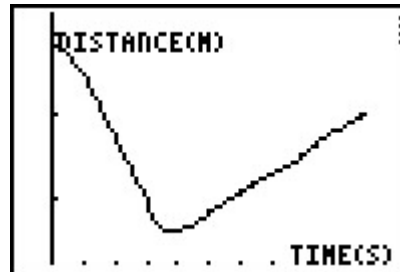
- Stellen Sie alle Verbindungen so her, wie Sie es im [Filmausschnitt](#) sehen.
  - Schalten Sie ihren Taschenrechner und die CBL ein.
  - Starten Sie das Programm XTIME, indem Sie es aus dem **PRGM**- Menü auswählen. [Bild](#).
  - Folgen Sie den Anweisungen, die es Ihnen ermöglichen die Kommunikation zwischen CBR,CBL und Rechner zu überprüfen.
  - Geben Sie das Zeitintervall zwischen den aufeinander folgenden Messungen ein. Zum Beispiel könnten Sie 10 Datenpunkte pro Sekunde (Zeitintervall= 0.1 sec.) nehmen.
  - Geben Sie die Anzahl der Datenpunkte ein, die gesammelt werden sollen (z.B. 100).[Bild](#).
  - Bestätigen Sie die Erfassungsparameter.
- Jetzt ist der Rechner für die Messungen bereit.

#### **Datensammlung**

- Halten sie CBR in einer Hand und den mit CBL verbundenen Rechner in der anderen. Zielen Sie mit dem Sensor direkt auf die Wand.

**Anmerkung:** Stellen Sie sicher, dass sich nichts in der Beobachtungszone befindet. Die maximale Entfernung von der Wand zur CBL sollte 6 Meter nicht überschreiten. Die Minimalentfernung beträgt 0,5 Meter.

- Beginnen Sie sich zu bewegen und verändern Sie dabei ihren Abstand zur Wand.
- Drücken sie ENTER, um die Datenerfassung zu beginnen, wenn Sie dazu aufgefordert werden. Während der Datenerfassung hören Sie ein klickendes Geräusch und sehen ein grünes Licht auf dem CBR. Bewegen Sie sich vor- und rückwärts.
- Wenn alle Daten erfasst sind, wird der Distanz-Zeit-Graph sichtbar.



Wenn Sie mit den Daten noch nicht zufrieden sind, wiederholen Sie die Messung bei gleicher oder veränderter Zeiteinstellung.

- Wenn Sie fertig sind können Sie den CBR-CBL vom Rechner trennen.

Weitere Analysen können nach Verlassen des XTIME -Programms ausgeführt werden.

### Datenspeicherung

- Die Zeitwerte werden in der Liste L1 und die Distanzwerte in der Liste L2 gespeichert.
- Geschwindigkeitswerte speichern Sie in der Liste L3.
- Beschleunigungswerte werden in der Liste L4 gespeichert. [Bild.](#)

Der Videoclip zeigt den Verlauf des Experimentes im Detail.



### Anmerkung:

Die Bewegungsrichtung in der grafischen Geschwindigkeit-Zeit-Darstellung ist relativ. Ein positiver Geschwindigkeitswert zeigt die sich entfernende Bewegung vom CBR an, während ein negativer Wert die Bewegung auf den CBR zu anzeigt.

## Beispieldaten TI 83

Die hier aufgeführten Daten wurden mit folgendem Versuchsaufbau gesammelt:

- Taschenrechner basierte Laboreinheit (Calculator Based Laboratory unit) [CBL2](#)
- Taschenrechner basierter Ranger in Verbindung mit dem SONIC Kanal [CBR](#)
- Grafischer Taschenrechner TI83 Plus
- CBL-CBR [Kabel](#).
- [Kabel](#) zum Verbinden der Einheiten.
- Programm XTIME – zum Download klicken Sie [hier](#).

- [TI-GRAPH LINK™](#) (optional) Kabel und [Software](#)
- Personal Computer mit TI Connect™ Software (optional) - [Beschreibung](#) - [Download](#)

### Datenspeicher

- Zeit - Liste  $L_1$
- Distanz - Liste  $L_2$
- Geschwindigkeit - Liste  $L_3$
- Beschleunigung - Liste  $L_4$

### Originaldaten (TI 83 ):

Klicken um Download zu starten

- [Zeit](#)
- [Distanz](#)
- [Geschwindigkeit](#)
- [Beschleunigung](#)

### Anmerkung:

[Hier](#) erfahren Sie mehr darüber wie man Daten und Programme auf den Taschenrechner lädt.

### Datenanalyse(TI 83)

Die Analyse der beobachteten Bewegung kann mit den Hilfsmitteln des TI 83 Rechners durchgeführt werden.

Die gesammelten Daten sind in den Rechnerlisten gespeichert:

- Zeit in Sekunden - Liste L1
- Distanz X in Metern - Liste L 2
- Geschwindigkeit in Metern/Sek - Liste L3
- Beschleunigung in Meter/Sek<sup>2</sup> - Liste L4

Beispieldaten sind [hier](#) einsehbar.

### Experimentelle Datenaufzeichnungen

Das Programm bereitet die Distanz/Zeit-Diagramme vor und gibt sie aus. Diese Diagramme werden als Aufzeichnung 1 definiert und können mit der Funktionstaste [GRAPH] auch nach Verlassen des Programms wieder aufgerufen werden.

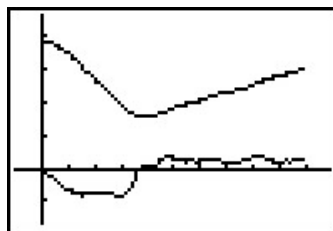


Fig.5



Andere Diagramme, wie Geschwindigkeit/Zeit oder Beschleunigung/Zeit können mit den Rechnerfunktionen definiert und ausgewertet werden. Sie können [hier](#) lernen, die Diagramme zu definieren und auszuwerten.

Manchmal ist die gleichzeitige Beobachtung von zwei oder mehr Diagrammen nötig. Sie können drei Diagramme gleichzeitig definieren, anzeigen und untersuchen.

Abb. 6 zeigt zwei Kurven: Distanz/Zeit (obere Kurve) und Beschleunigung/Zeit (unten).

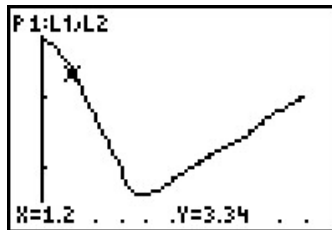


Abb. 6

### Untersuchung der experimentellen Diagramme

Während das Diagramm nach Drücken der Taste [GRAPH] angezeigt wird, können Sie sie mit Hilfe der Funktionstaste [SPUR] gleichzeitig untersuchen. Die Koordinaten der Datenpunkte werden in der unteren Zeile des Bildschirms angezeigt (Abb.6).

### Datenauswahl

Häufig wollen Sie nur bestimmte Bereiche Ihrer ursprünglichen Daten auswerten, bzw. die gesammelten Daten beinhalten Punkte, die nicht in die weitere Analyse einfließen sollen. Somit muss die Datenmenge und der Graph von den unerwünschten Punkten bereinigt werden. Dieser Vorgang wird Datenauswahl genannt. Mehr über den Vorgang der Datenauswahl auf dem TI 83 erfahren Sie [hier](#)

In diesem Beispiel wurde der zentrale Teil der Diagramm selektiert.

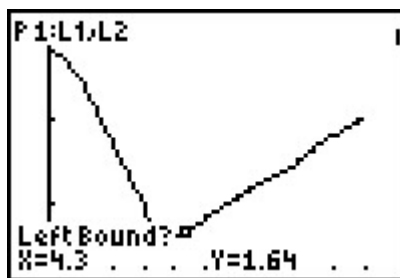


Abb.7

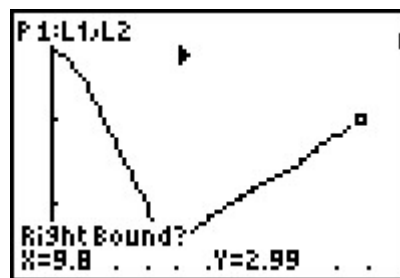


Abb.8

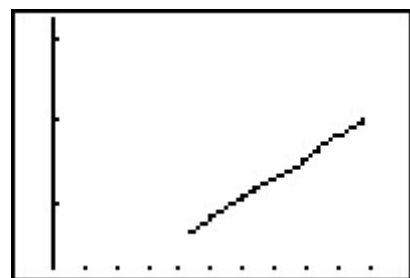


Abb.9

### Kurvenannäherung

Wenn Sie ein bestimmtes mathematisches Modell in Abhängigkeit zum Graphen anwenden wollen, können Sie die vom Rechner angebotenen Kurvenanpassungsmittel (Regression) benutzen.

Es wird die Methode des kleinsten Quadrats benutzt, um die analytische Form der Kurve, die zu ihren Experimentendaten passt, zu finden.

Sie können [hier](#) mehr über die Kurvenanpassungsmittel erfahren, die im TI 83 implementiert sind.

Im Falle unserer Beobachtungen können wir versuchen, die Gerade an die ausgesuchten Entfernungs/Zeit-Daten anzupassen.



Als Resultat erhalten wir die analytische Darstellung der Regressionslinie zusammen mit den Werten des Rückbildungskoeffizienten  $r$  und des Ermittlungskoeffizienten  $r^2$ .

```

LinReg
y=ax+b
a=.25
b=.60
r²=1.00
r=1.00

```

Abb.10

Die Regressionsgleichung kann als Funktion (e.g.Y1) gespeichert und für verschiedene Zwecke (Abb. 11) benutzt werden.

Die Qualität der erhaltenen Anpassung kann überprüft werden, indem sie zusammen mit dem Bildschirmaten (Abb. 12) des Experimentes dargestellt wird.

Werte der passenden Parameter werden im Speicher als Variablen gespeichert und können von dort wieder aufgerufen und für weitergehende Berechnungen (falls nötig) als Variablen benutzt werden.

In dem hier gezeigten Beispiel ist die Steigung "a" der angepassten Linie aus dem **Vars** 5:Statistik EQ Menü entnommen.

```

Plot1 Plot2 Plot3
Y1=.25X+.6
Y2=
Y3=
Y4=
Y5=
Y6=
Y7=

```

Abb. 11.

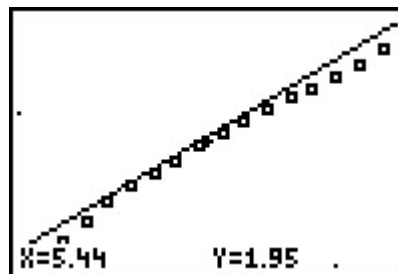


Abb. 12

```

XY Σ EQ TEST PTS
1:RegEQ
2:a
3:b
4:c
5:d
6:e
7:r

```

Abb. 13

### Daten speichern und wiederherstellen

Sehr häufig müssen Sie Ihre Arbeitsergebnisse speichern oder ihre Einstellungen für den späteren Gebrauch sichern.

Es ist einfacher, die gespeicherten Datenlisten, Funktionen, Bilder und Windows-Einstellungen wiederherzustellen, als alle notwendigen Einzelschritte zu wiederholen. Das Rechnersystem bietet einige Routinen für die Speicherung und das Wiederherstellen unterschiedlicher Datentypen an. Dazu gehören: Bildspeicherung, Speicherung von grafischen Basis-Informationen, sowie verschiedene Archivierungs- und Gruppierungsfunktionen.

Sie können [hier](#) lernen, wie Sie effektiv die Funktionen des TI83 Rechners zur Datensicherung nutzen.