

Autorenteam der T³-Fachgruppe Physik

Anleitungen zur Datenerfassung und Auswertung mithilfe der TI-Nspire™ Technologie (ab Betriebssystem TI-Nspire™ 3.6)

Herausgeber Dr. Karl-Heinz Keunecke und Mirco Tewes

Inhalt

A1. Datenerfassung mit der TI-Nspire™ Technologie	2	A9. Messwerte in anderen Applikationen bearbeiten	12
Erste Messung	3	(Calculator, Graphs, Lists & Spreadsheet, Data & Statistics)	
A2. Zeitabhängige Messungen	4	A10. Daten durch eine Ausgleichsfunktion beschreiben	13
A3. Einzelmessungen mit Eingabe	5	A11. Daten durch selbstgewählte Funktionen modellieren .	14
A4. Messungen durchführen, speichern und wiederholen	6	A12. Fernerfassung	15
A5. Unterschiedliche graphische Darstellungen	7	A13. Messwerte aus Graphen ablesen und tabellieren	16
A6. Teil des Messintervalls darstellen	9	(Applikationen Graphs und Lists & Spreadsheet)	
A7. Triggern	10	A14. Geschwindigkeiten dynamisch berechnen	18
A8. Einstellungen für Sensoren ändern	11	(Applikation Graphs)	
		A15. Modellieren mit Schiebereglern (Applikation Graphs)	19
		A16. Numerisch integrieren und differenzieren	20
		(Applikation Lists & Spreadsheet)	

A1. Datenerfassung mit der TI-Nspire™ Technologie

Messwerterfassung mit DataQuest

Dieser Bildschirm erscheint, sowie eine Sonde angeschlossen ist.

The screenshot shows the DataQuest interface on a TI-Nspire calculator. The main display shows a temperature reading of 25.1 °C for channel 'ch1'. The left sidebar contains settings for Mode (Time Based), Rate (0.005 samples/s), and Duration (86400 s). Callouts point to various features:

- Einstellen der Messung**: Points to the gear icon in the top left.
- Starten der Messung**: Points to the green play button in the top left.
- Speichern einer Messung**: Points to the blue save icon in the top left.
- Setzen von Markern**: Points to the blue pentagon icon in the top left.
- Kanal (CH1), Sondentyp, Aktueller Messwert, mit Klick zum Menü**: Points to the channel name and current value.
- Anzeige der Messparameter, mit Klick zum jeweiligen Menü**: Points to the gear icon in the sidebar.
- Messansicht**: Points to the current value display.
- Graphansicht**: Points to the graph icon in the bottom left.
- Tabellenansicht**: Points to the table icon in the bottom left.

Einkanalmessung



1. Datenerfassung mit TI-Nspire™ CX (Abfragerate bis 50/s)

Der Ultraschallsensor CBR 2 oder die Temperatursonde können direkt über USB angeschlossen werden.



2. Datenerfassung mit TI-Nspire™ CX (Abfragerate bis 50/s)

Über den Adapter EasyLink können viele der Vernier-Messsonden angeschlossen werden.

Mehrkanalmessung



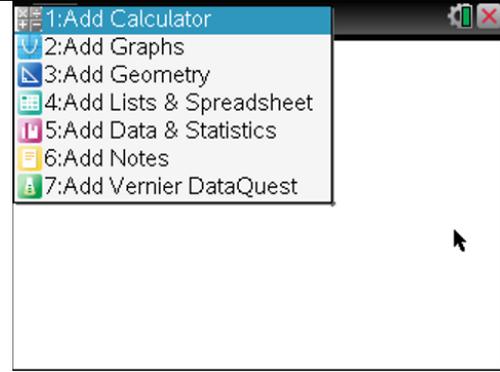
3. Datenerfassung mit Lab Cradle und TI-Nspire™ CX

(Universelle Messwerterfassung mit 12 Bit Genauigkeit und einer Abfragerate bis $10^5/s$)

An das Lab Cradle können bis zu drei analoge und zwei digitale (z. B. CBR 2) Sonden angeschlossen werden. Das Lab Cradle erkennt sämtliche Vernier-Sonden automatisch und gibt für jede Messsonde Standardwerte als Messparameter vor. (z. B. links in der „Anzeige der Messparameter“)

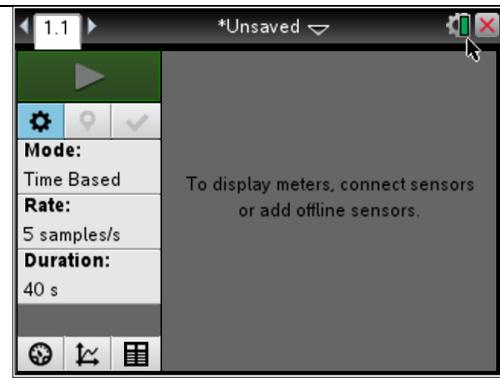
A1. Datenerfassung mit der TI-Nspire™ Technologie – erste Messung

1



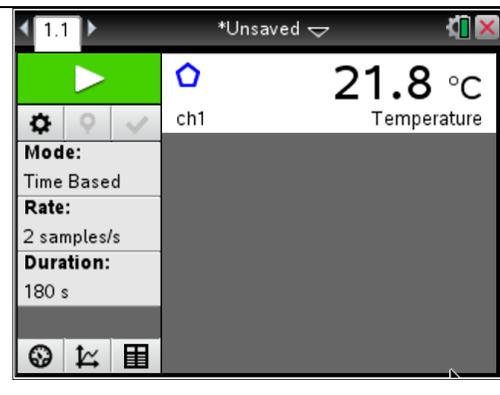
Dieser Bildschirm erscheint, wenn mit einem neuen Dokument begonnen wird. Um die Datenerfassung aufzurufen, öffnet man die Applikation 7: Vernier DataQuest™. Dann wird die Messsonde / werden die Messsonden mit dem

2



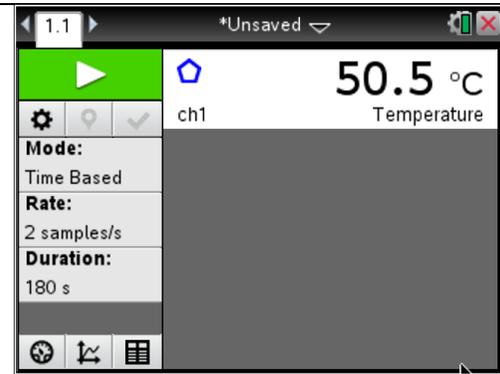
Messinterface (EasyLink oder Lab Cradle) verbunden. Bei digitalen Sensoren (z. B. CBR2) wird kein Messinterface benötigt. Die jeweilige Messsonde wird automatisch erkannt und der aktuelle Messwert angezeigt.

3



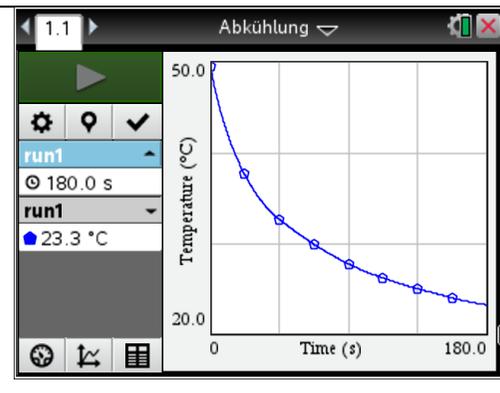
Neben dem aktuellen Messwert (hier Temperatur in °C) werden für den Sensor typische Einstellungen (hier Messmodus, Messrate und Messdauer) vorgegeben. Bei Bedarf können diese Einstellungen geändert werden.

4



Die Messung wird durch An klicken des Startbuttons gestartet und nach Ende der eingestellten Messzeit automatisch beendet. **Anmerkungen:** Die Messung kann durch erneutes An klicken des Startbuttons vorzeitig abgebrochen werden. Während der Messung können durch An klicken des entsprechenden Buttons Marker gesetzt werden.

5

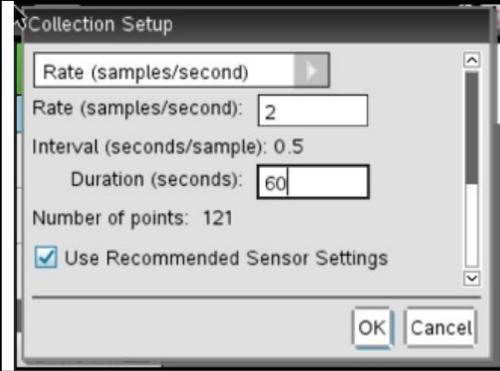


Ist die Messung beendet, werden die Messwerte graphisch angezeigt. Klickt man auf den Speicherbutton, so werden sie unter run1 (hier run1.time und run1.temperature) gespeichert.

A2. Zeitabhängige Messungen

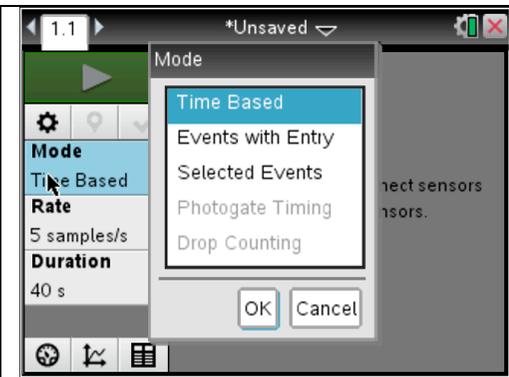
1 

Nach dem Start der Applikation DataQuest™ und dem Anschließen des Sensors wird automatisch der aktuelle Messwert angezeigt. Der Messmodus und die voreingestellten Messparameter können verändert werden.

4 

Messzeit einstellen

Nach der Angabe von **Duration in seconds** (Dauer in Sekunden) wird die **Number of points** (Anzahl der Punkte) automatisch ermittelt. Die Einstellungen werden mit **OK** beendet.

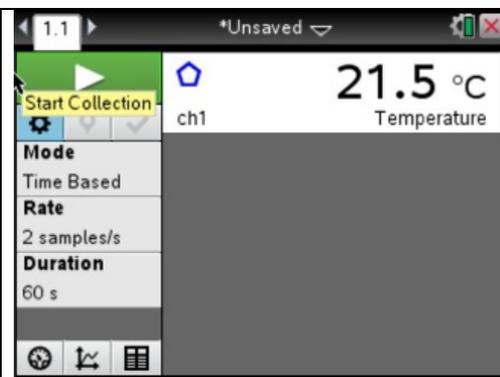
2 

Modus für Datenerfassung wählen

Klicken auf **Mode** (Modus)

Time Based (Zeitbasiert) auswählen

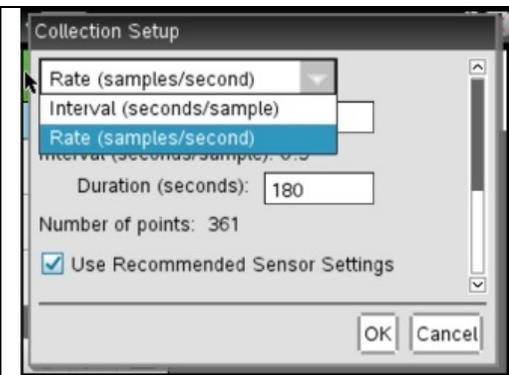
Die Einstellung wird mit **OK** beendet.

5 

Starten der Datenerfassung

1: Experiment, 2: Start Collection (Erfassung starten)

oder durch Klicken auf den grünen Startbutton

3 

Abtastrate einstellen

Klicken auf 

Es gibt zwei Varianten:

Rate in samples/second (Geschwindigkeit in Stichproben je Sekunde) oder

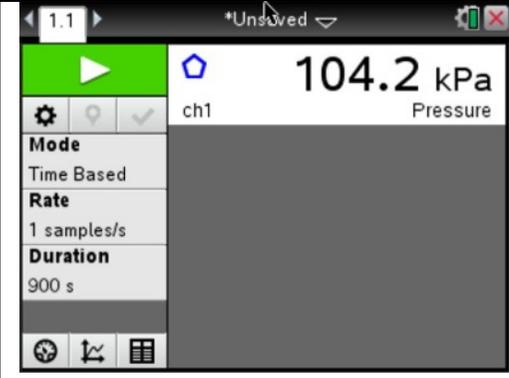
Interval in seconds/sample (Intervall in Sekunden pro Stichprobe).

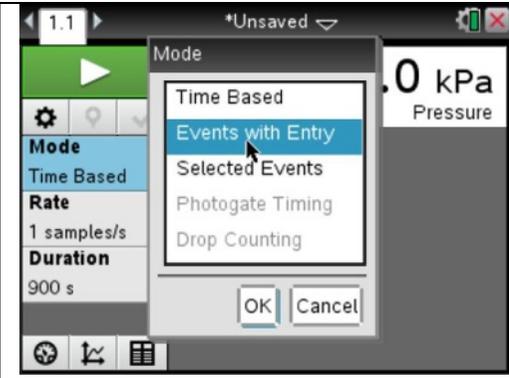
Hinweise:

1. Der Start der Messung erfolgt mit einer leichten Zeitverzögerung.
2. Die möglichen Kombinationen aus Abtastrate und Messzeit sind vom verwendeten Sensor abhängig.
3. Alle Einstellungsmöglichkeiten können auch durch

1: Experiment, ... erreicht werden.

A3. Einzelmessungen mit Eingabe

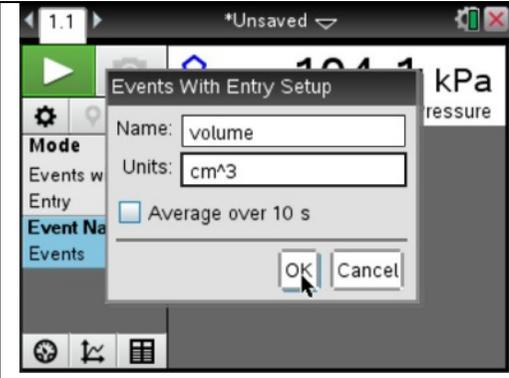
- 

Eine Sonde (Druck) ist angeschlossen worden. Es soll zu einzelnen Messungen ein zweiter Wert (Volumen) von Hand eingegeben, gespeichert und graphisch dargestellt werden.
- 

Modus für Datenerfassung wählen

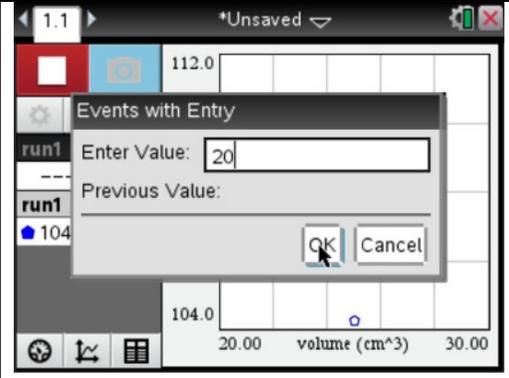
Klicken auf **Mode** (*Modus*)

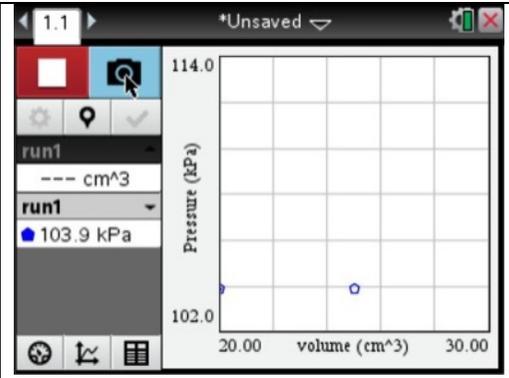
Events with Entry (*Ereignisse mit Eingabe*) auswählen

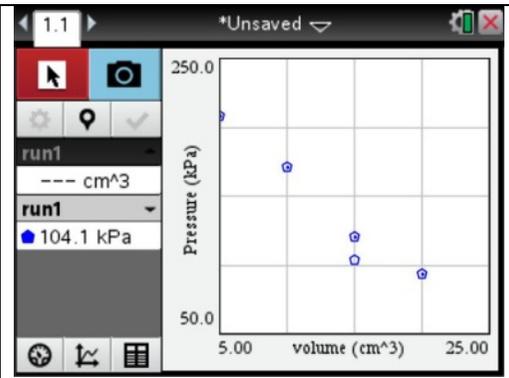
Die Einstellung wird mit **OK** beendet.
- 

Angabe zu den Eingabewerten:

Klicken auf **Event Name** (*Ereignisname*)

Der Name und die Einheit der einzugebenden Größe (**volume, cm³**) sind einzutragen und die Eingabe durch **OK** abzuschließen.
(Mittelwertbildung über 10 s möglich)
- 

Nach Klicken auf den Startbutton ist die erste Messung durchzuführen. Erst dann wird nach Klicken auf  der Wert der manuell ermittelten Größe (volume) eingegeben. Nach **OK** ist das Wertepaar (volume, Druck) gespeichert und
- 

graphisch dargestellt. Der Messpunkt ist am linken Rand zu sehen. Der zweite Punkt ist nicht fixiert. Er gibt den aktuellen Druck wieder. Nun wird die nächste Messung durchgeführt. Eingabe u. Speicherung erfolgen erneut nach Klicken auf .
- 

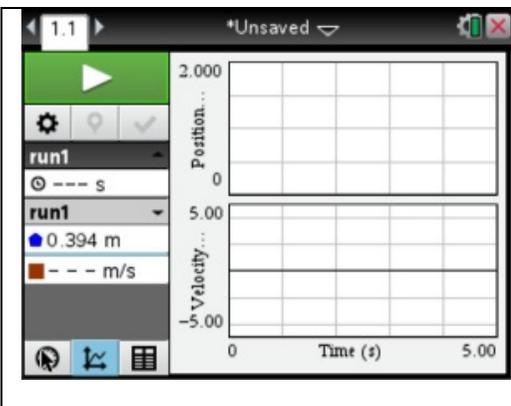
Auf diese Weise werden alle gewünschten Messungen durchgeführt. Die Größe des Bildschirmfensters passt sich dabei automatisch den Daten an. Die Messung wird beendet durch Klicken auf den roten Start-/Stopbutton.

A4. Messungen durchführen, speichern und wiederholen

1 

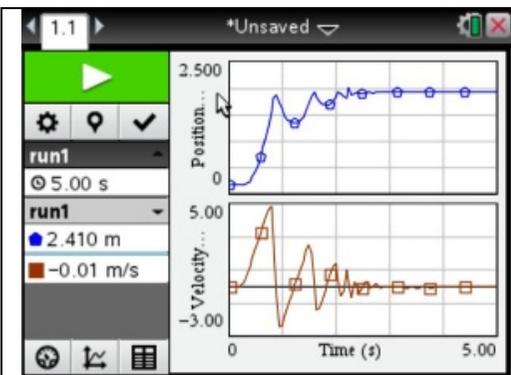
Nach Anschluss eines Sensors öffnet sich die DataQuest™- Applikation.

Es werden der aktuelle Messwert und die für den Sensor voreingestellten Messparameter angezeigt.

2 

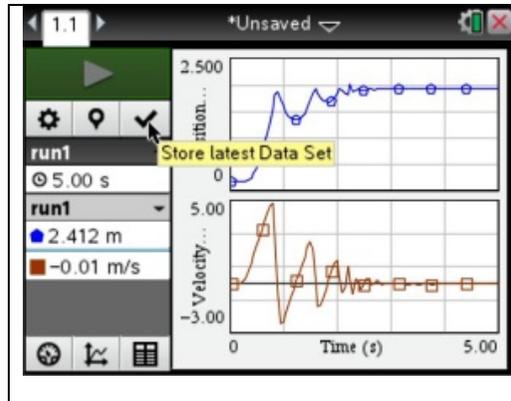
Anzeige der Messung als Graph oder in einer Tabelle

Durch Betätigen der Buttons **Graph View** (Graphansicht) oder **Table View** (Tabellenansicht) wechselt man in die verschiedenen Darstellungsmodi.

3 

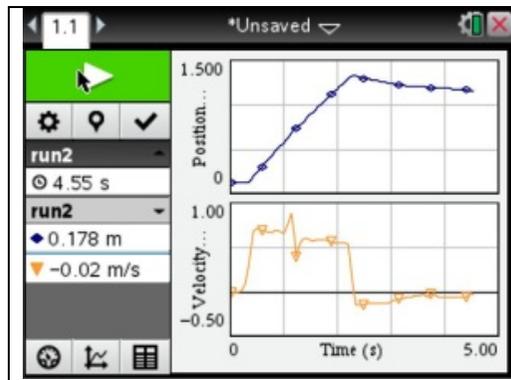
Starten der Messung:

Durch Betätigen des Button **Start Collection** (Messung starten) wird die Messung gestartet.

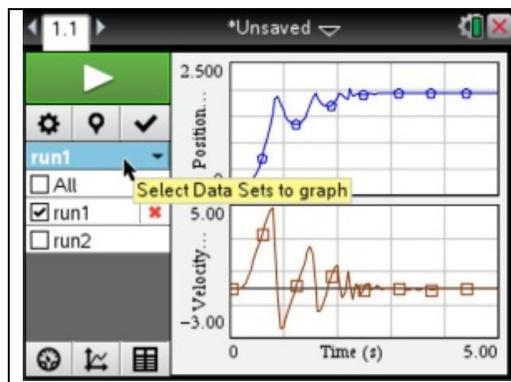
4 

Messung speichern

Nach Klicken auf  **Store latest Data Set** (Aktuellsten Datensatz speichern) werden die letzten Messwerte gespeichert. (Betätigt man dagegen nur die Starttaste, so werden die zuvor aufgenommenen Daten überschrieben.)

5 

Betätigt man nun die Starttaste, so werden die neuen Messwerte erfasst, graphisch dargestellt und können als **runx** gespeichert werden.

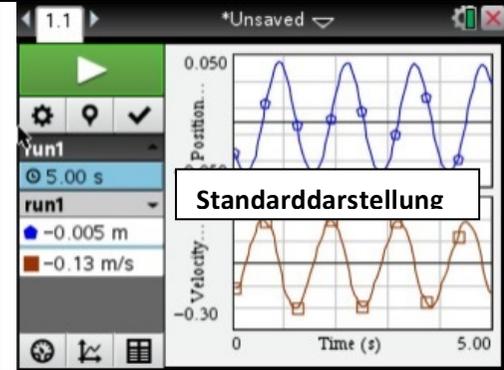
6 

Ausgewählte Messungen anzeigen

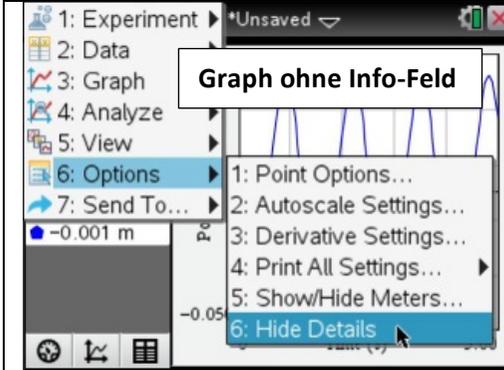
Klicken auf **Select Data Set to graph** (Datensätze für graphische Darstellung auswählen)

Es werden alle vorhandenen Messungen (Runs) zur Auswahl angezeigt.

A5. Unterschiedliche graphische Darstellungen

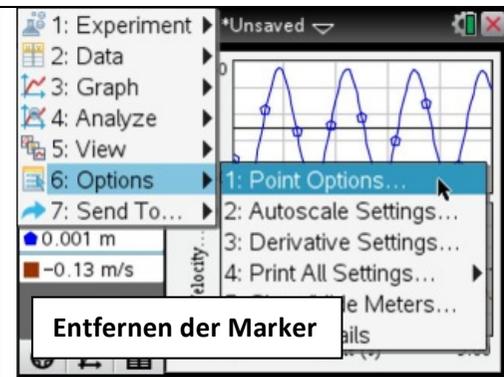
1  Die Bewegung eines Pendelkörpers ist mit einem Ultraschallsensor aufgezeichnet worden.

In der Standarddarstellung sind die Messpunkte miteinander verbunden und durch Marker gekennzeichnet.

4  Messdetails (graues Feld) ausblenden:

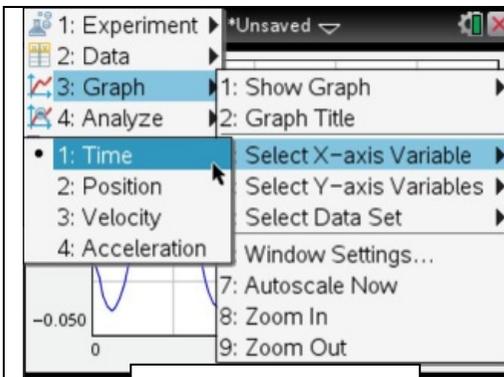
6:Options (Optionen),
6:Hide Details (Details ausblenden)

Auf entsprechendem Wege kann man sie wieder einblenden.

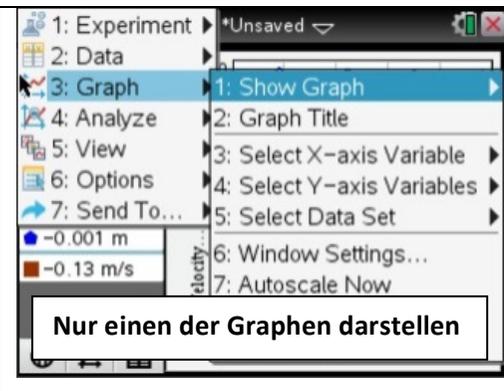
2  Entfernen der Marker:

6:Options (Optionen),
1: Point Options (Punktoptionen)

Im folgenden Dialogfeld ersetzt man **Regional** (Bereichsspezifisch) durch **None** (Keiner) und bestätigt mit **OK**.

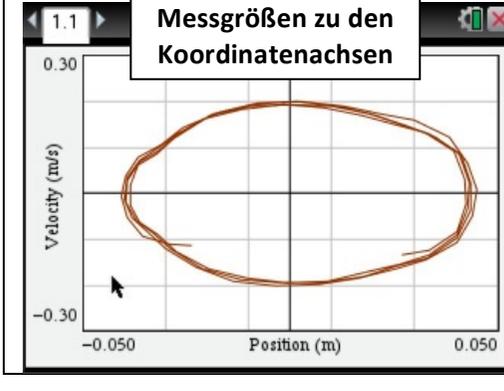
5  Zuordnung der Messgrößen zu den Koordinatenachsen:

3:Graph,
3: Select X-Axis Column (Spalte für x-Achse auswählen),
2:Position,
4: Select Y-Axis Column (Spalte für y-Achse aussuchen),
3:Velocity

3  Nur einen der Graphen darstellen:

3: Graph,
1: Show Graph (Graph anzeigen)

Im Untermenü dann den gewünschten Graphen auswählen.

 Bei aufgenommenen Schwingungsvorgängen kann so das Phasendiagramm dargestellt werden.

A5. Unterschiedliche graphische Darstellungen

6

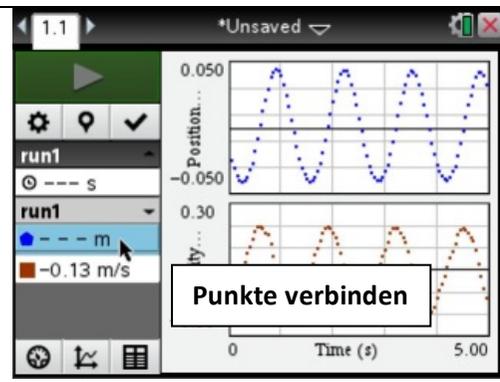


Werte einzeln darstellen:

menu

6:Options,
1: Point Options
(Punktoptionen),
Connect Data Points
(Datenpunkte verbinden)
deaktivieren

7



Punkte verbinden:

menu

6:Options,
1: Point Options
(Punktoptionen),
Connect Data Points
(Datenpunkte verbinden)
auswählen

8

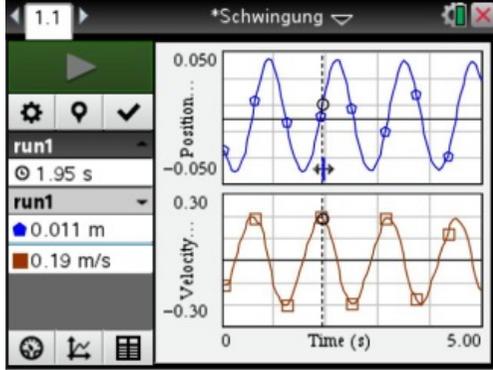


Farben und Symbole der Punkte wählen:

Die zu ändernde Größe im linken Feld auswählen (siehe Bild 7), es erscheint das nebenstehende Fenster zu diversen Einstellmöglichkeiten.

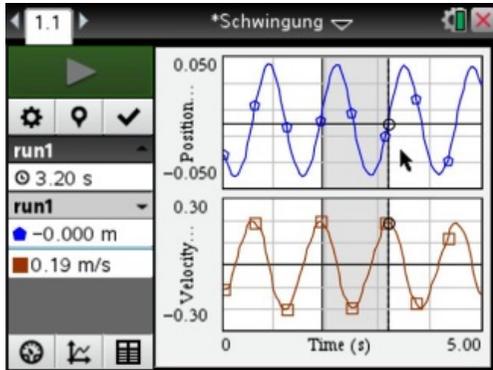
A6. Teil des Messintervalls darstellen

1

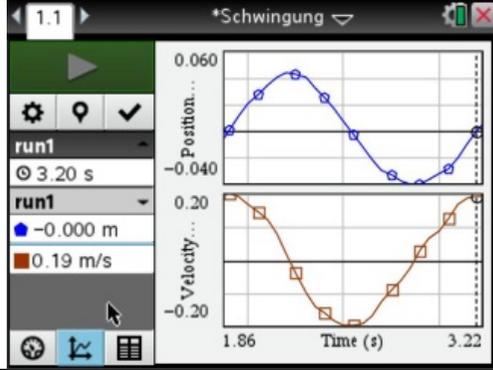


Bereich markieren:

Der Cursor ist an die untere Grenze des interessanten Bereichs zu bewegen, danach klicken. Es erscheint eine senkrechte Linie, welche man mit den Pfeiltasten noch fein verschieben kann. Der Klick-Button ist nun einige Zeit gedrückt zu halten, bis der Verschiebepfeil stehen bleibt. Den interessanten Bereich kann man nun durch Wischen auf dem Touchfeld auswählen und durch Klicken markieren.



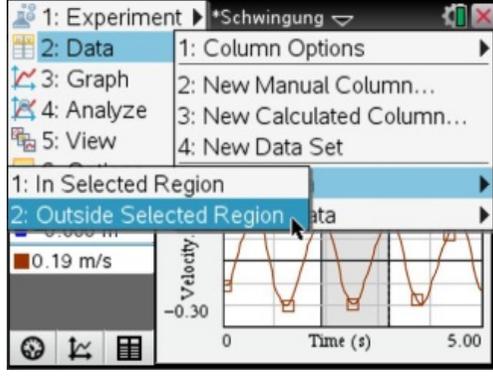
3



Bei falscher Auswahl lässt man automatisch skalieren und beginnt neu.

3:Graph,
7:Autoscale Now
(Jetzt automatisch skalieren)

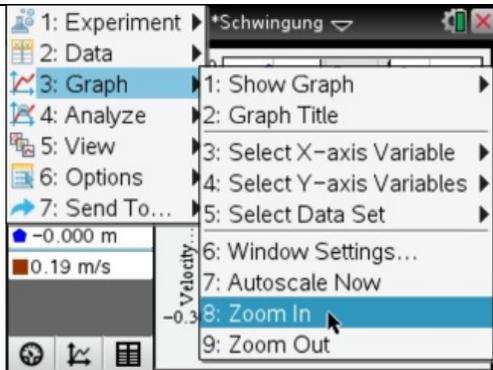
4



Für eine spätere Auswertung können nicht benötigte Daten gestrichen werden.

2:Data (Daten),
5:Strike Data (Daten streichen),
2: Outside selected Region (Außerhalb des ausgewählten Bereichs)

2

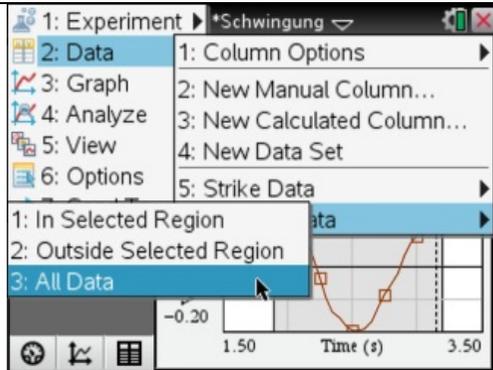


Menüauswahl:

3:Graph,
8:Zoom In (Vergrößern)

Der Bereich wird optimal dargestellt.

5



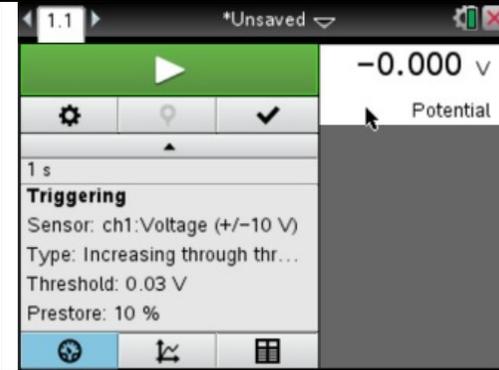
Die Daten lassen sich auch wiederherstellen:

2:Data (Daten),
6:Restore Data (Daten wiederherstellen),
3:All Data (Alle Daten)

A7. Triggern

1 

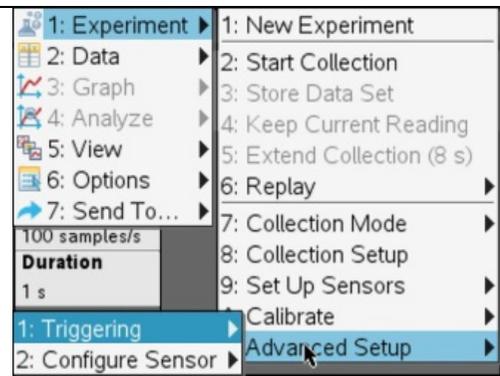
Das Lab Cradle wird mit dem Handheld oder PC verbunden. Es muss mindestens ein Sensor angeschlossen sein. Zunächst sind Abfrage-rate und Messzeit (Anleitung 2) einzustellen.

4 

Nach Drücken von **OK** werden im Anzeigemodus die eingestellten Parameter dargestellt.

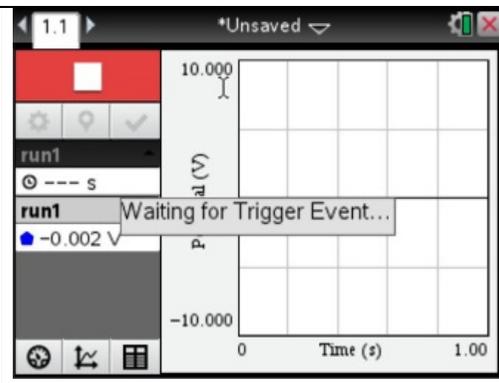
Nun wird die **Starttaste** gedrückt.

Die Anzeige wechselt in den Graphmodus.

2 

Menüauswahl:

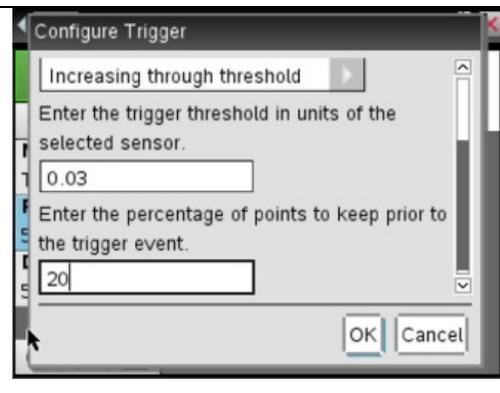
1:Experiment,
B:Advanced Setup (Erweiterte Einrichtung),
2:Triggering (Triggern),
1:Set Up (Einrichtung)

5 

Zunächst erscheint:

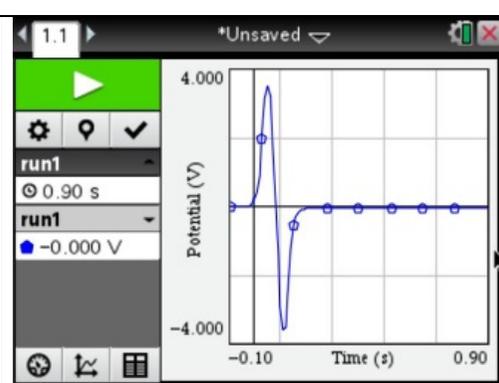
Waiting for Trigger Event ...
(Warten auf das Auslöseereignis...).

Die Messung beginnt, sobald die Triggerschwelle über- bzw. unterschritten wird.

3 

Auszuwählen sind:

Sensor für das Auslösen,
Type of trigger (Art der Auslösung): **increasing** / **decreasing** (Auslöseschwelle übersteigen / unterschreiten),
Trigger Threshold (Auslöseschwelle),
Percentage of Points (Vorspeicherung in Prozent)

6 

Nach Beendigung der Messung werden die Messdaten (einschließlich Vorspeicherung) vom LabCradle zum Rechner übertragen und graphisch dargestellt.

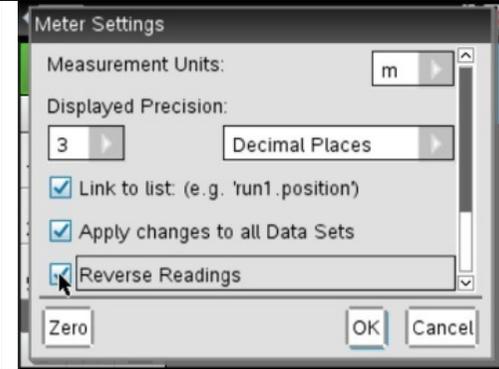
A8. Einstellungen für Sensoren ändern

1



In der DataQuest™-Applikation können abhängig vom Sensor die Einstellungen verändert werden. Um das Einstellungsfenster zu öffnen, muss der einzustellende Sensor in der Messansicht angeklickt werden.

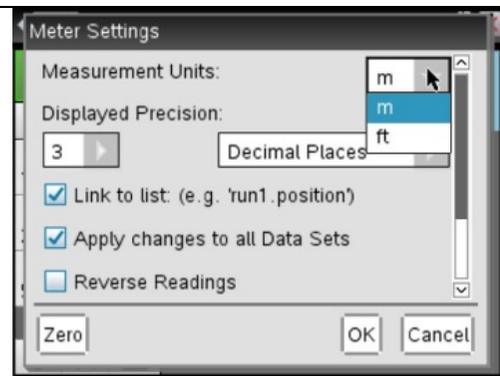
4



Vorzeichen umkehren:

Im Einstellungsfenster ist das entsprechende Feld auszuwählen.

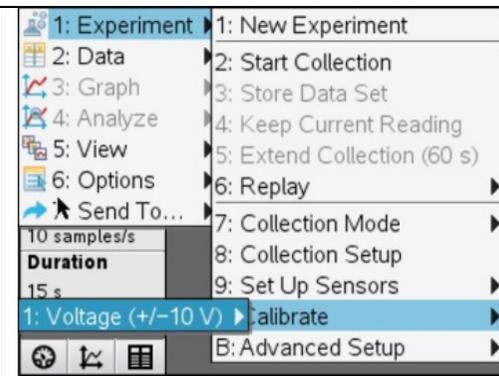
2



Einheiten ändern:

Im Einstellungsfenster ist das entsprechende Feld auszuwählen.

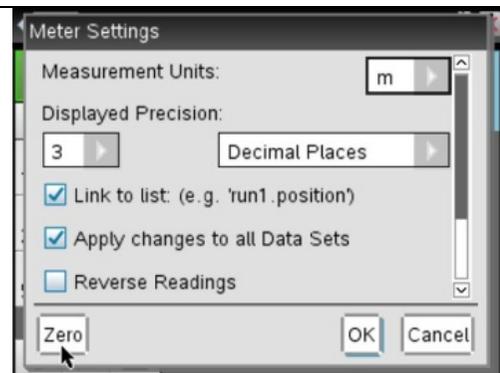
5



Sensor kalibrieren:

1:Experiment, A:Calibrate (Kalibrieren)

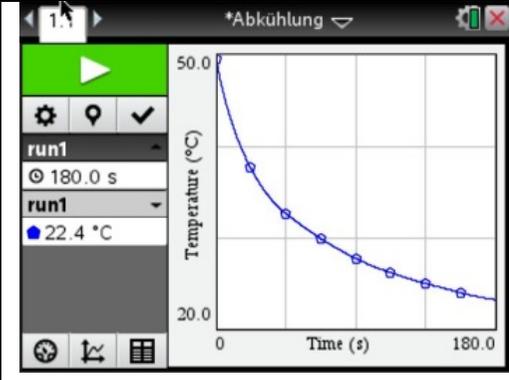
3



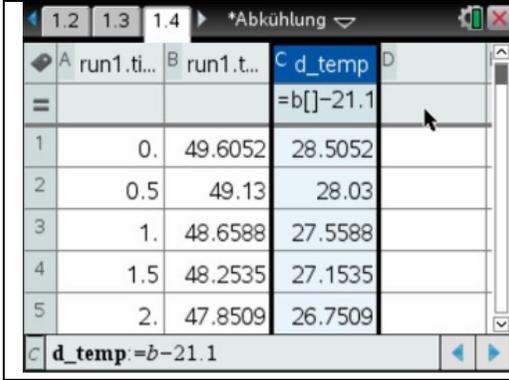
Nullpunkt festlegen:

Im Einstellungsfenster ist das entsprechende Feld auszuwählen.

A9. Messungen in den Applikationen Calculator, L & S, Graphs, D & S bearbeiten

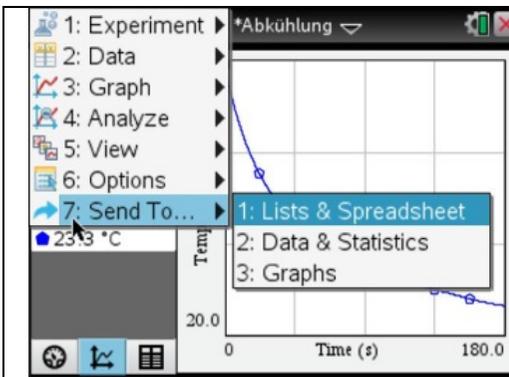
1 

Es wurde die Abkühlung der Temperatursonde in Luft gemessen. Die Messdaten sind in einzelnen Listen gespeichert, die mit *run* beginnen. In einigen Fällen ist es erforderlich, diese in anderen Applikationen darzustellen und zu bearbeiten.

4 

Beispiel für eine Bearbeitung

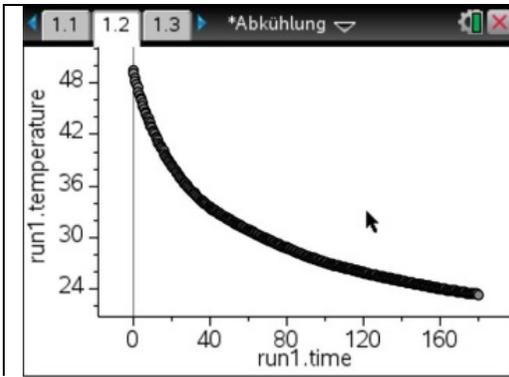
	A	B	C	D
run1.ti...	run1.t...	d_temp		
=			=b[]-21.1	
1	0.	49.6052	28.5052	
2	0.5	49.13	28.03	
3	1.	48.6588	27.5588	
4	1.5	48.2535	27.1535	
5	2.	47.8509	26.7509	

2 

Daten an eine Applikation senden:

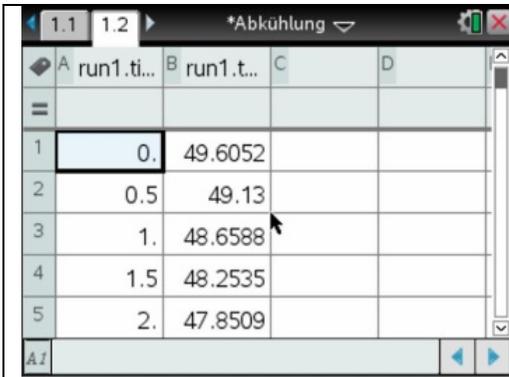
7: Send to... (Senden an..)

Dann kann die Applikation ausgewählt werden, in der die Daten dargestellt werden sollen.

5 

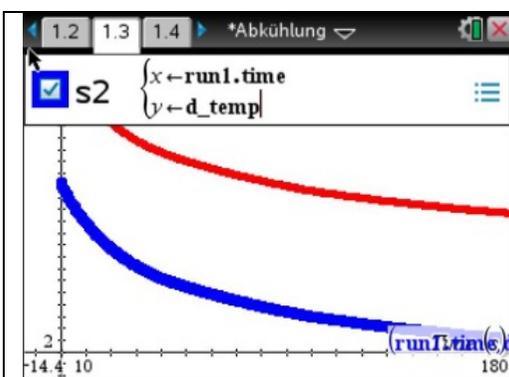
2: Data & Statistics:

Nach Anwählen der Applikation (s. 2) erscheint die Messreihe automatisch.

3 

1: Lists & Spreadsheet:

Die Tabellenkalkulation öffnet sich automatisch, die Datenreihen sind eingetragen.

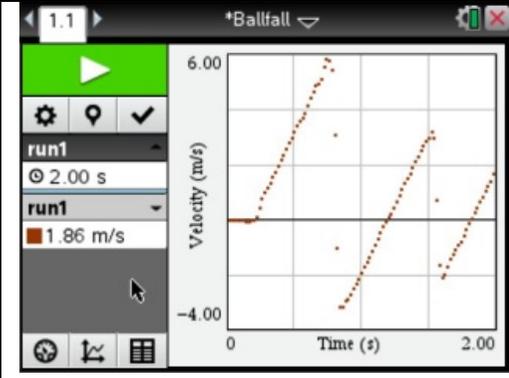
6 

3: Graphs:

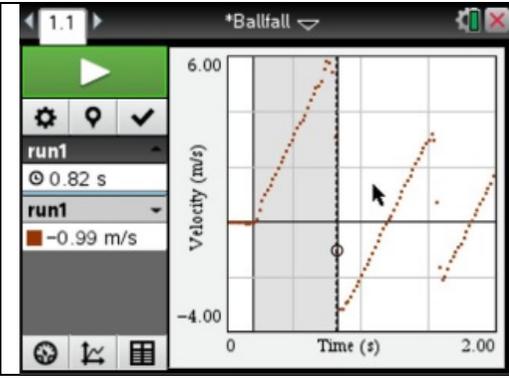
Nach der automatischen Übernahme der Original-Messreihe (s. 2) kann auch die in 4. erzeugte Datenreihe hinzugefügt werden.

A10. Daten durch eine Ausgleichsfunktion beschreiben

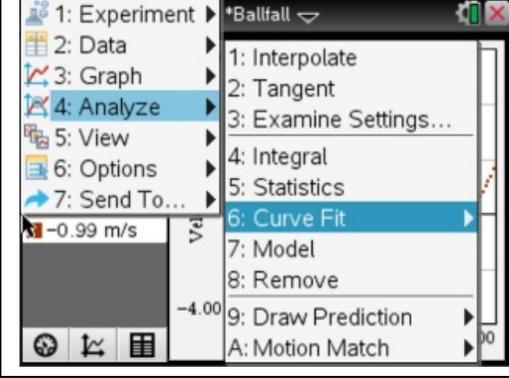
- 1**



Ein Teil einer Messkurve soll durch eine Ausgleichsfunktion beschrieben werden. Es wird die automatische Kurvenanpassung genutzt. (Vergleiche als Alternative A11.)
- 2**

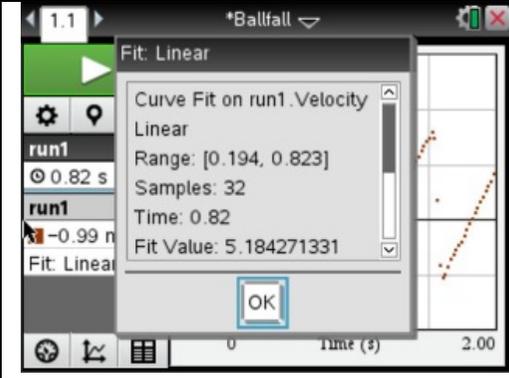


Falls notwendig, kann der durch eine Ausgleichsfunktion zu beschreibende Teil der Messung ausgewählt werden. (Vergleiche auch A6.)
- 3**

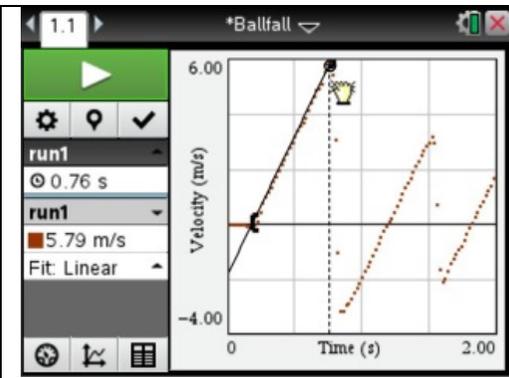


Der ausgewählte Teil soll durch eine lineare Funktion beschrieben werden.

4: Analyze (Analysieren),
6: Curve Fit (Kurvenanpassung),
1: Linear
- 4**

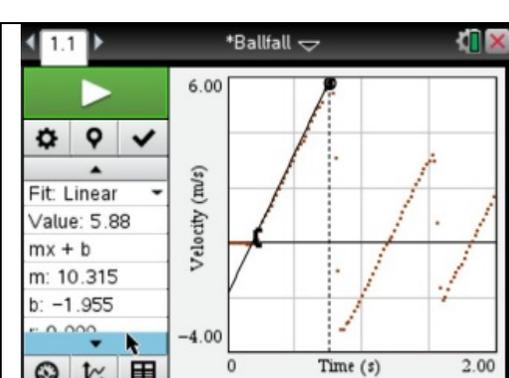


Nun wird nach Bestätigung mit **OK** automatisch eine Funktion erstellt, die die Messdaten beschreibt. Standardmäßig werden für die Regression alle markierten Daten verwendet.
- 5**



Die Parameter der Regressionsfunktion, nicht die Funktionsgleichung selbst, sind in anderen Applikationen verfügbar.

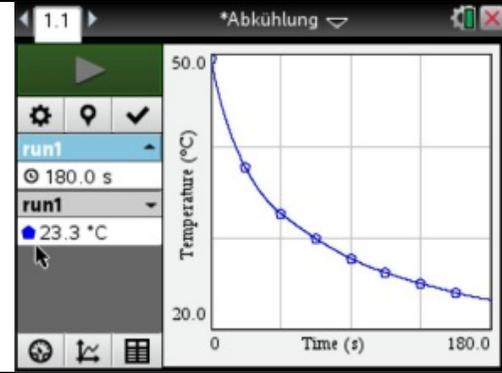
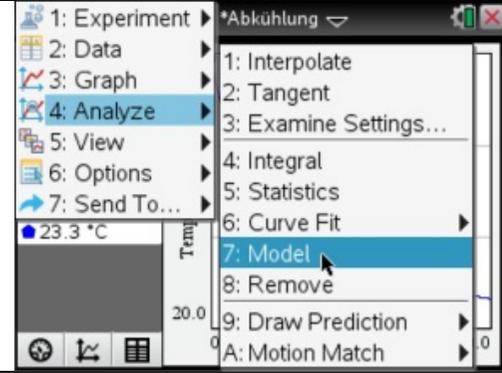
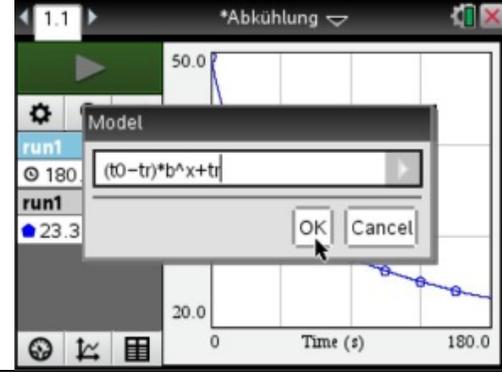
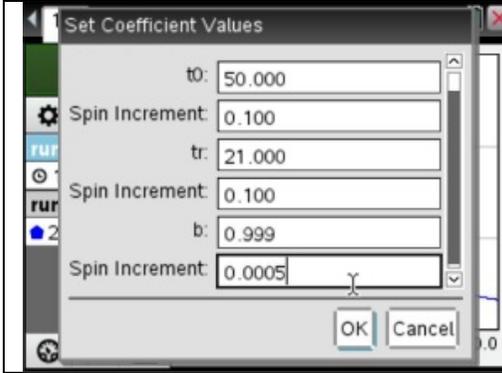
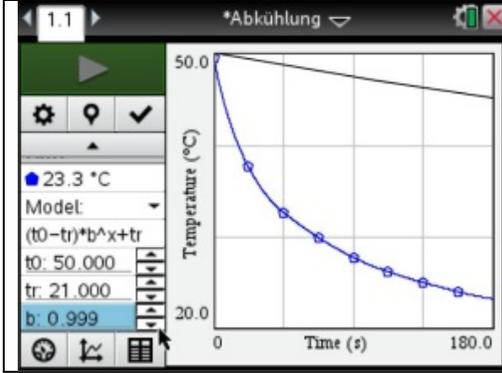
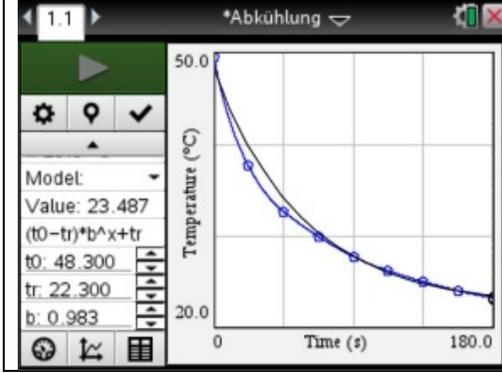
Durch das Verschieben der Bereichsgrenzen auf dem Bildschirm kann die Regression verfeinert werden.
- 6**



Die Ergebnisse der Regression kann man unter **Fit Linear** (Anpassen...) ablesen.

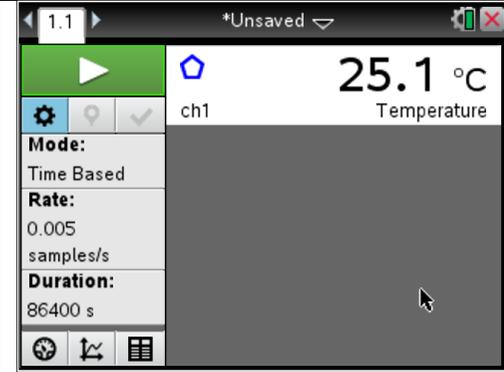
Mit **menu**,
4: Analyze (Analysieren),
8: Remove (Entfernen)
kann die Modellfunktion wieder entfernt werden.

A11. Daten durch selbstgewählte Funktionen modellieren

- 1**  Die Zeit-Temperatur-Messung eines auf die Umgebungstemperatur abkühlenden Temperatursensors soll modelliert werden. Im Menü *Curve Fit* (vgl. A10.) steht keine passende Funktion zur Verfügung.
- 2**  Hier können nun die Gleichung der Funktion selbst festgelegt und die notwendige Parameter variiert werden.
Menüauswahl:
4:Analyze (Analysieren),
7:Model (Modell)
- 3**  DataQuest™ bietet einige Funktionen an. Die Eingabe eigener Funktionen ist möglich (hier $(t_0 - tr) \cdot b^x + tr$). Die Variablen in dem Term außer x werden als Parameter erkannt.
- 4**  Nach **OK** können der Startwert und die Schrittweite (Spin Increment) für den jeweiligen Parameter für die Modellierung vorgegeben werden.
Mit **OK** wird die Eingabe abgeschlossen.
- 5**  Unter **run1** kann das Modell ausgewählt werden. Das Anpassen jedes Parameters erfolgt mit einem Taster: 
Mit dem oberen Pfeil werden die Werte vergrößert, mit dem unteren verkleinert.
- 6**  Feinanpassung für Startwert und Schrittweite der Parameter:
ctrl **menu**
1: Modify Model (Ändern Modell), wie Schritt 4.
Entfernen der Modellfunktion:
ctrl **menu**
2: Remove Model (Modell entfernen)

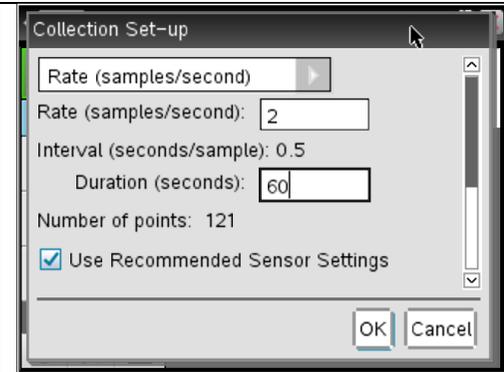
A12. Fernerfassung

- 1**



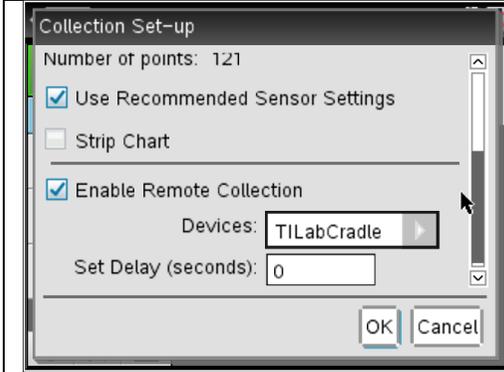
Zeitabhängige Messungen können mit dem Lab Cradle auch ohne angeschlossenen Rechner durchgeführt werden.

Die Einstellungen hierfür müssen allerdings zuvor am Rechner vorgenommen werden.
- 2**



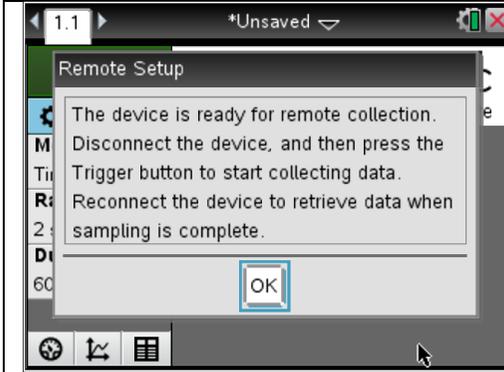
Nach Klicken auf das Symbol  werden zunächst die Abtastrate und die Messzeit eingestellt (vgl. A2).

Das Aktivieren der Fernerfassung erfolgt ebenfalls an dieser Stelle weiter unten im Fenster, indem das Häkchen bei **Enable Remote Collection** (Fernerfassung aktivieren) gesetzt wird.
- 3**



Außerdem können das verwendete Gerät (meist TI LabCradle) und die Verzögerungszeit (**Delay**) eingestellt werden. Mit **OK** beginnt der Countdown.

Achtung: Dieser Modus wird nur aktiviert, wenn hier mindestens 10 s eingegeben werden.
- 4**



Das Lab Cradle kann jetzt vom Rechner getrennt werden. Die Messung startet mit Drücken der grünen Taste (**trigger**) am Lab Cradle oder nach der vorher eingestellten Verzögerungszeit.

LED am Lab Cradle:
Rot – wartet auf Start
Grün – beim Messen
- 5**

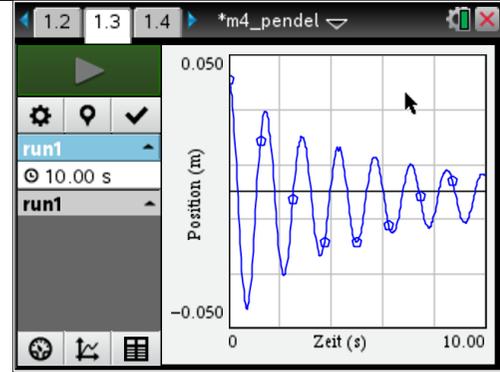


Nach Ablauf der Messzeit wird das Lab Cradle wieder angeschlossen. Durch Drücken der **Import**-Schaltfläche werden die Daten übertragen und können in den verschiedenen Formen (Graph, Tabelle) dargestellt werden.

ACHTUNG! Beachten Sie bei Langzeitmessungen den Ladezustand des Akkus des Lab Cradles.

A13. Messwerte aus Graphen ablesen und tabellieren (Graphs und Lists & Spreadsheet)

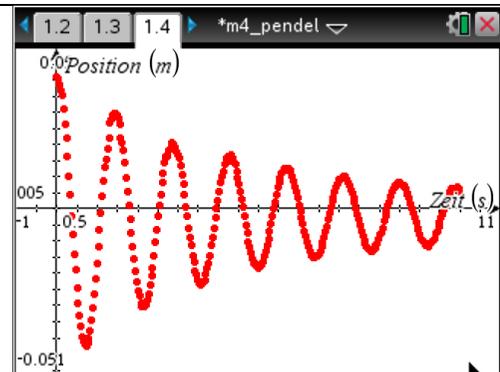
1



Für weitere Untersuchungen des Graphen sollen die Koordinaten einzelner Messpunkte in eine Tabelle übernommen werden.

Dazu werden die Messdaten in der Applikation **Graphs** dargestellt (vgl. A9.)

2



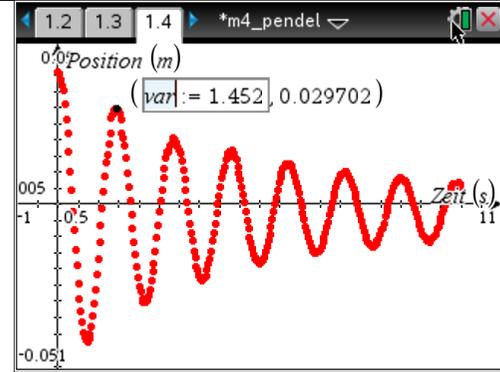
Zoom:
`[menu]`,
4:Window (Fenster)
9:Zoom Data

Koordinaten eines Messpunktes anzeigen:

`[menu]`, **8: Geometry** (Geometry)
1: Points & Lines (Punkte und Geraden)
1: Point on (Punkt auf)

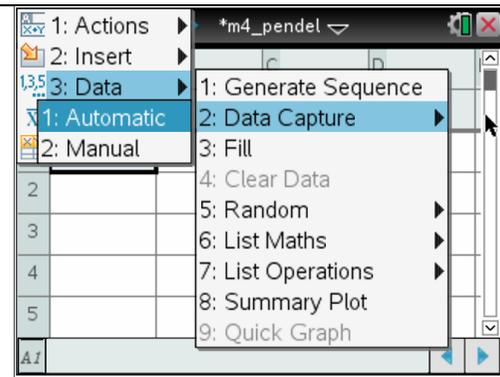
Mit einem Klick wird ein Datenpunkt markiert und mit einem zweiten werden die Koordinaten angezeigt.

3



Den Koordinaten werden Variablennamen zugewiesen. Dazu wird die erste Koordinate markiert und dann die Taste `[var]` und **1: Store var** gedrückt und anschließend *var* (blau) mit dem Namen (*zeit*) überschrieben. Ebenso erhält die zweite Koordinate einen Namen (*mwert*).

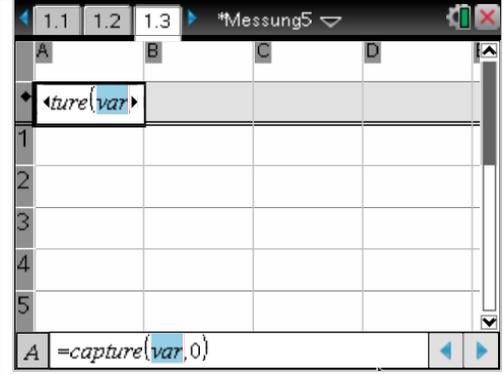
4



Lists & Spreadsheet:
 Übertragung ausgewählter Koordinaten in eine Tabelle:
`[menu]`
3:Data (Daten)
2:Data Capture (Datenerfassung),
2:Manual (Mit **1:Automatic** werden alle angewählten Punkte automatisch übertragen.)

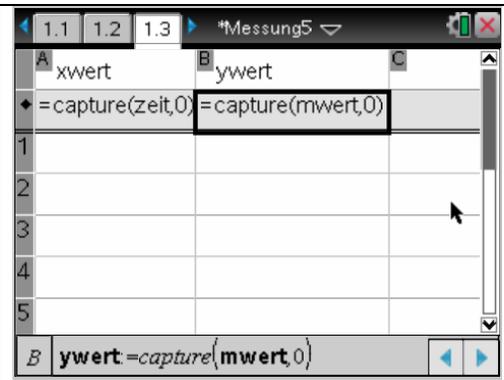
A13. Messwerte aus Graphen ablesen und tabellieren (Graphs und Lists & Spreadsheet)

5



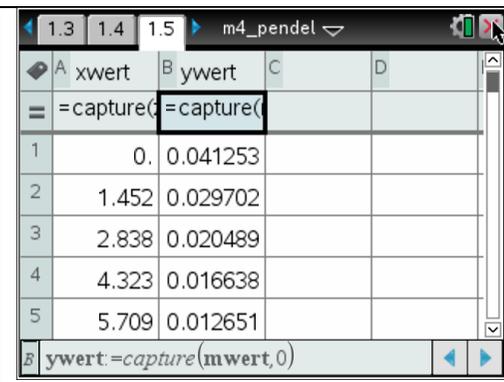
Die Formelzelle wird angeklickt, anschließend die Taste `var` gedrückt und dann der Name der ersten Koordinate (*zeit*) anstelle von *var* (blau) eingegeben. Der Vorgang (ab Schritt 4) wird in der nächsten Spalte für die zweite Variable wiederholt.

6



Nun ist die Tabelle für die Eingabe der Koordinaten ausgewählter Punkte vorbereitet. Für eine graphische Darstellung ist es erforderlich, den Spalten einen Variablennamen zu geben (*xwert*, *ywert*).

7

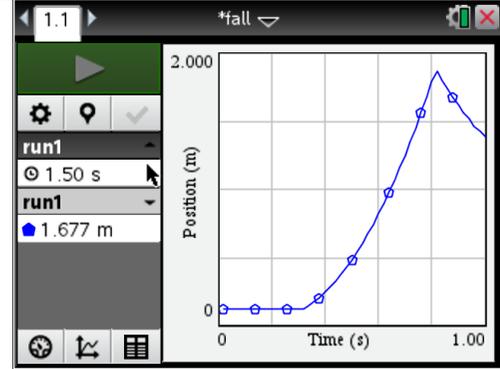


Nun geht man in **Graphs** zurück und verschiebt den Punkt (*zeit*, *xwert*) auf den ersten Messpunkt, der in die Tabelle übertragen werden soll. Mit `ctrl` erfolgt dann die Übertragung, usw.

	xwert	ywert		
1	0.	0.041253		
2	1.452	0.029702		
3	2.838	0.020489		
4	4.323	0.016638		
5	5.709	0.012651		

A14. Geschwindigkeiten dynamisch berechnen (Graphs)

1



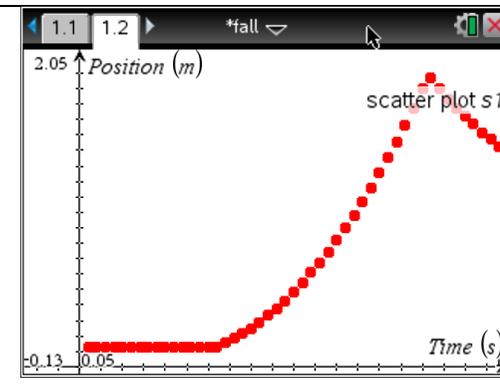
DataQuest:

Zu diesem Graphen der Position eines Balles während eines Falles sollen die Geschwindigkeiten des fallenden Balles in vorgegebenen Intervallen bestimmt werden.

Sekante zeichnen:

menu, **7:Points & Lines**
4:Line (Gerade)
 Gerade durch die Punkte zeichnen.

2

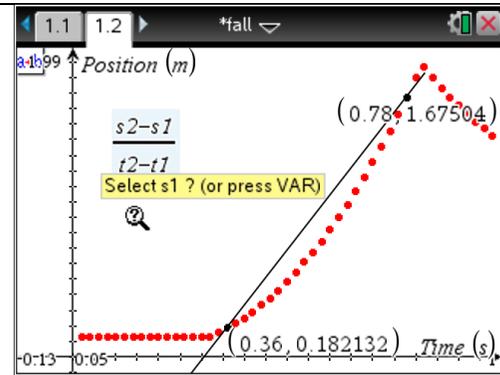


Dazu werden die Messdaten in der Applikation **Graphs** dargestellt (vgl. A9.)

Zoom:

menu,
4:Window (Fenster)
9:Zoom Data

4



Intervallgeschwindigkeit

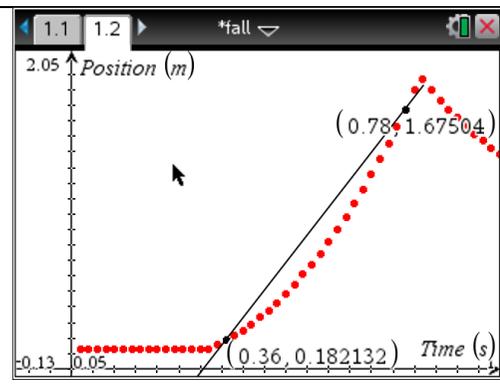
menu, **1:Actions** (Aktionen), **2:Text**

Mit Klick ein Textfeld öffnen und $(s_2-s_1)/(t_2-t_1)$ eingeben.

menu, **1:Actions** (Aktionen), **2:Calculate** (Berechnen)

Mit dem Cursor auf das Textfeld gehen und s1, t1, s2 und t2 aus den Koordinaten der Punkte mit dem Cursor wählen. Das Ergebnis hinter das Textfeld platzieren.

3

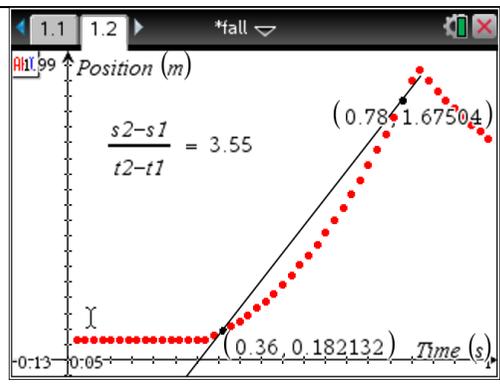


Randpunkte bestimmen:

menu, **8:Geometry** (Geometrie), **7:Points & Lines** (Punkt und Geraden), **2:Point On** (Punkt auf).

Dann die Randpunkte mit dem Cursor auswählen.

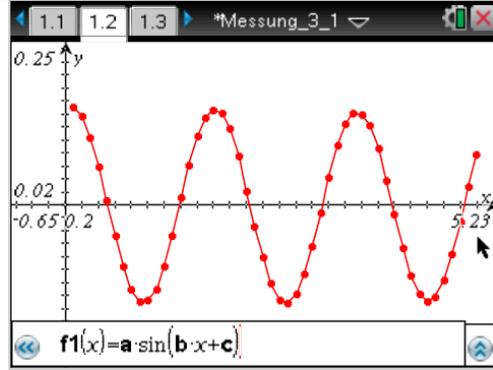
5



Um die Übersichtlichkeit zu erhöhen, werden die Koordinaten ausgeblendet. Mit der Greifhand können nun Punkte auf dem Graphen verschoben werden. Die aktuelle Steigung wird stets angezeigt. Sie kann in eine Tabelle übernommen werden (A 13).

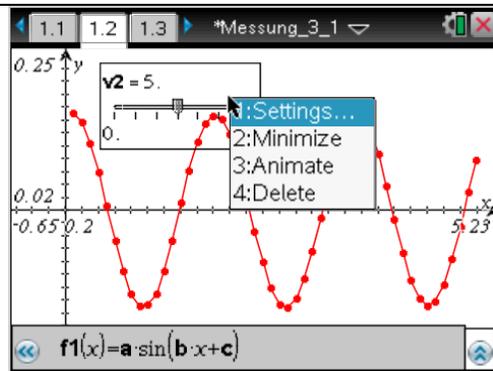
A15. Modellieren mit Schiebereglern (Graphs)

1



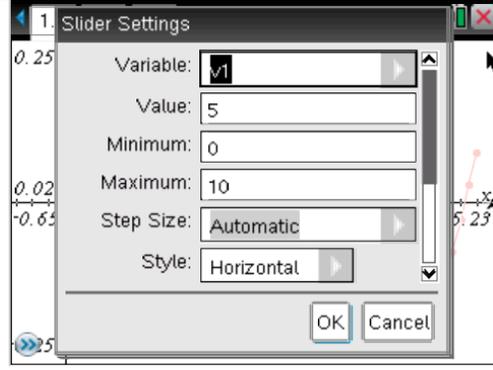
Dazu werden die Messdaten in der Applikation **Graphs** dargestellt (vgl. A9.)
Zoom:
4:Window (Fenster)
9:Zoom Data
Anschließend wird der Term in der Eingabezeile eingegeben, durch den die Daten modelliert werden sollen. Der Graph kann erst gezeichnet werden, wenn a , b , c Werte zugewiesen worden sind.

2



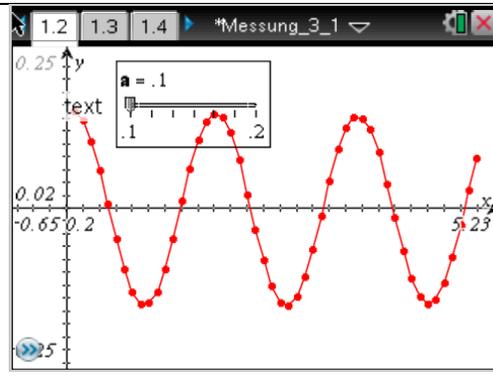
Die Parameter a , b , c in $f_1(x)$ sind durch Schieberegler so einzustellen, dass die Graphen von Daten und Funktion übereinstimmen.
1:Actions (Aktionen)
B:Insert Slider (Schieberegler einfügen), mit **ctrl**, **menu**
1:Settings (Einstellungen) das Einstellungsmenü aufrufen.

3



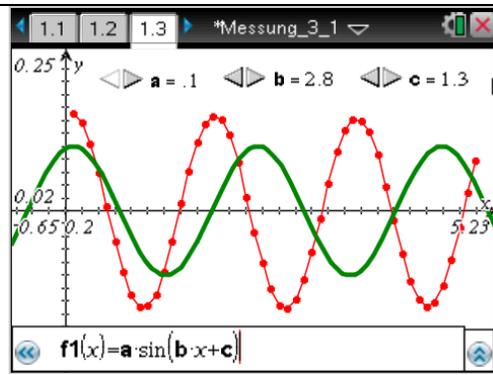
Nun ist der Name des Parameters und dessen Bereich anzugeben (a , Anfangswert: 0.1 , Min.: 0.1 und Max.: 0.2). Dieser sollte möglichst gut im Voraus bestimmt werden, damit der Datenverlauf und der Funktionsgraph sich nicht zu sehr unterscheiden.

4



Mit **enter** wird der Schieberegler angezeigt. Für die Parameter b und c werden die Schieberegler ebenso eingerichtet. Wenn mehrere Regler benötigt werden, so sollten sie verkleinert werden mit **ctrl**, **menu**
1:Settings
2:Minimize

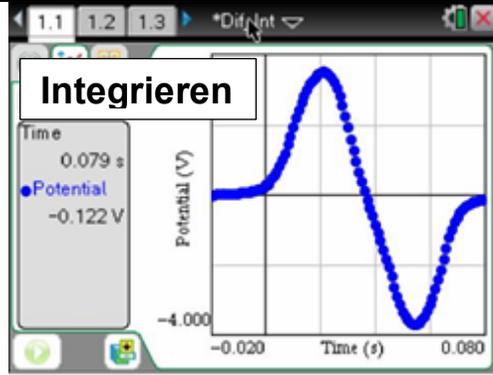
5



Nachdem für alle Parameter Schieberegler erstellt worden sind, wird auch die Funktion $f_1(x)$ graphisch dargestellt. Nun sind die Regler so einzustellen, dass der Unterschied zwischen Daten und Funktionsgraph möglichst gering wird.

A16. Numerisch integrieren und differenzieren (Lists & Spreadsheet)

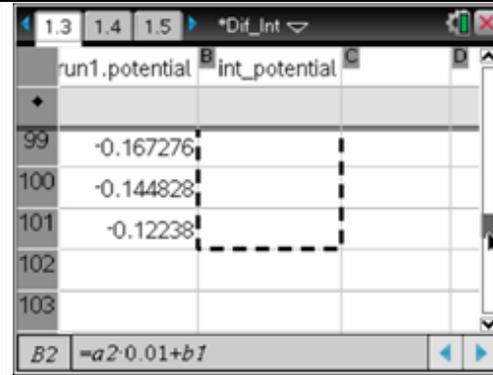
1



Zum Graphen der Induktionsspannung $u(t_i)$ soll näherungsweise eine Integralfunktion mithilfe von Summationen konstruiert werden. Dazu ist für jedes i zu berechnen:

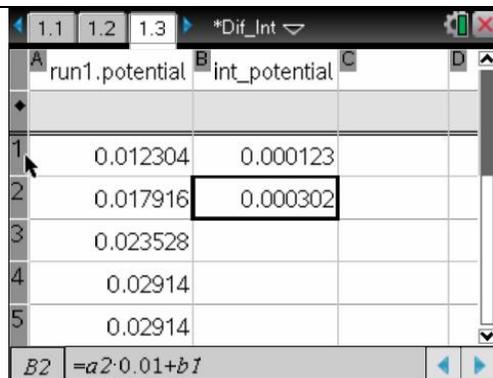
$$s(t_i) = \sum_{k=0}^i u(t_k) \cdot \Delta t$$

4



... den Cursor nach unten bis zur letzten Zelle ziehen.

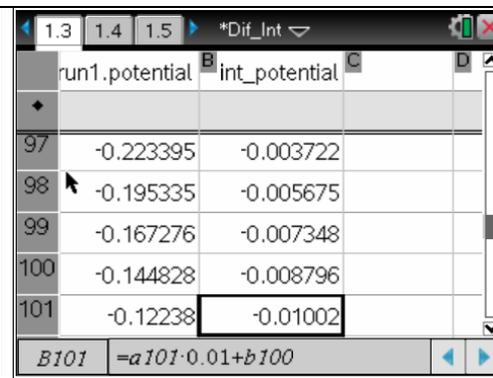
2



List & Spreadsheet:
Die Daten *run1.potential* werden in Spalte A eingetragen. In B erfolgt die Summation ($\Delta t = 0.01$ s):
 $B1| = a1 \cdot \Delta t$
 $B2| = b1 + a2 \cdot \Delta t$

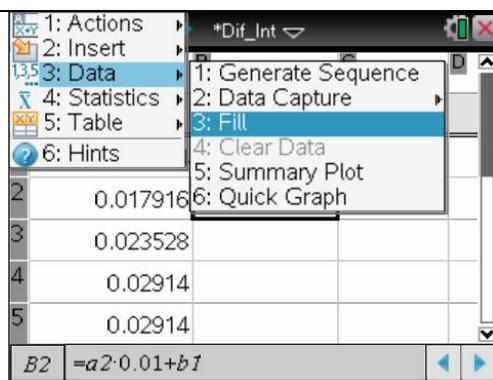
 $B101| = b100 + a101 \cdot \Delta t$

5



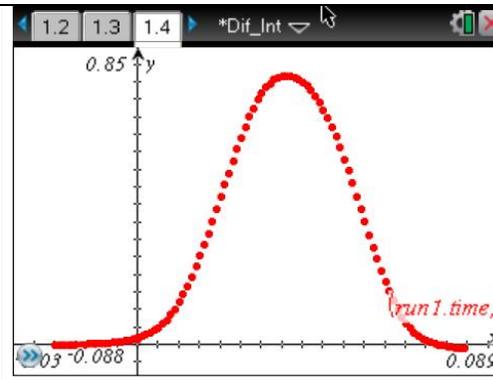
Dann werden die Summationen bis zur letzten Zeile berechnet. Für eine graphische Darstellung ist der Spalte B in der obersten Zeile ein Variablenname zuzuweisen (*int_potential*).

3



Es brauchen nur die Formeln für die Zellen B1 und B2 eingegeben werden. Die weiteren Berechnungen erfolgen dann durch den Rechner:
`[menu]`, **3: Data**
3: Fill (Ausfüllen)
 aufrufen, auf die Zelle B2 klicken und ...

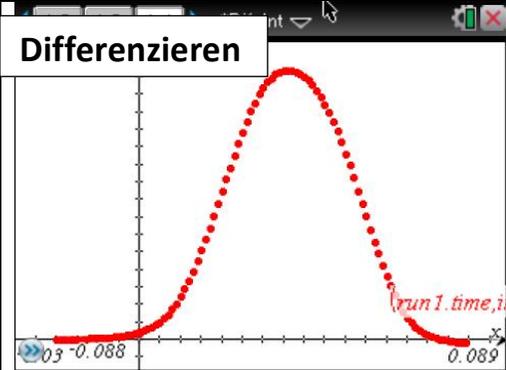
6



Graphs:
`[menu]`, **3: Graph Type** (Graphiktyp)
4: Scatter Plot (Streudiagramm)
 In der Eingabezeile mit `[var]` die Variablenliste aufrufen und für x *run1.time* und für y *int_potential* eingeben.

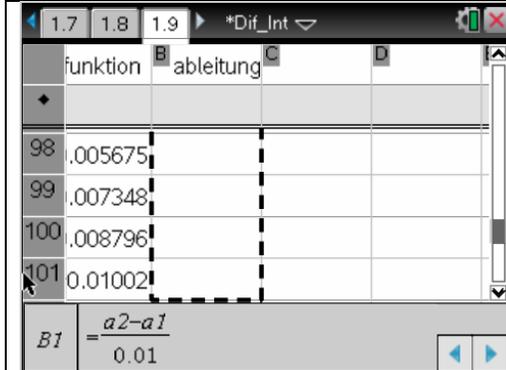
A16. Numerisch integrieren und differenzieren (Lists & Spreadsheet)

1 **Differenzieren**



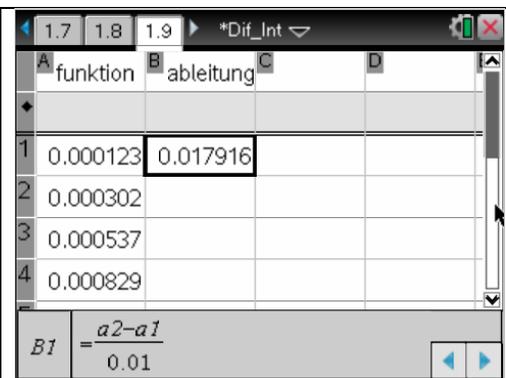
Zu diesem Graphen soll näherungsweise die Ableitungsfunktion mithilfe der Änderungsraten in den Messintervallen Δt konstruiert werden. Dazu sind die Differenzenquotienten $\frac{f(x_{i+1})-f(x_i)}{\Delta t}$ für jedes Intervall zu bestimmen.

4



... den Cursor nach unten bis zur letzten Zeile (101) ziehen.

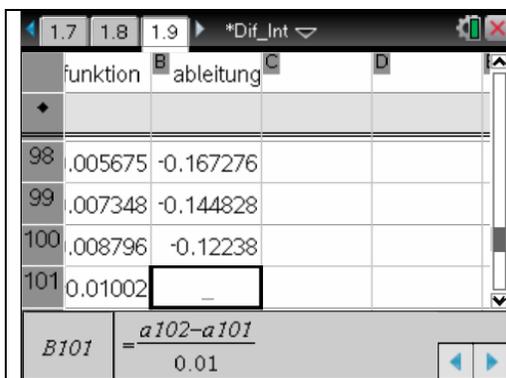
2



List & Spreadsheet:
Die Daten (*int_potential*) werden in Spalte A eingetragen. In B erfolgt die Differenzbildung ($\Delta t = 0.01s$):
 $B1| = (a2 - a1)/\Delta t$

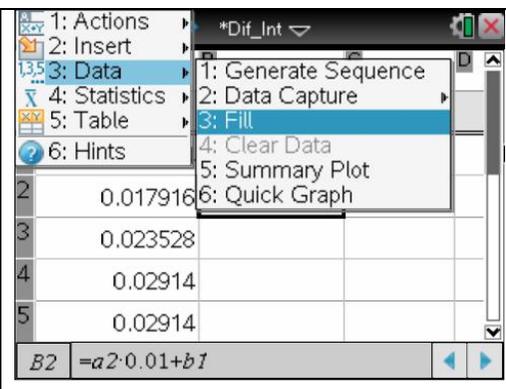
 $B100| = (a101 - a100)/\Delta t$

5



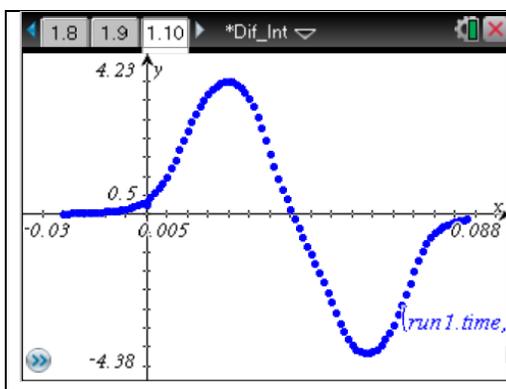
Dann werden die Differenzenquotienten bis zur letzten Zeile berechnet. Für eine graphische Darstellung ist der Spalte B in der obersten Zeile ein Variablenname zuzuweisen (*ableitung*).

3



Es braucht nur die Formel für die Zelle B1 eingegeben werden. Die Berechnungen können dann durch den Rechner erfolgen: Auf die Zelle B1 klicken
[menu], 3: Data
3: Fill (Ausfüllen) aufrufen und ...

6



Graphs:
[menu], 3: Graph Type (Graphiktyp)
4: Scatter Plot (Streudiagramm)
In der Eingabezeile mit **[var]** die Variablenliste aufrufen und für **x** *run1.time* und für **y** *int_potential* eingeben.