



Einführung in die TI-Nspire Software für Physiklehrer(innen)



Glossar TI-Nspire: <http://wiki.zum.de/TI-Nspire/Glossar>

Anleitung zur Messwerterfassung im Physikunterricht:
<http://www.t3-trainingcenter-berlin.de/arbeitskreise.html>

Unterrichtsmaterialien für Biologie, Chemie, Physik und Mathe
<http://www.ti-unterrichtsmaterialien.net/>



Die ersten Schritte mit dem TI-Nspire CAS

Betriebssystem 3.2

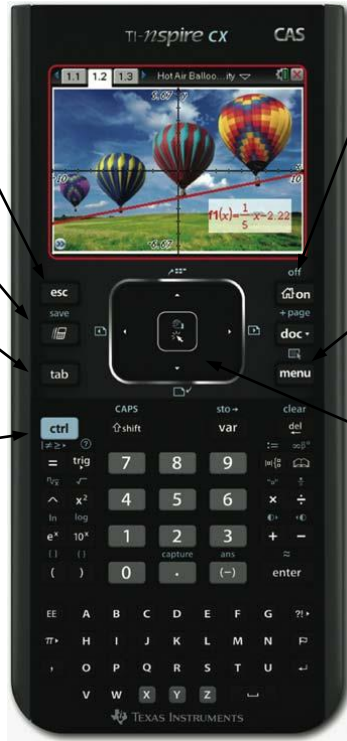
Die Tastatur

Esc schließt Menüs oder Dialogfelder

☰ Öffnet Calculator und Graphik-bildschirm

tab wechselt zum nächsten Eingabefeld

Ctrl Aktivierung der Zweitbelegung von Tasten



☰
- Einschalten
- Wechsel in das Hauptmenü
- Hinzufügen neuer Applikationen

menu öffnet das Applikationsmenü

Touchpad
Bewegung des Cursors innerhalb des Bildschirms

Klick-Taste
Auswahl eines Objektes auf dem Bildschirm (z.B. Möglichkeit der Verschiebung)

Applikationen

Durch Betätigung von **☰** wird das Hauptmenü aufgerufen, welches eine Aktivierung von Applikationen ermöglicht.

Innerhalb des Hauptmenüs kann z.B. mit **tab** gewechselt und einzelne Funktionen mit **enter** aktiviert werden.

Dokumente, Dateien

Dokumente können eine oder mehrere Seiten enthalten. Die einzelnen Seiten werden als Applikation aufgerufen.

Dokumente können als Dateien auf dem Rechner gespeichert werden.

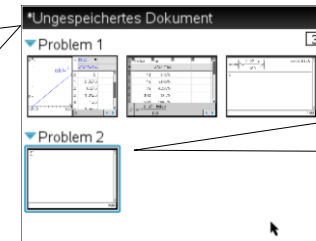
doc **5:Speichern unter** oder **ctrl** **S**

Achtung:

- In einem Dokument bleibt die Belegung von Variablen erhalten.
- Beim Öffnen eines neuen Problems in einem Dokument können Variablen neu belegt werden.

Dokument/Datei

- kann aus einem oder mehreren Problemen bestehen
- kann aus einer oder mehreren Applikationen bestehen



Applikation

Problem
- kann aus einer oder mehreren Applikationen bestehen.

A: Berechnen

siehe Calculator

B: Graph

siehe Graphs

Calculator

Lösen von z.B. Gleichungen; Integrieren, Differenzieren ...

Graphs

Graphen von Funktionen darstellen; dynamische Geometrie, ...

Geometry

dynamische Geometrie

Dokumente

Dokumentenverwaltung (Speichern, öffnen, ..)

5 Einstellungen

- Voreinstellungen
- Netzwerk



DataQuest

Aufnehmen, Darstellen und Auswerten von Messwerten

Notes

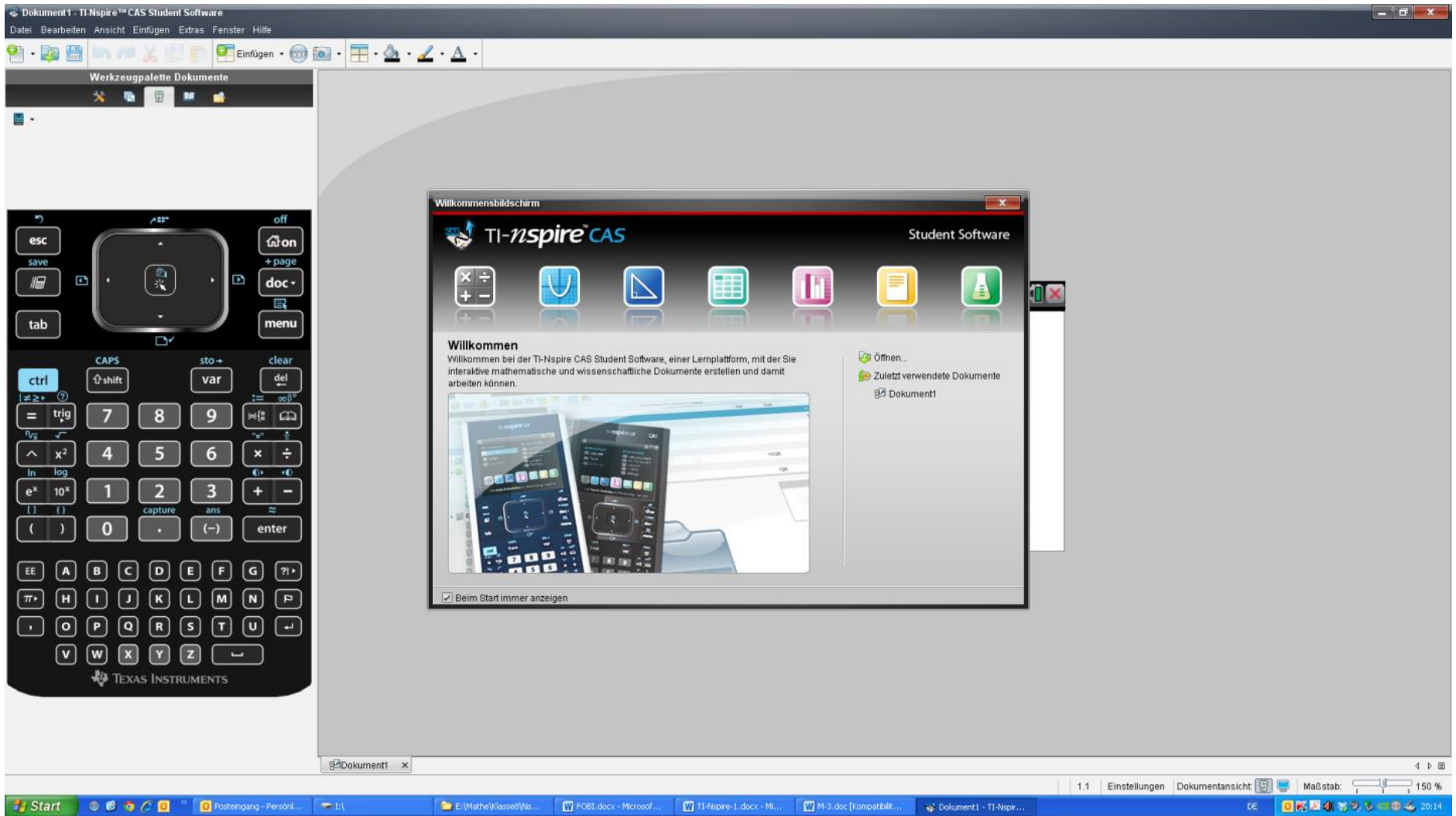
Erstellen von „interaktiven Texten und Berechnungs-algorithmen“

Lists and Spreadsheet

Tabellenkalkulation

Data&Statistiks

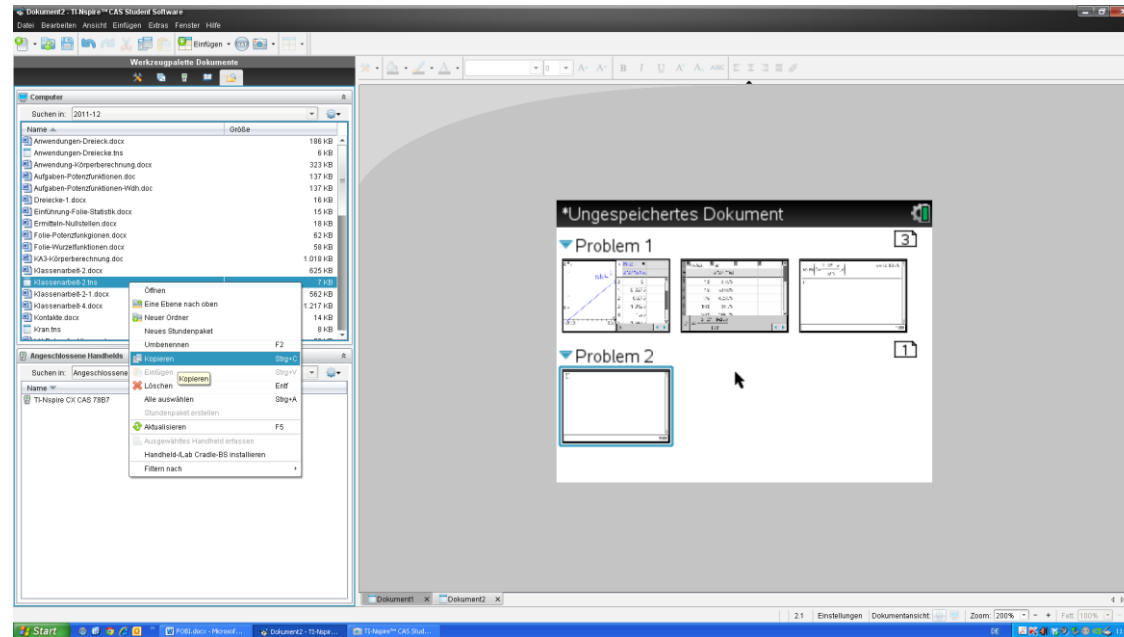
Graphische Darstellung von Datenreihen; mathematische Auswertung dieser Daten



Dateien kopieren

Übertragung vom Computer zum TR

- ❖ TR anschließen
- ❖ Verzeichnis und Datei im Computer wählen
- ❖ Kopieren (rechte Maustaste)
- ❖ TR (Verzeichnis wählen)
- ❖ Einfügen (rechte Maustaste)



Übertragung vom TR zum Computer

- ❖ TR anschließen
- ❖ Verzeichnis und Datei im TR wählen
- ❖ Kopieren (rechte Maustaste)
- ❖ Computer (Verzeichnis wählen)
- ❖ Einfügen (rechte Maustaste)

Datei vom TR auf dem Computer öffnen

- ❖ TR anschließen
- ❖ Verzeichnis und Datei im TR wählen
- ❖ Linke Maustaste - Doppelklick

Genau oder gerundet – wie soll das Ergebnis aussehen?



Grundeinstellungen des Rechners verändern

5:Einstellungen und Status 2:Einstellungen 1:Allgemein

Nach mehrmaligem Betätigen der Taste **tab** gelangt man in das Menü „**Berechnungsmodus**“. Mit der Cursortaste kann man das Menü öffnen und eine Einstellung auswählen.

Die Auswahl wird mit **enter enter** bestätigt.

Stellen Sie den Berechnungsmodus auf **Auto**



Berechnen Sie in der Applikation „**Calculator**“ 1 : 3.

1. Rechnung: **enter**
2. Rechnung: **ctrl enter**
3. Rechnung: setze hinter die Ziffer 3 „ . „ **enter**



Gleichungen Lösen bzw. Umstellen

Unter Verwendung einer Sammellinse wird von einem Gegenstand (Größe 16 mm), welcher 160 mm vor der Linse steht, ein Bild mit einer Bildweite von 240 mm gemessen.

Berechnen Sie mit Hilfe dieser Messwerte die Brennweite.

... unter Nutzung von *solve*

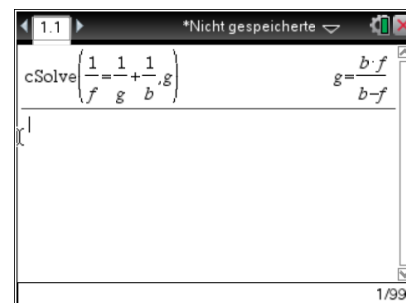
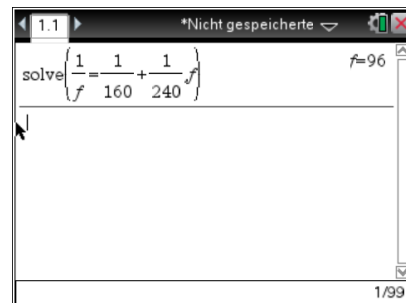
menu 3:Algebra 1:Löse enter

Stelle die Linsengleichung nach b um.

... unter Nutzung von *cSolve*

menu 3:Algebra C:Komplex 1:Löse enter

Applikation: „Calculator“



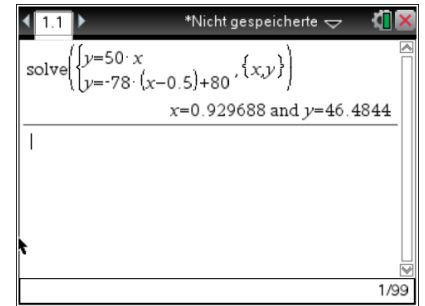
Anwendungsaufgabe Mechanik

In A startet um 9.00 Uhr ein LKW und fährt mit der Geschwindigkeit $v_1 = 50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ zum 80 km entfernten B. 30 Minuten später startet ein zweiter LKW mit der Geschwindigkeit $v_2 = 78 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ von B aus nach A.

Aufstellen der Weg-Zeit-Funktionen

- LKW A: $s_1(t) = 50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \cdot t$
- LKW B: $s_2(t) = -78 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} (t - 0,5 \text{ h}) + 80$

Calculator: Nutzung von *solve*



menu 3:Algebra 7:Gleichungssystem lösen 1:Gleichungssystem lösen enter

Graphs: Ermittlung des Schnittpunktes

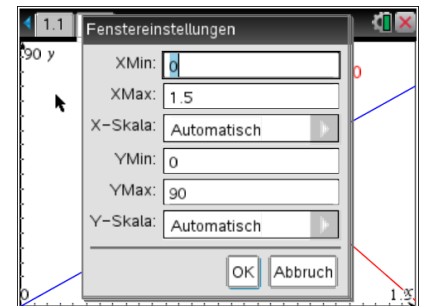
Eingabe der Funktionsgleichungen in den Funktionseditor

$$f_1(x) = 50x \text{ enter}$$

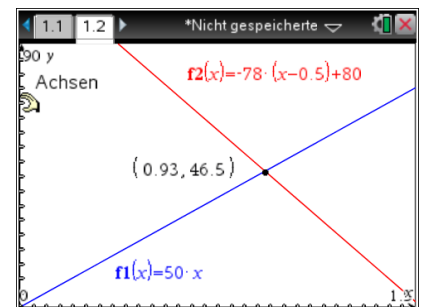
$$f_2(x) = -78(x-0.5) + 80 \text{ enter}$$

(Die Funktionen werden unter $f_1(x)$ und $f_2(x)$ gespeichert und stehen in allen Applikationen unter diesen „Variablen“ zur Verfügung)

menu 4:Fenster 1:Fenstereinstellungen



menu 6:Graph analysieren 4:Schnittpunkt



Anwendungsaufgabe Elektrizitätslehre

Ermitteln Sie, aus welchem Material ein Draht mit dem Durchmesser 3 mm besteht.

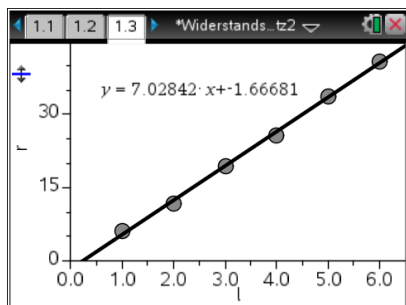
Erfassen der Messwerte mit *DataQuest*

Übertragen in *Lists&Spreadsheet*
Berechnung der Widerstände

run1			
	laenge	Potenzial	Aktuell
1	1.00	3.295	0.5459
2	2.00	5.650	0.4779
3	3.00	5.697	0.2937
4	4.00	5.720	0.2212
5	5.00	5.731	0.1705

	l	U	i	R
			= 'u/'i	
1	1.	3.295	0.5459	6.0359
2	2.	5.65	0.4779	11.8226
3	3.	5.697	0.2937	19.3973
4	4.	5.72	0.2212	25.859
5	5.	5.731	0.1705	33.6129
6	6.	5.742	0.1405	40.8682

Darstellung der Abhängigkeit $R(l)$ in *Data&Statistics*
Lineare Regression



Berechnung des spezifischen Widerstands im *Calculator*

$$\frac{\text{stat.m} \cdot \pi \cdot (0,3)^2}{4} = 0.49681$$

Ergebnis: Der Draht besteht aus Konstantan.

Datenerfassung mit DataQuest

Einführung

Auswahl der Datendarstellung

Messansicht

aktuelle Messwerte werden dargestellt

Graphansicht

Messwerte werden graphisch dargestellt

Tabellenansicht

Messwerte werden in Tabellen dargestellt

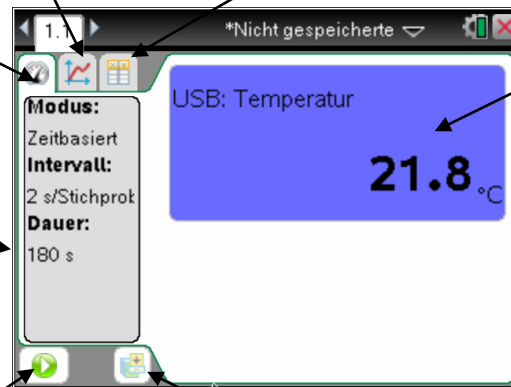
Anzeige der eingestellten Messmethode

Starten einer Messung

Nach der Auswahl der Messmethode wird hier die Messung gestartet.

Speichern einer Messreihe

Werden mehrere Messreihen nacheinander aufgenommen, können diese jeweils gespeichert werden.



Anzeige des aktuellen Messwertes und des angeschlossenen Sensors

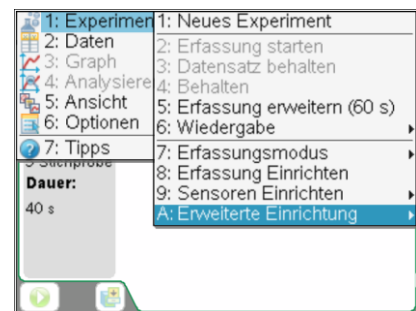
In der Regel werden die angeschlossenen Sensoren automatisch erkannt.

Durch mehrmaliges Betätigen der Taste **tab** bzw. unter Nutzung des Touchpads kann innerhalb des Bildschirms gewechselt werden. Die Aktivierung der Icons erfolgt mittels **Enter**.

Spezielle Einstellungen vornehmen

Die Software ermöglicht u. a., den Erfassungsmodus einzustellen, Sensoren zu kalibrieren, Einheiten zu ändern und einen Nullpunkt zu definieren.

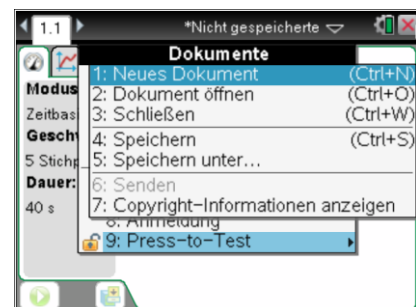
Alle Einstellungen können unter **menu** **1:Experiment** **→** und der Wahl der gewünschten Option vorgenommen werden.



Speichern von Dokumenten

Dokumente mit z.B. mehreren Versuchsreihen können als Datei auf dem Rechner gespeichert werden.

doc **1:Datei** **5:Speichern unter..**



Datenerfassung "Zeitbasiert"

Mit diesem Erfassungsmodus können automatisch Messwerte über einen festgelegten Zeitraum erfasst werden.

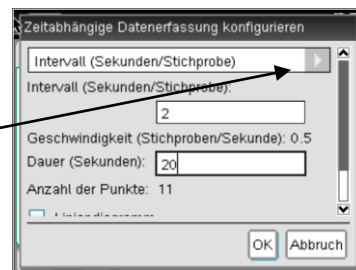
Beispiel:

Es sollen alle 2 Sekunden Messwerte über einen Zeitraum von 20 Sekunden aufgenommen werden.

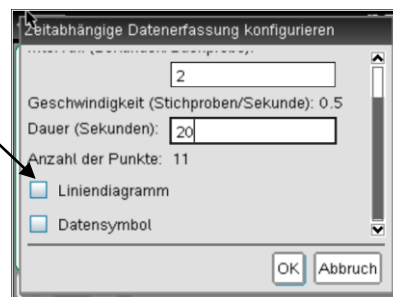
menu 1:Experiment
7:Erfassungsmodus
1:Zeitbasiert

Einstellungen

- alle wie viel Sekunden soll ein Messwert aufgenommen werden
- wie viele Messwerte sollen pro Sekunde aufgenommen werden



Wird dieser Befehl aktiviert, so verlängert sich die Datenaufnahme automatisch. Das Experiment muss dann manuell abgebrochen werden.

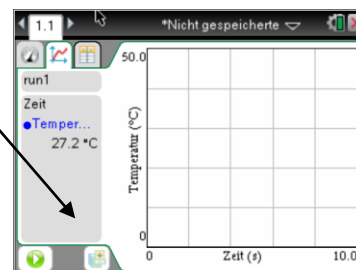


Datenerfassung starten

Der weiße Pfeil zeigt an, dass der Rechner zur Datenerfassung bereit ist. Nach Aktivierung des Icons startet die Messwernerfassung und es erscheint ein weißes Quadrat auf braunem Hintergrund. Nach dem Beenden der Messwernerfassung ist wieder der weiße Pfeil sichtbar.

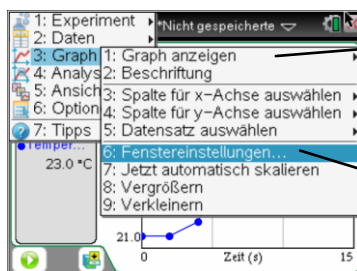
Datensatz speichern

Aufgenommene Daten werden durch Aktivierung des Icons gespeichert. Die Versuchsdurchführung erhält die Bezeichnung "run1" (siehe linker, oberer Bildschirmrand) Nach dem Speichern des Datensatzes kann mit einer neuen Messung begonnen werden "run2".

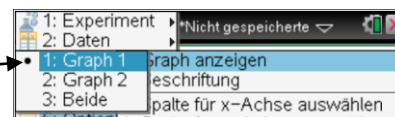


Koordinatensystem anpassen

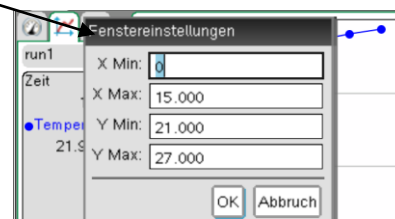
Zur optimalen Darstellung der aufgenommenen Messwerte kann das Koordinatensystem angepasst werden.



Auswahl der Graphen



Koordinatensystem anpassen



Datenerfassung "Ereignisse mit Eintrag"

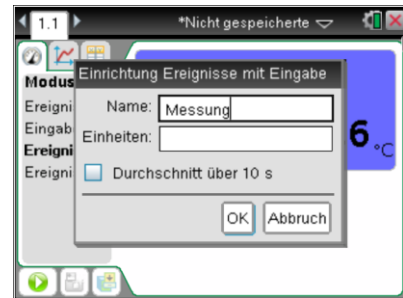
Mit diesem Erfassungsmodus werden ausgewählte Messwerte aufgenommen. Diesen wird dann jeweils ein numerischer Wert durch den Nutzer zugeordnet.

Beispiel:

Es sollen 5 verschiedene Temperaturen nacheinander aufgenommen werden.

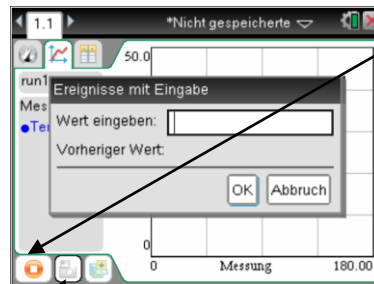
menu 1:Experiment
7:Erfassungsmodus
2:Ereignisse mit Eingabe

Die "Ereignisse" werden auf der x- und die aufgenommenen Messwerte auf der y- Achse abgetragen.



Messung starten

Durch Betätigung des linken Icons (weißer Pfeil) wird die Messung gestartet. Solange das weiße Quadrat auf dem braunen Untergrund sichtbar ist, läuft eine Messung.



Messung beenden

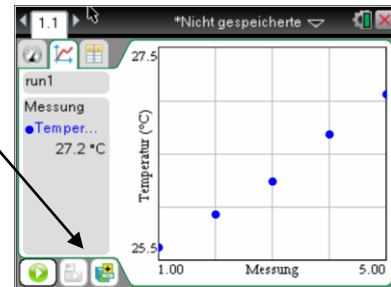
Die Erfassung wird durch Betätigung des Icons (weißes Quadrat auf braunem Untergrund) gestoppt. Es erscheint der weiße Pfeil.

Messung durchführen

Nach dem Starten der Messung wird ein erster Messpunkt angezeigt. Durch das Betätigen des Icons (aktuellen Messwert beibehalten) wird dieser Messwert gespeichert. Es öffnet sich das oben abgebildete Fenster, sodass vom Experimentator ein Wert eingegeben werden kann. Die erste Messung ist abgeschlossen. Ein zweiter, dritter, .. Messwert wird durch Betätigen der Taste **Enter** aufgenommen. Das Fenster zur Eingabe des „Ereignisses“ öffnet sich jeweils automatisch.

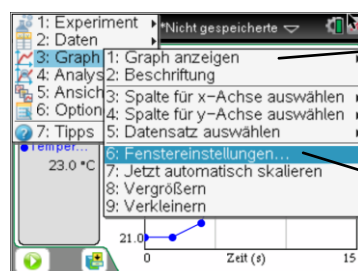
Datensatz speichern

Aufgenommene Daten werden durch Aktivierung des Icons gespeichert. Die Versuchsdurchführung erhält die Bezeichnung "run1" (siehe linker, oberer Bildschirmrand). Nach dem Speichern des Datensatzes kann mit einer neuen Messung begonnen werden "run2".

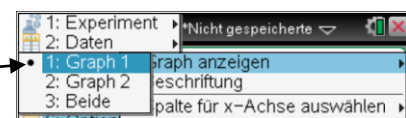


Koordinatensystem anpassen

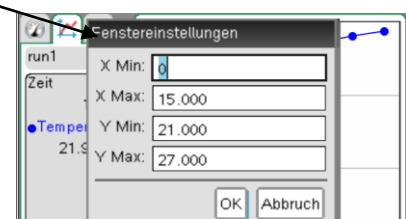
Zur optimalen Darstellung der aufgenommenen Messwerte kann das Koordinatensystem angepasst werden.



Auswahl der Graphen



Koordinatensystem anpassen

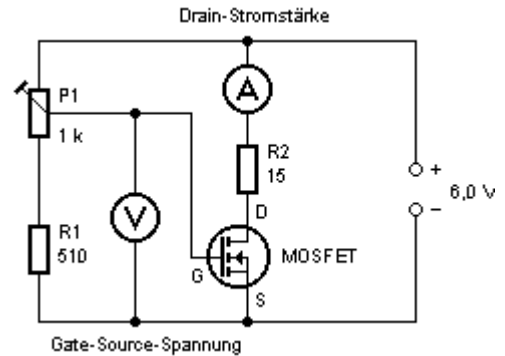


Ausgewählte Experimente

Aufnahme der Steuerkennlinie ($I_D(U_G)$ -Diagramm) eines Feldeffekttransistors:

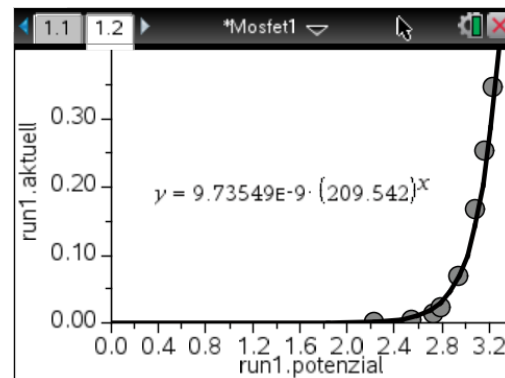
Durchführung:

- Messung der Gate-Source-Spannung und der Drain-Stromstärke
- Darstellung der Steuerkennlinie
- Ermittlung eines geeigneten Regressionsmodells



Ergebnisse:

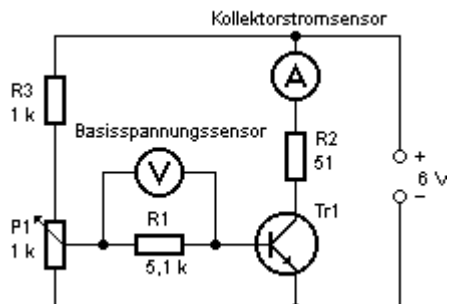
U_{GS} in V	I_D in A
2,661	0,01381
2,738	0,03641
2,797	0,05242
2,859	0,07075
2,926	0,1085
2,996	0,1746
3,024	0,199
3,066	0,2617



Aufnahme der Steuerkennlinie ($I_C(I_B)$ -Diagramm) eines npn-Transistors:

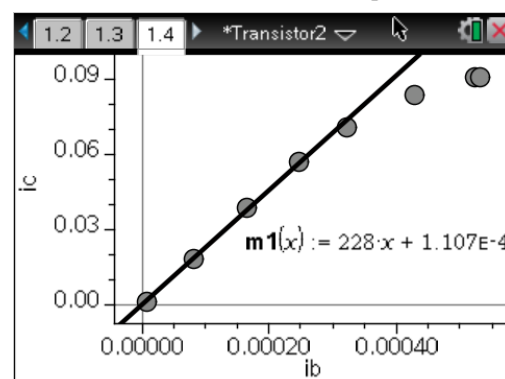
Durchführung:

- Berechnung der Basisstromstärke aus der Spannung am Basisvorwiderstand; es gilt: $I_B = \frac{U_B}{R_1}$
- Bestimmung der Stromverstärkung



Ergebnisse:

U_B in V	I_C in A	I_B in A
0,045	0,0016	0,00000882
0,418	0,0186	0,000082
0,846	0,0388	0,000166
1,26	0,0568	0,000247
1,64	0,0708	0,000322
2,18	0,0838	0,000427
2,67	0,0905	0,000524
2,71	0,0905	0,000531



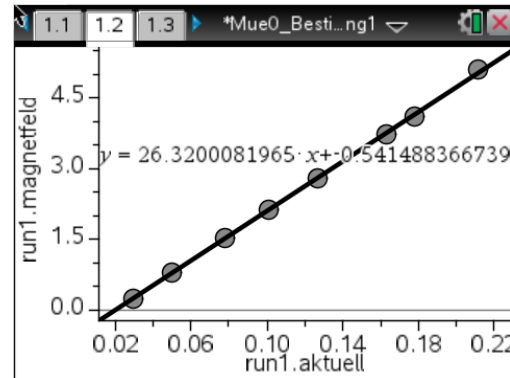
Bestimmung der magnetischen Feldkonstante an einer stromdurchflossenen Spule

Durchführung:

- Messung der Stromstärke und der magnetischen Flussdichte an einer stromdurchflossenen Spule (SEG 1000 Wdg. / Länge: 5,0 cm)
- Ermittlung der magnetischen Feldkonstante aus dem anstieg der Regressionsgeraden

Ergebnisse:

I_{Err} in A	B in mT
0,0295	0,234
0,05	0,785
0,078	1,527
0,1012	2,122
0,1266	2,775
0,1625	3,721
0,1781	4,091
0,2114	5,081



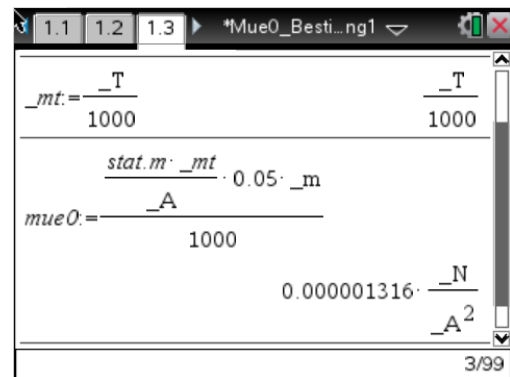
Auswertung:

- Bestimmung der magnetischen Feldkonstante aus dem Anstieg der Regressionsgeraden,
- Definition und Einsetzen physikalischer Einheiten,
- Es gilt:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{I_{\text{Err}} \cdot N}{l}$$

$$m_{\text{Reg}} = \mu_0 \cdot \frac{N}{l}$$

$$\mu_0 = \frac{m_{\text{Reg}} \cdot l}{N}$$



Ausblick:

In der Mechanik können auch Funktionen für komplexe Bewegungsabläufe definiert werden, z.B.:

```

Define v_kompl(t, v0, dt1, v1, dt2, v2, dt3, v3) =
Func
Local a1, t1, a2, t2, a3, t3
t1 = dt1:t2 = t1+dt2:t3 = t2+dt3
a1 = (v1-v0)/dt1
a2 = (v2-v1)/dt2
a3 = (v3-v1)/dt3
If t<t1 Then
Return a1*t+v0
Else
If t<t2 Then
Return a2*(t-t1)+v1
Else
Return a3*(t-t2)+v2
EndIf
EndIf
EndFunc

```

Daraus lässt sich sofort eine Funktion **s_kompl(t)** gewinnen:

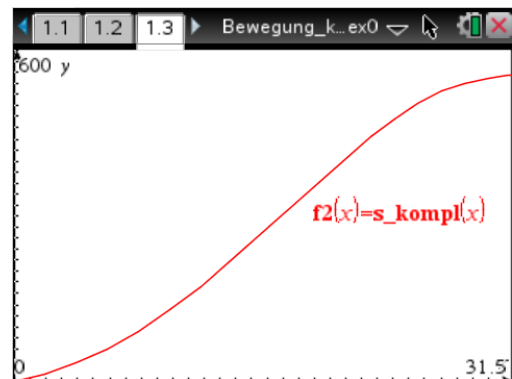
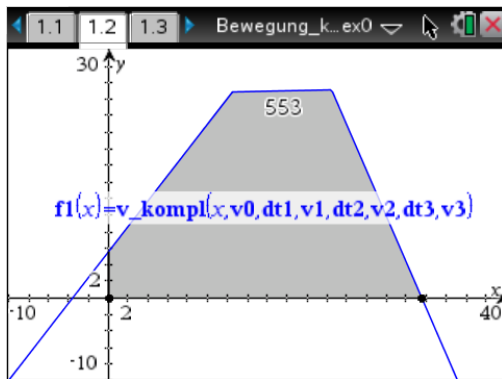
$$s_kompl(t) = \int_0^t v_kompl(x, v0, dt1, v1, dt2, v2, dt3, v3) dx$$

Für die Bewegungsgrößen: $v_0 = 20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

$$\Delta t_1 = 12,5 \text{ s}; v_1 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\Delta t_2 = 10,0 \text{ s}; v_2 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

ergibt sich: $\Delta t_3 = 9,0 \text{ s}; v_3 = 0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$



Anhang: Technische Hinweise:

- Bei den CAS-Experimenten Kennlinie, Fotowiderstand, Kräftezerlegung, Steuerkennlinie und Dehnung einer Schraubenfeder sind die Messwerte **einzeln** zu erfassen:
(Menü: **Experiment** → **Erfassungsmodus** → **Ausgewählte Ereignisse** → **ok**)
- Die mechanische Schwingung der Schraubenfeder ist zeitbasiert zu erfassen:
(Menü: **Experiment** → **Erfassungsmodus** → **zeitbasiert** → **Parameter festlegen**)
- Grundsätzlich sollten die Wertetabellen in die Tabellenkalkulation des CAS (Lists & Spreadsheet) durch **copy (ctrl+c)** and **paste (ctrl+v)** übernommen werden.
Hier lassen sich weitere Auswertungen vornehmen (Quotienten / Regressionen / usw.)