

I) Messwert-Erfassung mit dem GTR

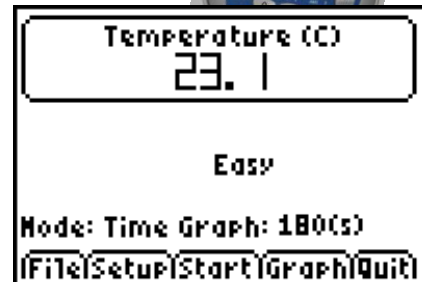
1. Messungen mit einem Sensor

Versuch 1: Erwärmungskurve von Wasser

Materialien: GTR, EasyLink-Adapter, Temperatur-Sensor, Wasser und Wasserkocher.

Durchführung:

1. Temperatur-Sensor mit dem EasyLink-Adapter an den USB-Eingang des GTR anschließen, der Sensor wird automatisch erkannt und das EasyData-Programm startet. Der aktuelle Messwert wird angezeigt, zusätzlich eine Informationszeile über den Modus (Mode) sowie die Steuerzeile mit fünf Menüpunkten (**File** / **Setup** / **Start** / **Graph** / **Quit**). Die Menüpunkte werden über die oberste Tastenreihe mit der unter dem Menüpunkt liegenden Taste angewählt:



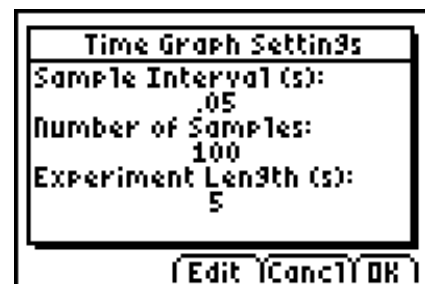
Y= (**File**), Window (**Setup**), Zoom (**Start**), Trace (**Graph**), Graph (**Quit**).

2. Über den Menüpunkt **Setup** werden die Messeinstellungen vorgenommen:

Untermenüpunkt 2: Zeit-Graph anwählen (2' drücken ODER mit dem Pad über die Richtungstasten $\leftarrow$, $\rightarrow$, $\uparrow$, $\downarrow$ den zweiten Menüpunkt **Zeit-Graph...** anwählen und mit **Enter** bestätigen. Anschließend mit **Edit** (Zoom-Taste) die Mess-Parameter festlegen (vorgegebene Werte können einfach über die **Clear**-Taste gelöscht werden: Abtastintervall in s: 2, mit **Next** (Zoom-Taste) bestätigen.



Gesamtzahl der zu erfassenden Werte: 150, mit **Next** (Zoom-Taste) bestätigen.



Die Mess-Einstellungen werden angezeigt (mit berechneter Experimentierlänge von 300 s). Mit **Ok** (Graph-Taste) bestätigen.

3. 1,0 Liter Wasser in den Wasserkocher geben und den Wasserkocher einschalten, dabei mit dem Thermometer ständig umrühren (evtl. am Kabel halten).
4. Nach ca. 5 Sekunden die Messung durch Anwahl von **Start** (Zoom-Taste) die Messung starten.
5. Die Messung bis zum Kochen des Wassers laufen lassen, anschließend noch ca. 1 Minute weiterlaufen lassen. Während der Messung werden die Messwerte sowie der Graph aufgezeichnet.



6. Ist die Messung vor den eingestellten 300 s beendet, so kann die Messung durch anwählen von **Stop** (Zoom-Taste) vorzeitig beendet werden (s. Bild oben).
7. Nach der Messung wird der Graph mit einer geeigneten Skalierung aufgezeichnet. Mit dem Pad (links / rechts) kann der Graph abgefahren werden, die jeweiligen Messwerte werden dann angezeigt.
Über **Anlyz** (Zoom-Taste) & **1: Statistiken** (1 drücken oder über Pad anwählen und mit der Enter-Taste bestätigen) können Statistikwerte für einen ausgewählten Bereich (linke und rechte Begrenzung in den zwei folgenden Fenstern über das Pad einstellen und bestätigen): Mittelwert, Minimum, Maximum, Standardabweichung und Zahl der Messpunkte im ausgewählten Bereich. Über **Ok** (Graph-Taste) gelangt man zurück zum Graphen.
8. Über **Main** (Graph-Taste) gelangt man ins Hauptmenü.
9. Dort kann die Messung abgespeichert werden: File (Y= - Taste), **3: Speichern unter** (3), Namen eingeben, **Ok** (Graph-Taste).
10. Mit **Quit** (Graph-Taste) das EasyTemp-Programm verlassen. Im folgenden Fenster (Beenden?) wird angezeigt, wo die Werte (Liste) abgespeichert wurden (Zeit in L1, Temp(C) in L2). Mit **Ok** (Graph-Taste) bestätigen.

Überspielen der Daten auf den Computer und Weiterverarbeitung der Daten in Excel oder Open Office Calc: s. S.6ff (3. Weiterverarbeitung der Daten auf dem Computer)

Versuch 2: Erwärmungskurve von Eiswasser

Materialien: GTR, EasyLink-Adapter, Temperatur-Sensor. Wasser, Eiswürfel, Hammer, Stofftuch und Metallschale (flacher Boden, Durchmesser 7 – 10 cm).

Durchführung:

Datenerfassung (Einstellungen):

Setup: ZeitGraph, Abtastintervall: 2 s, Anzahl der Abtastwerte: 200.

Ein Eiswürfel wird in das Stofftuch eingewickelt und mit dem Hammer auf einem festen Untergrund zertrümmert. Die Eisstückchen werden in die Metallschale gegeben, anschließend wird so viel Wasser zugegeben, dass die Eisschicht fast mit Wasser bedeckt ist. Mit dem Temperatur-Sensor wird so lange gerührt, bis die Temperatur praktisch konstant ist, anschließend die Messung gestartet. Die Schale wird auf die flache Hand gestellt und ständig weiter gerührt, bis das ganze Eis geschmolzen ist. Anschließend lässt man die Messung noch eine Minute laufen. Die Messung kann – sollte sie vorzeitig fertig sein mit ‚Stop‘ beendet werden.

Auswertung: Kopieren Sie die Daten in Excel oder Calc und erstellen Sie ein X-Y-Punkt-Diagramm. Erläutern Sie an dem ermittelten Graphen, wann das Eis vollständig geschmolzen war.

Versuch 3: Säure-Base-Titration mittels pH-Wert-Bestimmung

Materialien: GTR, EasyLink-Adapter, pH-Sensor, Magnetrührer oder Rührstation, Bürette oder Medizinspritze mit Einweg-Hahn und Spitze, Stativmaterial, Natronlauge (Konzentration $c \approx 0,1 \text{ mol/l}$), Salzsäure-Maßlösung ($c = 0,1 \text{ mol/l}$), Schutzbrille, Trichter, Becherglas 100 ml (hohe Form).

Durchführung: pH-Sensor mit dem EasyLink-Adapter an den GTR anschließen (Sensor wird automatisch erkannt und der aktuelle Messwert angezeigt):

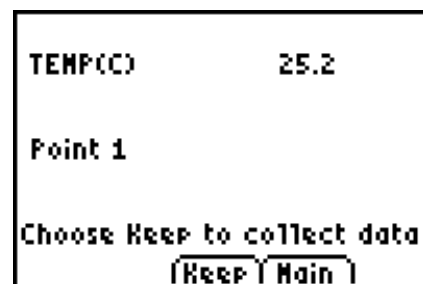
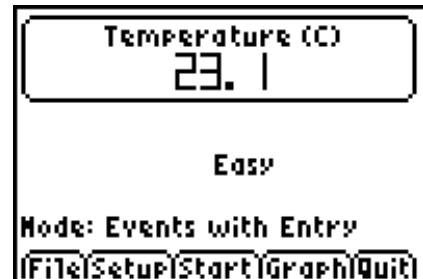
Datenerfassung (Einstellungen):

Setup: Ereignis mit Eingabe.

Die Salzsäure-Maßlösung wird mit Hilfe des Trichters in die Bürette gefüllt. Die zu titrierende Natronlauge (20 ml) wird in das Becherglas gegeben und der pH-Sensor hineingestellt, die Lösung mit dem Magnetrührer gerührt.

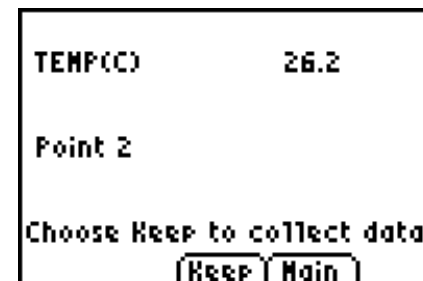
Messung durch **Start** beginnen

Keep speichert den ersten Messpunkt (Wert eingeben, z.B. laufende Nummer 1), mit **OK** bestätigen

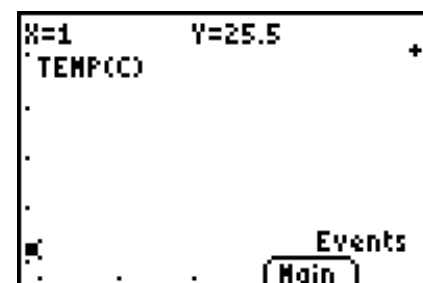


Anschließend wird nach Zugabe von jeweils 0,5 ml Maßlösung der nächste Messwert aufgenommen (**Keep** anwählen, Zuordnung des Wertes 2).

Die Schritte werden wiederholt, bis ca. 30 ml Salzsäure zugegeben wurden.



Stop beendet die Messung, der Graph wird gezeichnet. Die Daten können wie oben beschrieben ausgewertet oder in zur Weiterbearbeitung in eine Tabellenkalkulation kopiert werden (X-Y-Punktdiagramm).



Versuch 4: Titration einer Ammoniak-Lösung ($c \approx 0,1 \text{ mol/l}$) mit Salzsäure ($c = 0,1 \text{ mol/l}$).

Titration analog zu Versuch 3.

Alternativ:

Salzsäure-Titration ($c \approx 0,1 \text{ mol/l}$) mit Natronlauge-Maßlösung ($c = 0,1 \text{ mol/l}$),

Essigsäure-Lösung ($c \approx 0,1 \text{ mol/l}$) mit Natronlauge-Maßlösung ($c = 0,1 \text{ mol/l}$).

Weitere mögliche Titrationsen: Phosphorsäure, Maleinsäure.

Versuch 5: Leitfähigkeits-Titration

Es werden Salzlösungen der Konzentration 0,01 mol/l zusammen gegeben.

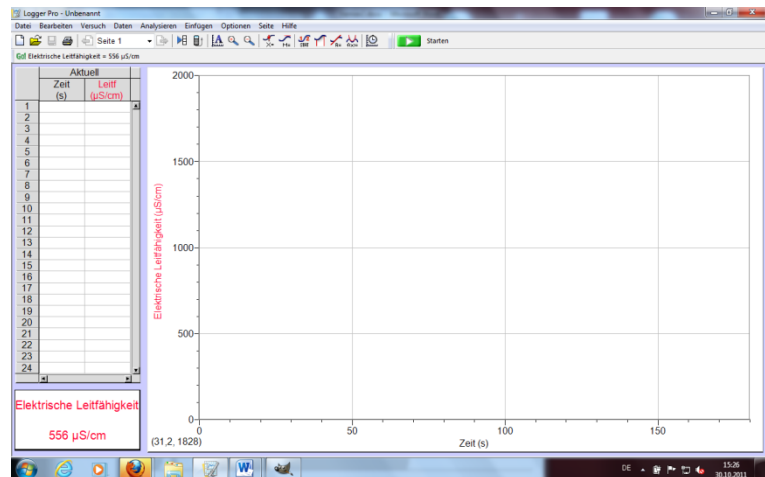
Materialien: Salzlösungen (s.u.), Leitfähigkeits-Sensor, Magnetrührer, Stativmaterial, Becherglas 100 ml (hohe Form), Schutzbrille.

Mögliche Kombinationen: Natriumcarbonat/Calciumchlorid (Fällung von Calciumcarbonat), Natriumphosphat/Calciumchlorid (Fällung von Calciumphosphat), Kaliumoxalat/Calciumchlorid (Fällung von Calciumoxalat), Silbernitrat/Natriumchlorid (Fällung von Silberchlorid),

Durchführung: Leitfähigkeits-Sensor an den Computer mit dem EasyLink-Adapter anschließen und Titration durchführen (20 ml der gewünschten Lösung mit ca. 30 ml der gewünschten Maßlösung).

Datenerfassung (Einstellungen):

Modus: s. Versuch 3.



2. Messungen mit mehreren Sensoren (GTR und CBL2)

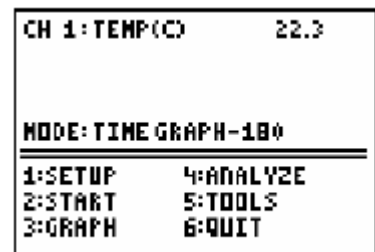
Sollen mehrere Messwerte aufgenommen werden, so wird das CBL2 benötigt. Die zur Messwerterfassung benötigte Software wird mit dem CBL2 mitgeliefert und muss beim ersten Anschließen des Gerätes installiert werden. Es können über das CBL2 auch Messungen mit einem Sensor durchgeführt werden, hierfür wird dann aber kein EasyLink-Adapter benötigt. Die Software DataMate wird nach Anleitung auf den GTR überspielt.

Die Software muss über die [Apps]-Taste und anschließende Auswahl der DataMate-Applikation über das Pad (▼, ▲, Bestätigung mit **Enter**) gestartet werden. Nach dem Aufruf kann der Sensor angeschlossen werden, der wiederum automatisch erkannt wird (im Fenster rechts: Temperatur-Sensor).



Weitere Sensoren können angeschlossen werden und werden ebenfalls automatisch erkannt.

Die Steuerung erfolgt über Ziffern-Eingabe und das Pad (ggf. durch Bestätigung mit **Enter**).



Auch mit dem CBL kann – wie beim Laptop – die Messung mit den drei Sensoren für pH-Wert, Temperatur und Leitfähigkeit nicht gleichzeitig erfolgen (pH-Sensor und Leitfähigkeits-Sensor stören sich, wenn sie sich in der gleichen Lösung befinden).

Versuch 6: Kombinierte Messungen

Es lassen sich Neutralisations-Titrationen (Konzentrationen ca. 0,1 mol/l) bzgl. zweier Messwerte verfolgen (Temperatur und pH-Wert, Temperatur und Leitfähigkeit). Der Messbereich des Leitfähigkeits-Sensors wird bei diesen Konzentrationen zwar überschritten, Werte-Verlauf und Graph können aber immer noch sauber interpretiert werden.

Aufg.: Führen Sie eine Säure-Base-Titration von Natronlauge (Konzentration ca. 0,1 mol/l mit Salzsäure-Maßlösung ($c = 0,1$ mol/l), Einstellungen: s. V3.

Die gewünschten Sensoren werden angeschlossen und die Mess-Einstellungen über Setup (1) eingestellt:

Modus (Mode) auf Selected Events (5) ändern, mit OK (1) bestätigen.

Mit Start (2) die Messung starten (Alternativ: Start-Knopf auf CBL2 drücken).

Mit [Enter] die einzelnen Messwerte aufnehmen.

[Sto] stoppt die Messung.



Über [1], [6] verlässt man das Programm, es werden die Speicherorte für die Messwerte angezeigt (üblicherweise Ereignis in L1, Eingang CH1 in L2, Eingang CH2 in L3, ...).

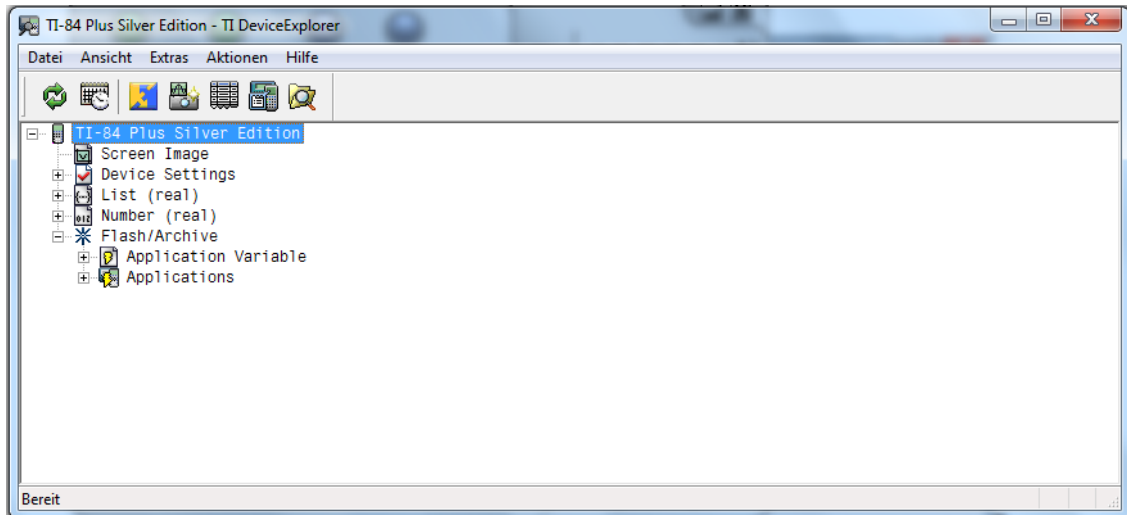
Anschließend kann man den Taschenrechner mit dem Kabel mit dem Laptop verbinden und mit dem Programm TI Connect die Daten wie oben beschrieben auslesen und in einem Tabellenkalkulations-Programm weiter verarbeiten.

Wichtig: Bei Temperaturmessungen zügig arbeiten (Wärmeabgabe an Umgebung)!

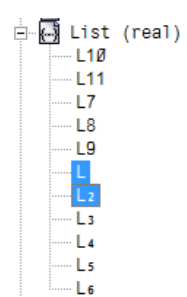
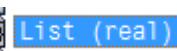
Messungen mit dem Tropfenzähler sind mit dem GTR nicht möglich.

3. Weiterverarbeitung der Daten auf dem Computer

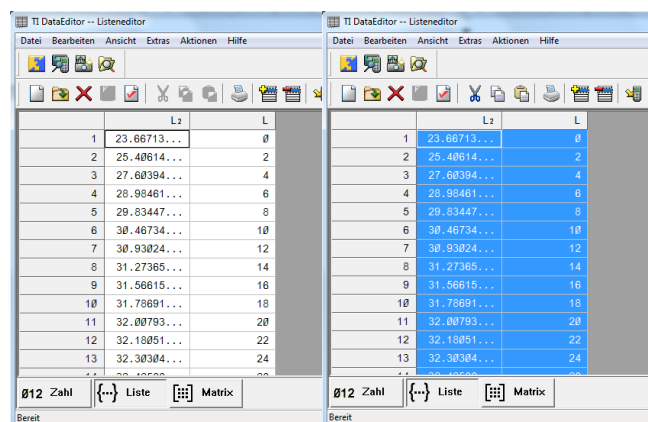
1. Sensor entfernen (ansonsten wird die Verbindung vom Laptop nicht erkannt).
2. GTR mit dem Verbindungskabel über die USB1-Schnittstelle mit dem Laptop verbinden.
3. TI Connect starten (Computer).
4. TI Device Explorer starten.
5. Das Device Explorer-Fenster wird geöffnet:



6. Mit einem Doppelklick List (real) auswählen.
7. Im folgenden Fenster die Liste L und L2 anwählen (L durch Mausklick anwählen, Umschalt-Taste gedrückt halten und L2 durch Mausklick anwählen).



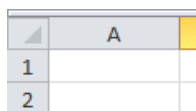
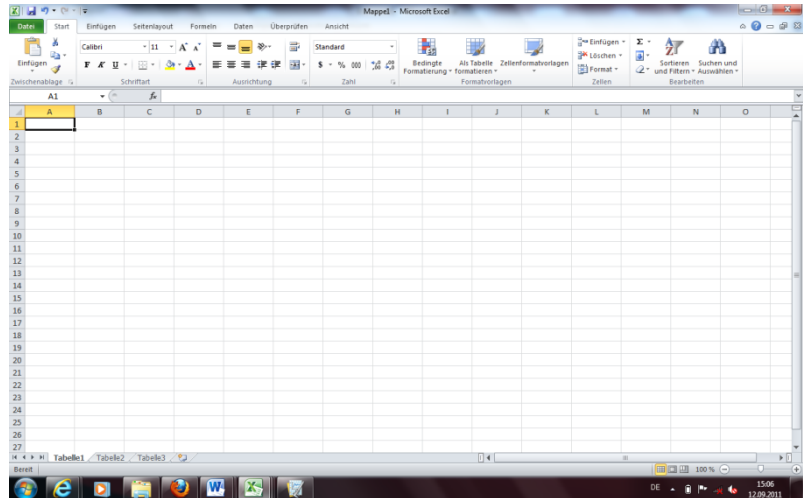
8. Durch Drücken der Eingabetaste (Enter) werden die Daten der beiden Listen in den Listeneditor übertragen.
9. Die beiden Spalten werden durch Mausklick auf L2 und L (oberste Zellen) angewählt und dabei blau unterlegt.
10. [Strg]+,C' kopiert die Daten in den Arbeitsspeicher.



Weiterverarbeitung der Daten:

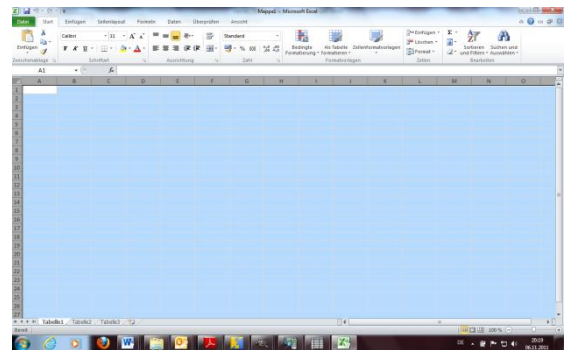
a) Diagramm-Erstellung unter Excel (2010):

Excel starten:

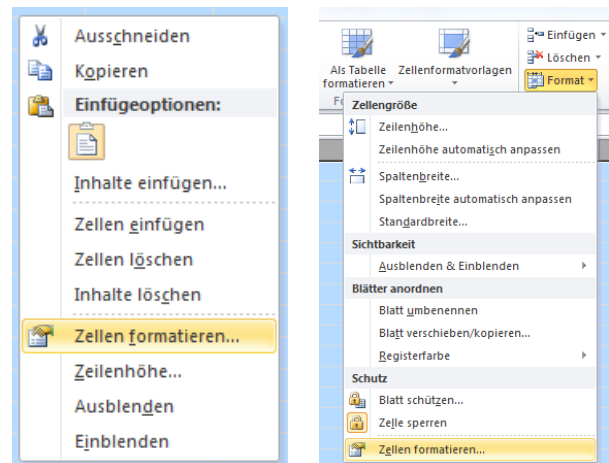


Alle Zellen markieren
(Mausklick auf das
graue Rechteck ober-
halb der Zeilenbeschriftung 1 (Links der
Spaltenbeschriftung A).

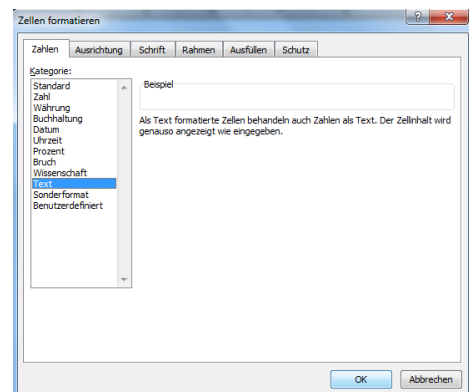
Die gesamte Tabelle wird dann blau
markiert:



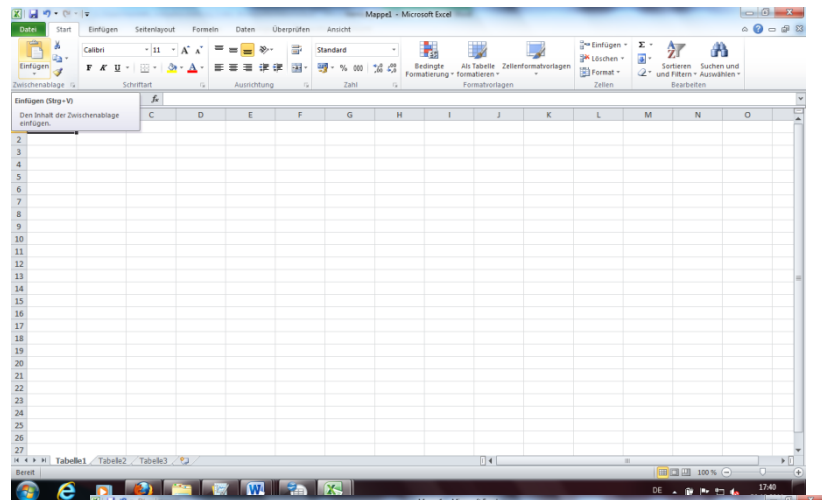
Ein Rechtsklick auf den blau unter-
legten Bereich öffnet ein
Untermenü, in dem man ‚Zellen
formatieren‘ anwählt (Alternativ: Im
‚Start‘-Menü im Untermenü
‚Format‘ den Unterpunkt ‚Zellen
formatieren‘ wählen).



Im folgenden Fenster ‚Zellen formatieren‘ im
Reiter ‚Zahlen‘ die Kategorie ‚Text‘ wählen und
mit ‚OK‘ bestätigen.



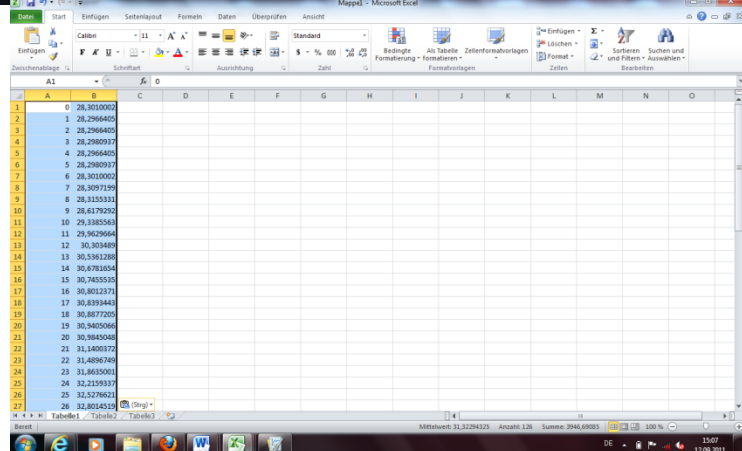
Daten mit [Strg]+,V'
die bereits kopierten
Daten einfügen (Al-
ternativ unter dem
Menüpunkt ‚Start‘ –
‚Einfügen‘ anwählen):



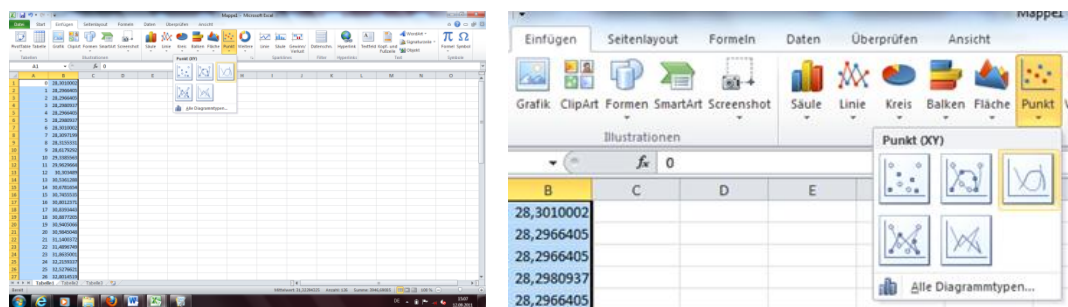
Die Daten werden einge-
fügt:

Über ‚Suchen und Ersetzen‘
in den Datenreihen ‚,‘
durch ‚,‘ ersetzen lassen.

Dann wieder die gesamte
Tabelle markieren und das
Zahlenformat von ‚Text‘ auf
‚Zahl‘ ändern.



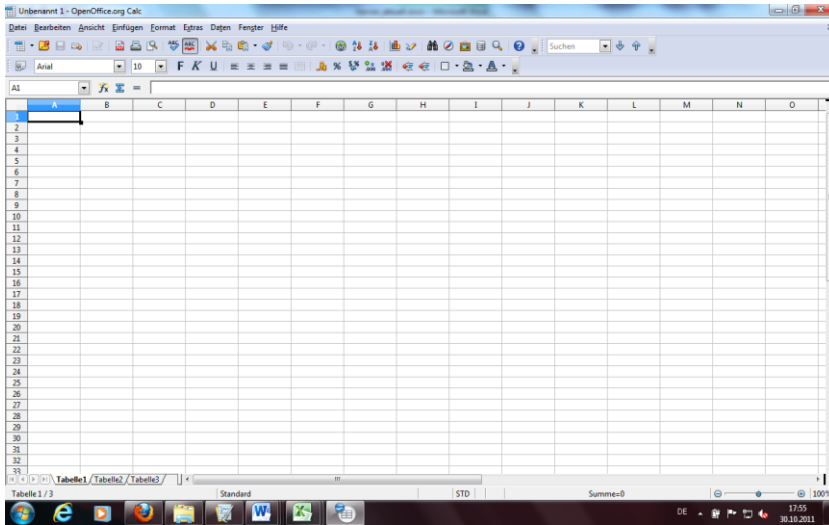
Die Datenreihen (falls nicht automatisch geschehen) markieren und unter dem Me-



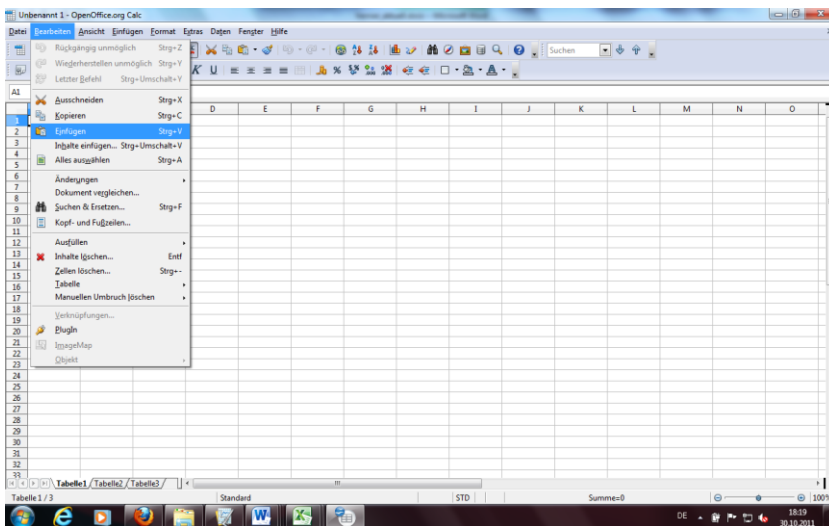
nüppunkt ‚Einfügen‘ – ‚Punkt‘ – ‚Punkt (XY)‘ anwählen:

Das Diagramm wird erstellt, weitere Bearbeitungen sind möglich.

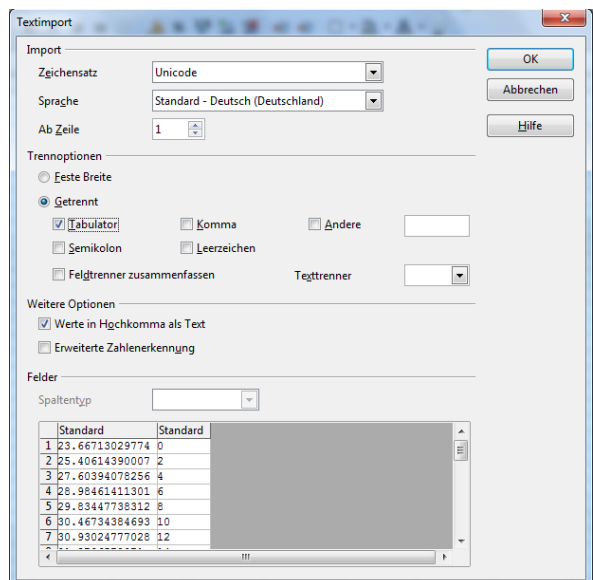
- Calc starten:



Menüpunkt ‚Bearbeiten‘ – ‚Einfügen‘ anwählen):

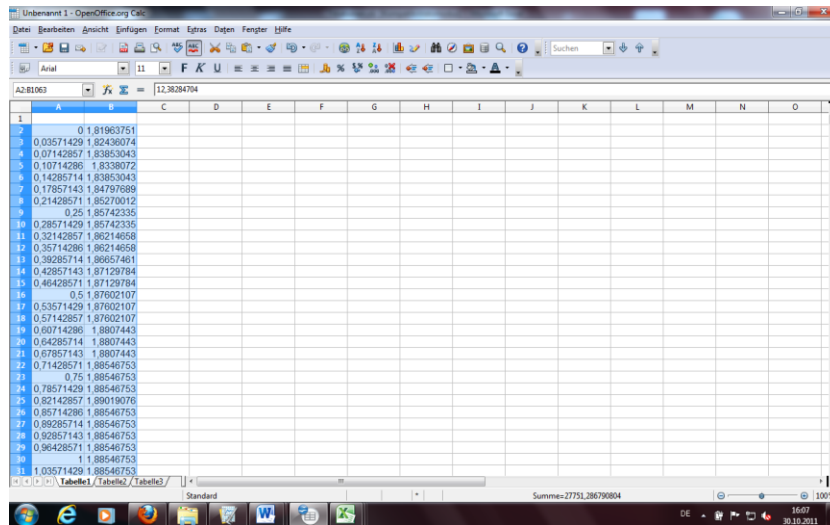


lator' anwählen, mit ,OK' bestätigen.

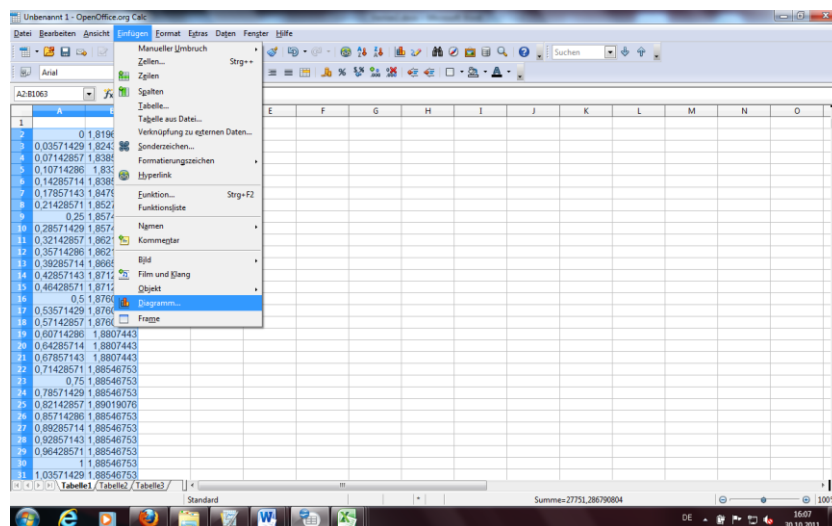


Vorsicht: Anderes Zahlenbeispiel (Titration von Maleinsäure)

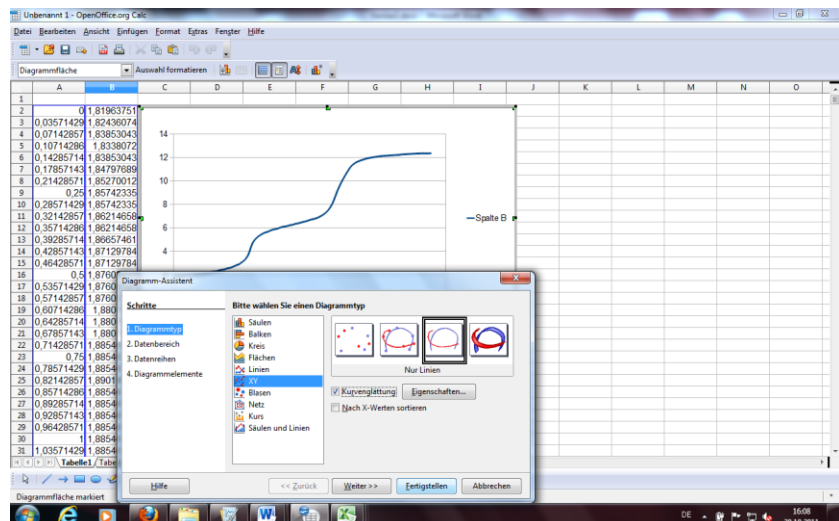
Datenreihen markieren und über ‚Suchen und Ersetzen‘ ‚.‘ durch ‚,‘ ersetzen lassen.



Unter dem Menüpunkt ‚Einfügen‘ – ‚Diagramm‘ wählen:



Im Fenster ‚Diagramm-Assistent‘ – ‚Diagrammtyp‘ – ‚XY‘ – ‚Nur Linien‘ und ‚Kurvenglättung‘ anwählen:



Das Diagramm wird erstellt.