

## II) Messwert-Erfassung mit dem CAS

### 1. Messungen mit einem Sensor

#### Versuch 1: Erwärmungskurve von Wasser

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

**Durchführung:**

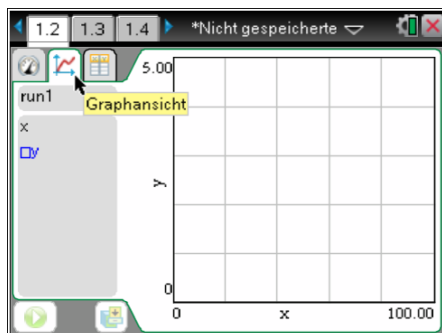
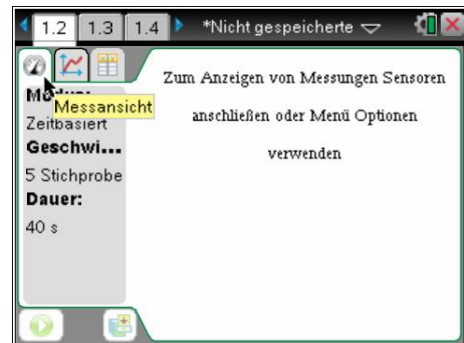
1. Taschenrechner starten, im Startbildschirm ein Vernier DataQuest Dokument öffnen (Mauszeiger mit dem Pad (Richtungstasten oder Fingerbewegung über das Pad) auf das DataQuest-Symbol bewegen und mit Eingabe bestätigen.



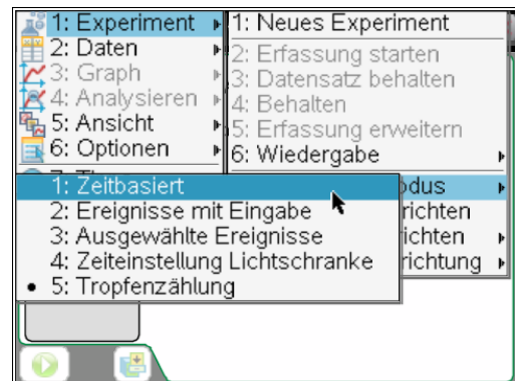
Eingabe:



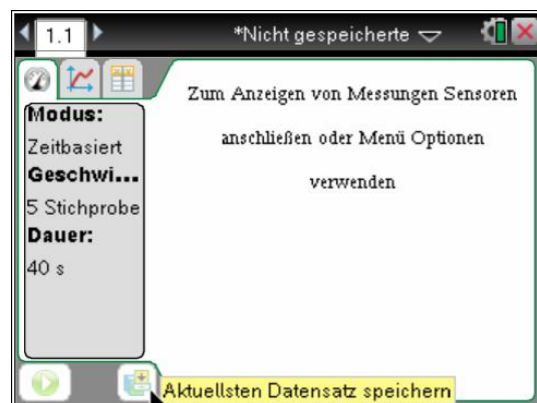
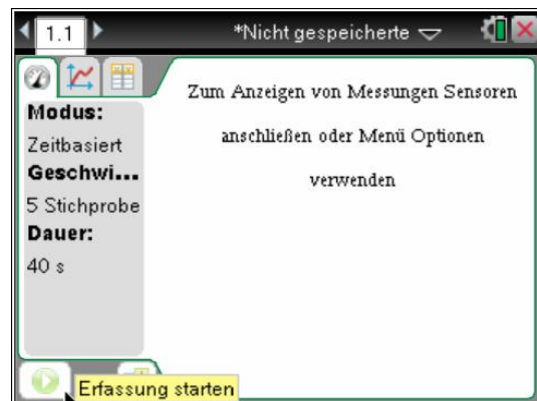
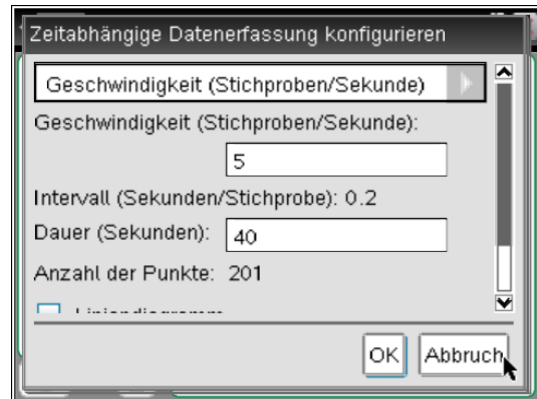
2. Das DataQuest-Fenster wird geöffnet. Es stehen drei Ansichten zur Verfügung: Messansicht, Graphansicht und Tabellenansicht (Anwahl über Pad und Eingabe).



3. Temperatur-Sensor mit dem EasyLink-Adapter an den USB-Eingang des CAS anschließen, der Sensor wird automatisch erkannt und das DataQuest-Programm startet mit der Messansicht. Der aktuelle Messwert wird angezeigt, zusätzlich eine Informationszeile über den Modus (links).



4. Über **1: Experiment, 7: Erfassungsmodus, 1: Zeitbasiert** wird die (zeitbasierte) Datenerfassung aufgerufen. Einstellungen: Intervall (Sekunden / Stichprobe), Intervall: 2, Dauer: 300 s. Mit **OK** bestätigen.
5. 1,0 Liter Wasser in den Wasserkocher geben und den Wasserkocher einschalten, dabei mit dem Thermometer ständig umrühren (evtl. am Kabel halten).
6. Nach ca. 5 Sekunden die Messung durch Anwahl von **Start** die Messung starten. 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. Zwischen den Fenstern kann während der Messung gewechselt werden.
7. Ist die Messung vor den eingestellten 300 s beendet, so kann die Messung durch anwählen von **Stop** vorzeitig beendet werden (s. Bild oben).
8. 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 **Menu, 4: Analysieren** können Statistikwerte abgerufen werden.
9. Über **Aktuellsten Datensatz speichern** muss der aktuelle Datensatz abgespeichert werden (Verzeichnis auswählen, Name vergeben).
10. Sensor entfernen.



**Überspielen der Daten auf den Computer und Weiterverarbeitung der Daten in Excel oder Open Office Calc: s. S.7ff (4. Weiterverarbeitung der Daten auf dem Computer)**

## Versuch 2: Erwärmungskurve von Eiswasser

**Materialien:** CAS, 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

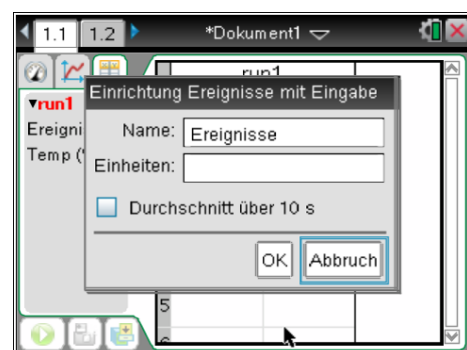
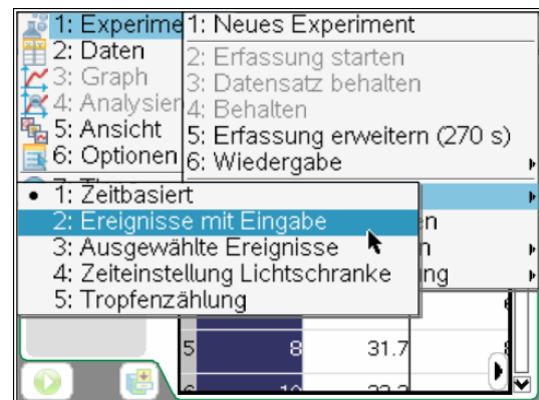
**Materialien:** CAS, EasyLink-Adapter, pH-Sensor, Magnetrührer oder Rührstation, Bürette oder Medizinspritze mit Einweg-Hahn und Spitze, Stativmaterial, Natronlauge (Konzentration c ca. 0,1 mol/l), Salzsäure-Maßlösung (c = 0,1 mol/l), Schutzbrille, Trichter, Becherglas 100 ml (hohe Form).

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

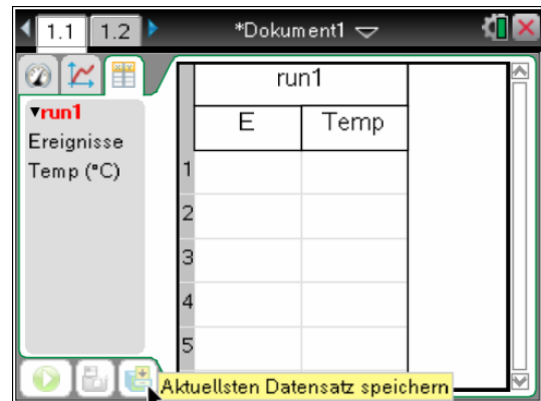
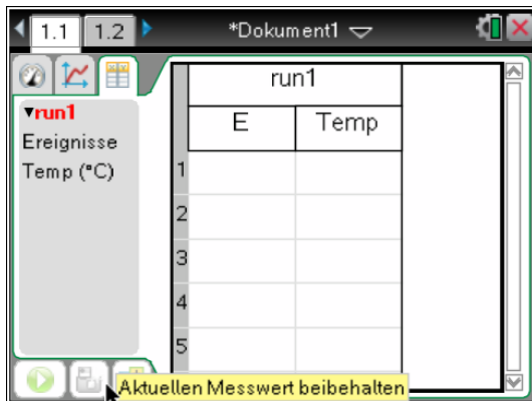
### **Datenerfassung (Einstellungen):**

**Erfassungsmodus:** Ereignis mit Eingabe, Name und Einheit eingeben.

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.



The screenshot shows the 'run1' window in the 'Ereignisse' (Events) tab. The window title is '\*Dokument1'. It features a table with two columns: 'E' (Event) and 'Temp' (Temperature). The table has 5 rows, numbered 1 to 5 on the left. A sidebar on the left contains a 'run1' button and the text 'Ereignisse Temp (\*C)'. At the bottom, there is a green play button and the text 'Erfassung starten' (Start recording).



## 2. Messungen mit mehreren Sensoren (CAS und Lab Cradle)

Sollen mehrere Messwerte aufgenommen werden, so wird das Lab Cradle benötigt. Der CAS wird auf das Lab Cradle geschoben (Alternativ: Verbindung über ein USB-Kabel) und anschließend ein neues DataQuest-Dokument gestartet.



Die Steuerung erfolgt analog zu obigen Beispielen: Ziffern-Eingabe und Pad (ggf. durch Bestätigung mit **Enter**).

Auch mit dem Lab Cradle 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 ( $c = 0,1 \text{ mol/l}$ ), Einstellungen: s. V3.

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

Modus (Mode) auf Ereignis mit Eingabe umstellen (menu, 1, 7, 1), Name und Einheit eingeben und mit OK (1) bestätigen.

Mit Start die Messung starten und wie oben beschrieben (Versuch 3) die Einzelwerte erfassen.

Stoppen Sie anschließend die Messung und überspielen Sie die Daten auf den Computer. Alternativ können die Daten auch über den Graphen ausgewertet werden

[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)!**

## 3. Messungen in Kombination mit digitalen Eingängen

### Versuch 7: Titrationen mit dem Tropfen-Zähler

An einen der beiden digitalen Eingänge kann der Tropfenzähler angeschlossen werden.

*Materialien:* CAS, pH-Sensor, Tropfenzähler, Magnetrührer oder Rührstation, Bürette oder Medizinspritze mit Einweg-Hahn und Spitze, Stativmaterial, Natronlauge (c ca. 0,1 mol/l), Salzsäure-Maßlösung (c = 0,1 mol/l), Schutzbrille, Trichter, Becherglas 100 ml (hohe Form), LabQuest oder LabQuest Mini.

*Durchführung:* Der Tropfenzähler wird an einen digitalen Eingang (DIG 1) des Lab Cradles (Mini) angeschlossen, der pH-Sensor an einen Analog-Eingang (CH 1).

Der Tropfenzähler wird als Volumen-Meßgerät verwendet, er ist bereits auf die mitgelieferte Medizin-Spritze (als Büretten-Ersatz) kalibriert.

Die Sensoren werden wieder automatisch erkannt:

Den Erfassungsmodus auf Tropfenzählung einstellen: Menu, 1: Experiment, 7: Erfassungsmodus, 5: Tropfenzählung.

Es werden 20 ml Natronlauge in das Becherglas gefüllt. Die Bürette wird mit ca. 30 ml Salzsäure gefüllt.

Die Messung über Start beginnen, es wird immer ein Messwert aufgenommen, wenn ein Tropfen durch den Tropfenzähler fällt.

Unter Rühren wird die Neutralisationstiteration durchgeführt, bis ca. 30 ml Salzsäure zugegeben wurden.

**Vorsicht: Es darf kein Tropfen im Tropfenzähler hängen bleiben!**

Die Messung wird mit ‚Stop‘ beendet.

Die Werte können (nachdem die Messung gestoppt wurde) auf den Computer übernommen und in einer Tabellenkalkulation weiterverarbeitet werden.

### Versuch 8: Kombinierte Messungen mit dem Tropfenzähler

Mit dem Tropfenzähler in Kombination mit LabQuest (Mini) können Messungen von zwei oder mehr Messgrößen (pH-Wert und Temperatur, Leitfähigkeit und Temperatur) aufgenommen werden (vgl. Versuch 6).

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

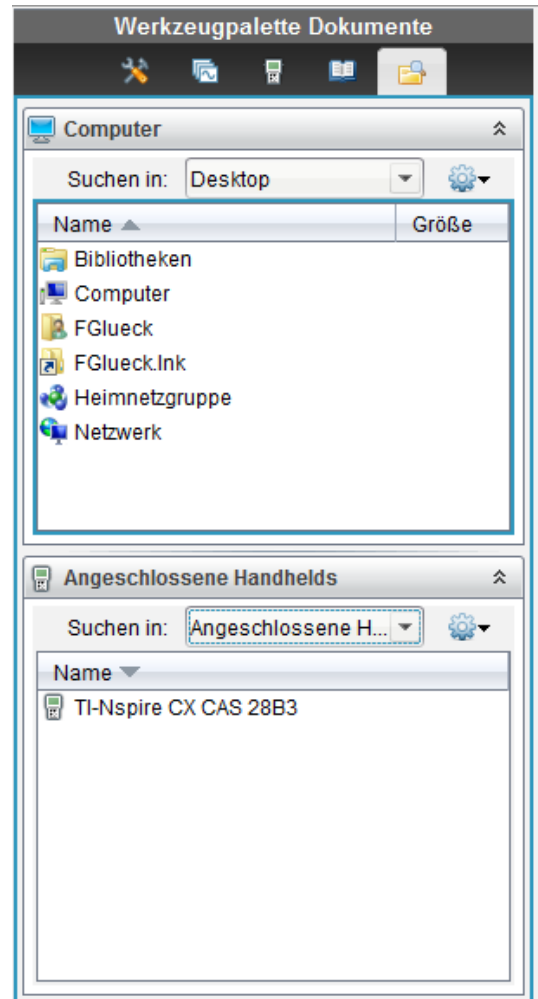
Alle drei Größen (pH-Wert, Leitfähigkeit, Temperatur) können leider nicht gleichzeitig aufgenommen werden, da sich der pH-Sensor und Leitfähigkeitssensor gegenseitig stören (s. Erläuterungen bei Versuch 6).

## 4. Weiterverarbeitung der Daten auf dem Computer

1. CAS mit dem Verbindungskabel über die USB1-Schnittstelle mit dem Laptop verbinden.
2. Das CAS-Program starten.

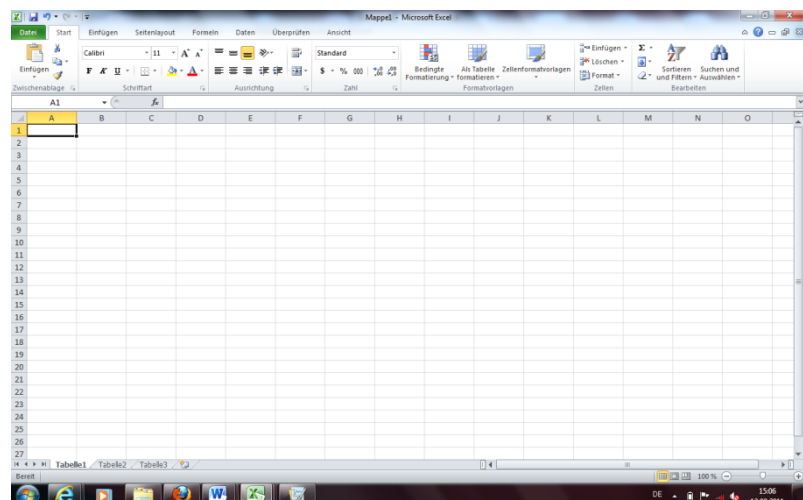


3. Den Inhalts-Explorer anwählen.
4. Das Werkzeugpalette Dokumente-Fenster unten links einen Doppelklick auf das angeschlossene Handheld durchführen.
5. Speicherordner auswählen und mit einem Doppelklick auf die abgespeicherte Datei die Daten auslesen.
6. Linksklick auf Tabellenansicht ausführen, die Daten durch Anwählen der Zellenüberschrift markieren, bei gedrückter linker Maustaste den Cursor so weit nach rechts bewegen, bis alle gewünschten Spalten markiert sind. Daten mit [Strg] + 'C' kopieren.

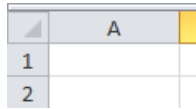


Weiterverarbeitung der Daten:

- a) Diagramm-Erstellung unter Excel (2010):  
Excel starten:

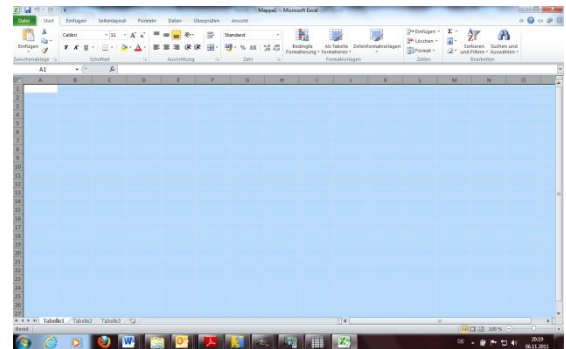




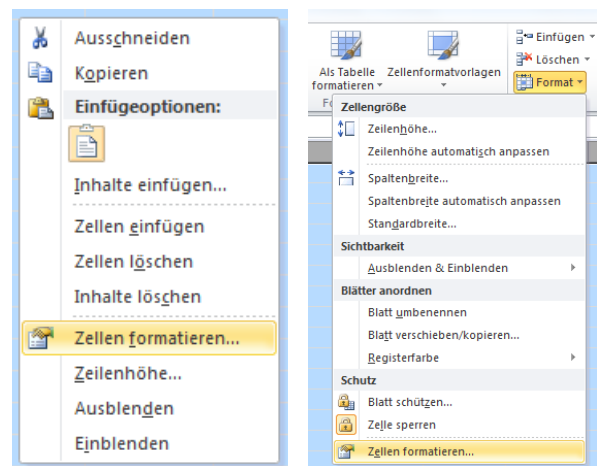


Alle Zellen markieren (Mausklick auf das graue Rechteck oberhalb der Zeilenbeschriftung 1 (Links der Spaltenbeschriftung A).

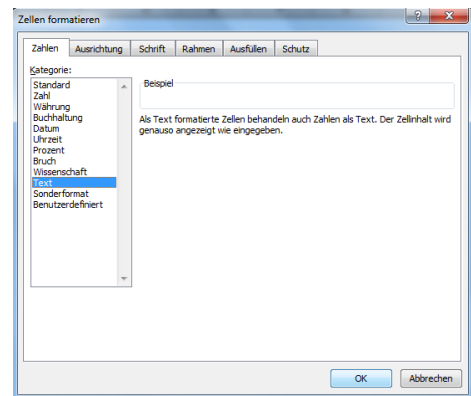
Die gesamte Tabelle wird dann blau markiert:



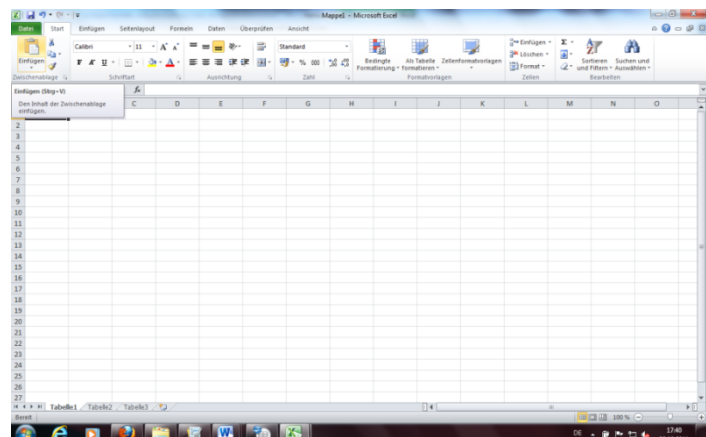
Ein Rechtsklick auf den blau unterlegten Bereich öffnet ein Untermenü, in dem man ‚Zellen formatieren‘ auswählt (Alternativ: Im ‚Start‘-Menü im Untermenü ‚Format‘ den Unterpunkt ‚Zellen formatieren‘ wählen).



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 (Alternativ unter dem Menüpunkt ‚Start‘ – ‚Einfügen‘ auswählen):

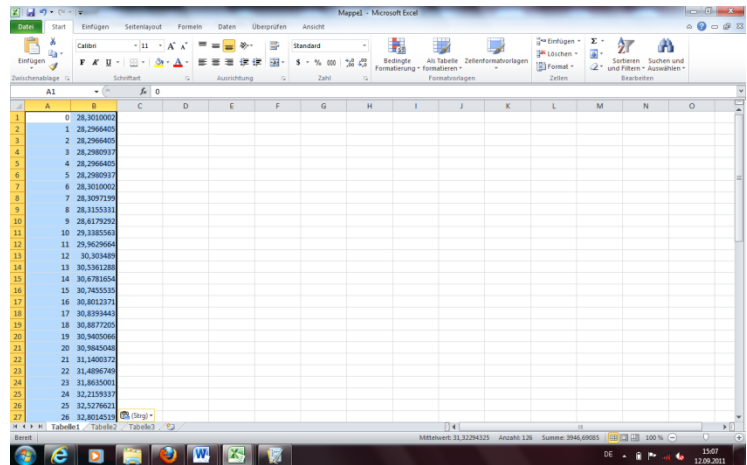




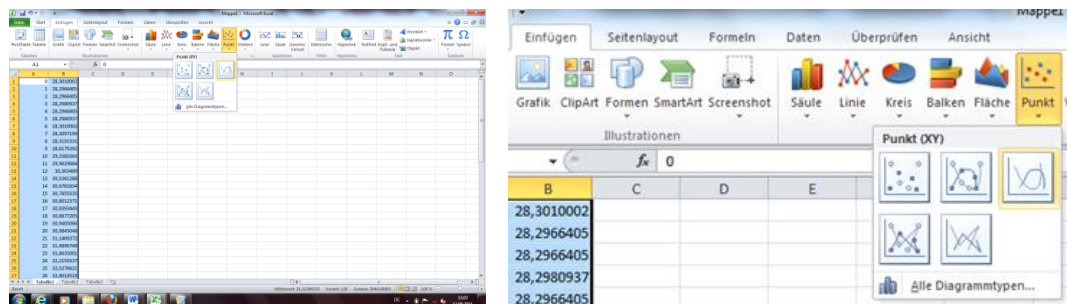
Die Daten werden eingefügt:

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

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

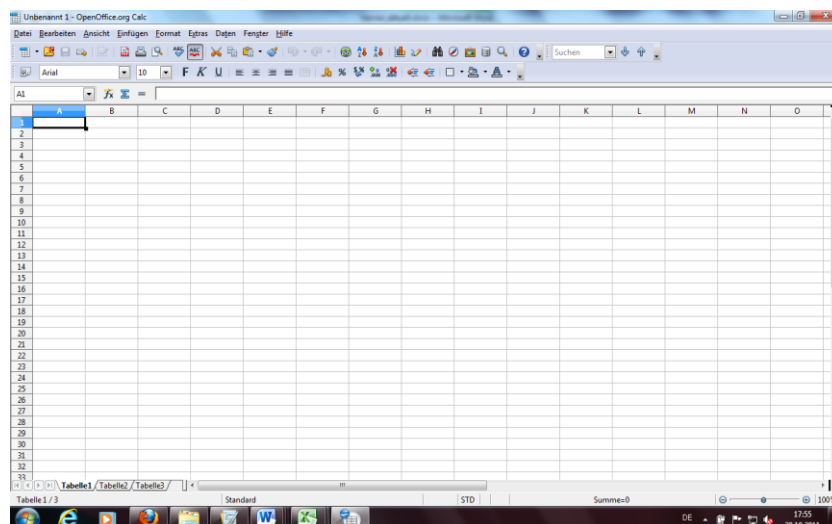


Die Datenreihen (falls nicht automatisch geschehen) markieren und unter dem Menüpunkt ‚Einfügen‘ – ‚Punkt‘ – ‚Punkt (XY)‘ anwählen:

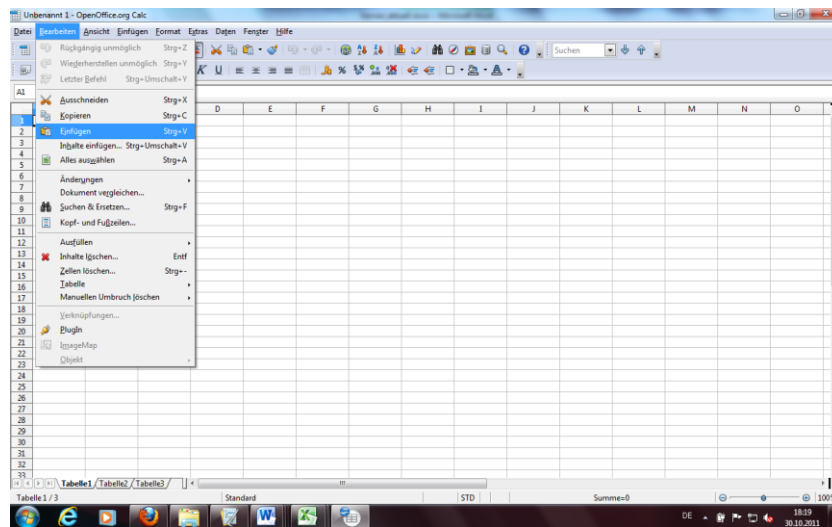


Das Diagramm wird erstellt, weitere Bearbeitungen sind möglich.

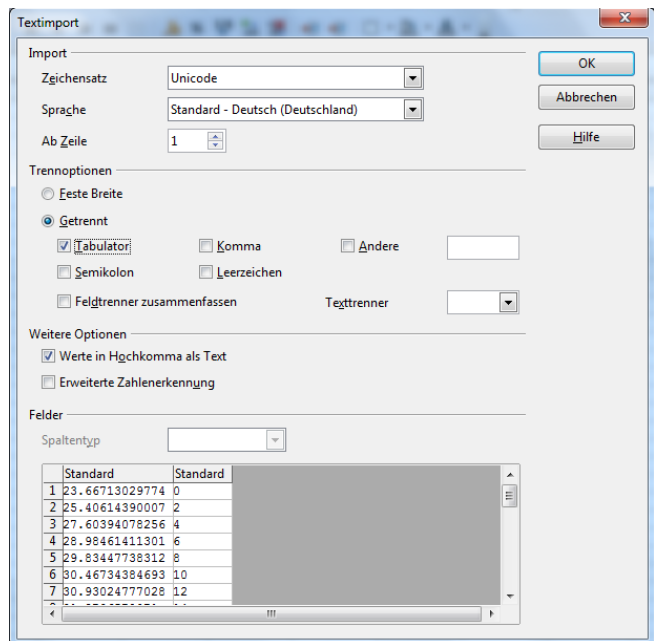
- b) Diagramm-Erstellung unter Calc (OpenOffice 3.3.0, Freeware):  
Calc starten:



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

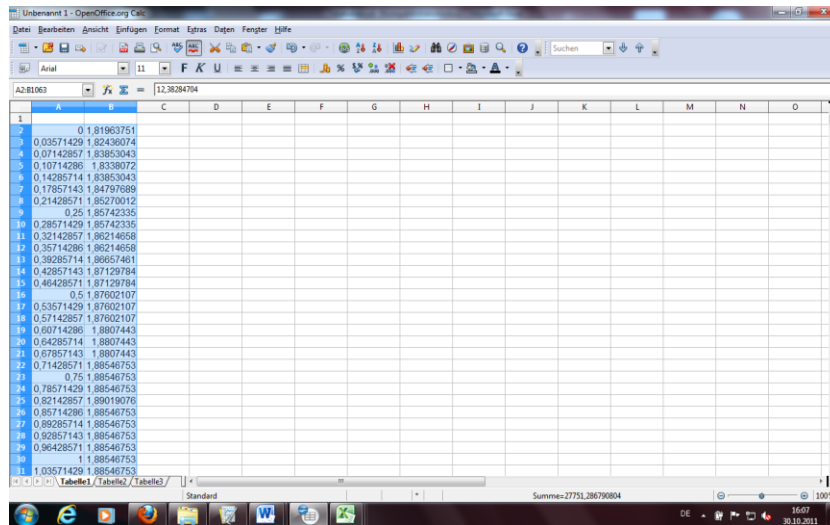


Im folgenden Fenster ‚Textimport‘ unter ‚Trennoptionen‘ den Unterpunkt ‚Tabulator‘ anwählen, mit ‚OK‘ bestätigen.

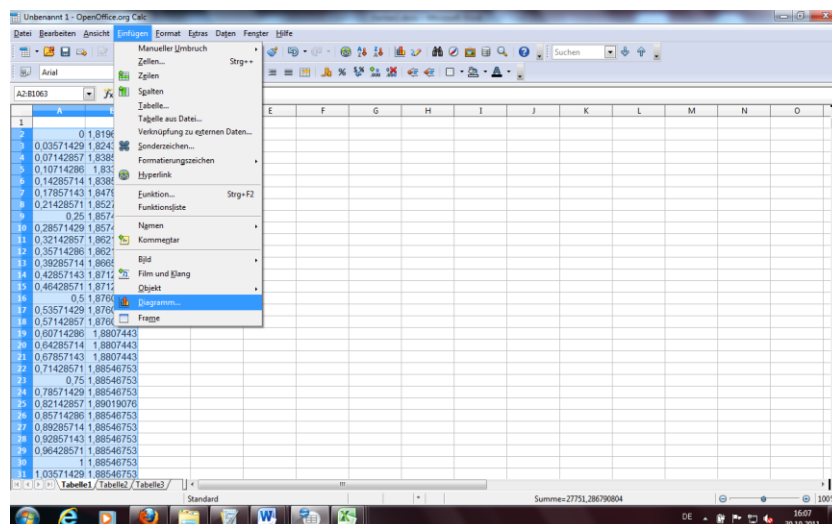


**Vorsicht:** Anderes Zahlenbeispiel (Titration von Maleinsäure)

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.

