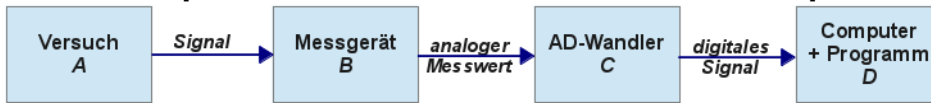


Aufnahme von Messwerten mit pro++chem

von Gerd Protschuk

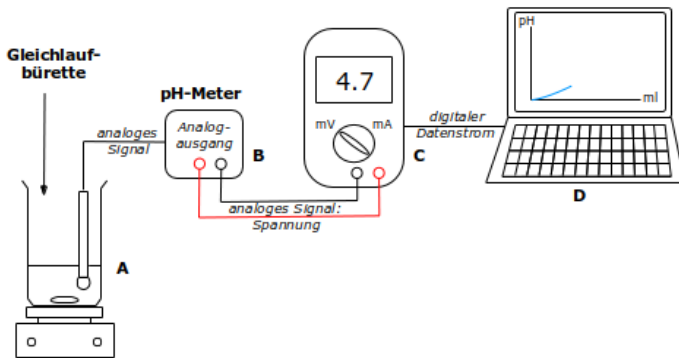
In diesem Teil der Webseite wird das Grundkonzept einer Messwertaufnahme beschrieben und wie man dabei mit **pro++chem** vorgehen muss.

Grundkonzept einer Messwertaufnahme mit dem Computer



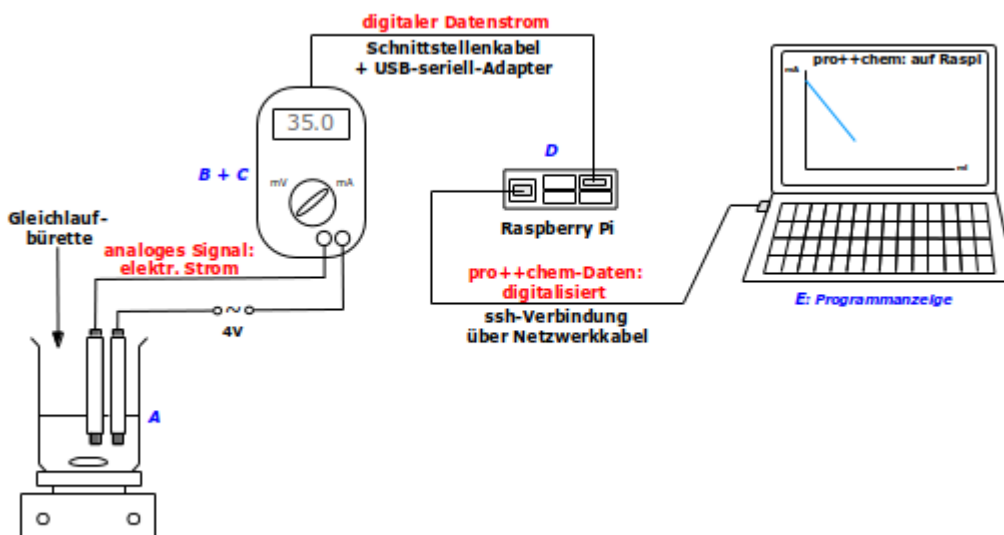
Das Messgerät B und der AD-Wandler C können eine Geräteeinheit bilden, wie es bei vielen Multimetern der Fall ist (s. unten, übernächste Abb.).

Abläufe während einer Messwertaufnahme



- Versuch A** erzeugt im Messfühler ein **Signal**.
- Das Signal wird vom **Messgerät B** verstärkt und liefert einen **Messwert**.
- Der Messwert wird vom (Analog-Digital-Wandler) **AD-Wandler C** in ein **digitales Signal** umgewandelt (die Digitalisierung des Messwertes kann intern im Messgerät erfolgen).
- Das digitale Signal wird vom **Computer D** an dessen serieller oder USB-Schnittstelle empfangen und von **pro++chem** als **Messwert** angezeigt (als Messpunkt in einer Messkurve oder als Wert in der Großanzeige).

Schema einer Messwertaufnahme mit Raspberry Pi und Laptop:

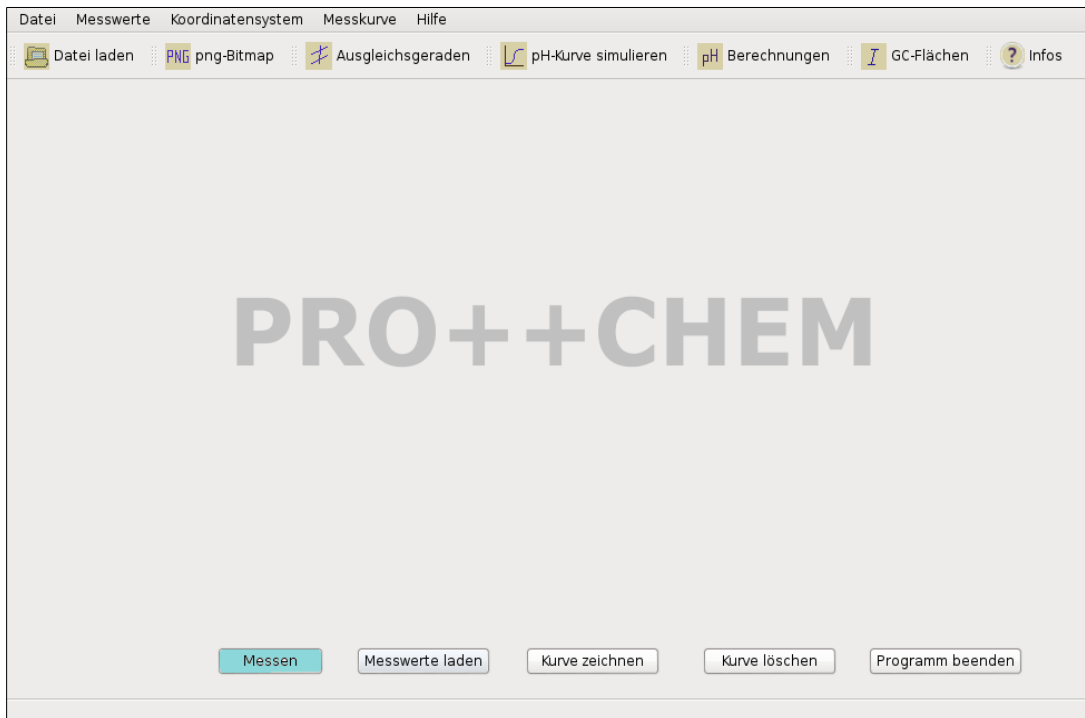


Anmerkungen zur Abbildung: **A - D** siehe oben, der Laptop **E** dient dem Start und der Anzeige von pro++chem, das auf dem Raspberry Pi ausgeführt wird.

Hinweis: Messwerte können auch mit pro++chem und einem Raspberry Pi aufgezeichnet werden, an dem ein Monitor, eine Tastatur und eine Maus direkt angeschlossen sind, also *ohne Laptop E*.

Messwertaufnahme mit pro++chem

Wichtig: Für Messungen auf Linux-Systemen muss der *user*, der pro++chem ausführt, Mitglied der Systemgruppe 'dialout' sein!



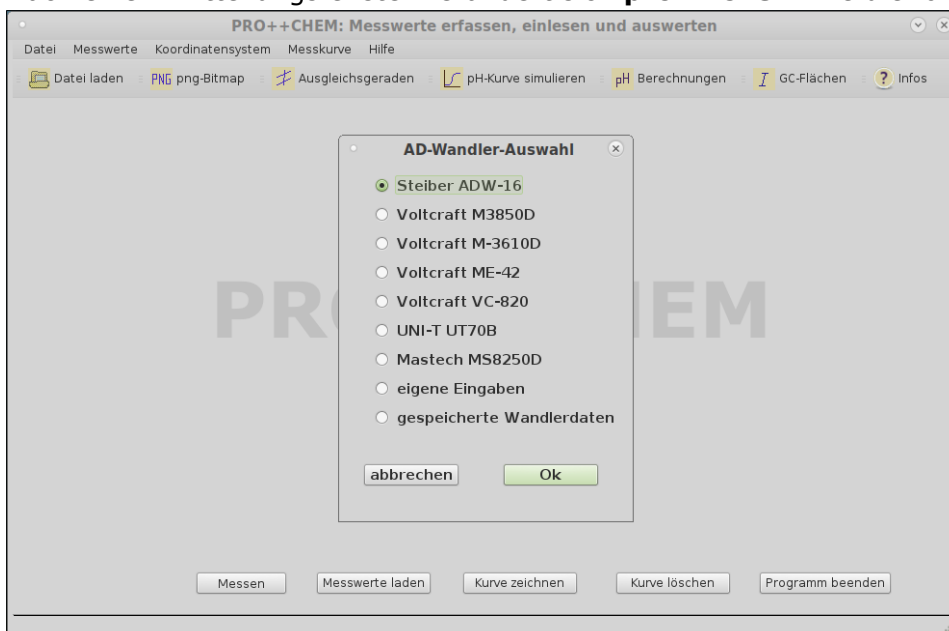
Nach dem Aufbau des eigentlichen chemischen Versuches (A) müssen die Verbindungen vom Messfühler zum Messgerät (B) und von dessen AD-Wandler-Ausgang (C) zur seriellen bzw. USB-Schnittstelle des Computers (D) geschaltet werden. Auf dem Computer läuft **pro++chem**, ohne Aktivierung der Option Messen.

Anmerkungen:

- Für die Verbindung vom AD-Wandler C zum Computer D sind spezielle Schnittstellenkabel und evtl. ein USB-Seriell-Adapter erforderlich.
- Bei Messgeräten mit einem Analogausgang, an dem eine Gleichspannung anliegt (diese ist dem Messwert proportional) muss eine Verbindung zum Eingang des AD-Wandlers geschaltet werden. Im Falle eines Multimeters mit integriertem Wandler ist die Verbindung vom Messgerät auf die Gleichspannungseingänge des Multimeters zu legen.

Durch **LMT-Klick** auf die **Schaltfläche Messen** wird eine **Messwertaufzeichnung** eingeleitet mit der Möglichkeit, einen AD-Wandler auszuwählen bzw. selbst Wandlerparameter einzugeben oder gespeicherte Wandlerparameter vom Programm einlesen zu lassen.

Nach einem Mitteilungsfenster verändert sich **pro++chem** wie die folgende Abb. Zeigt.

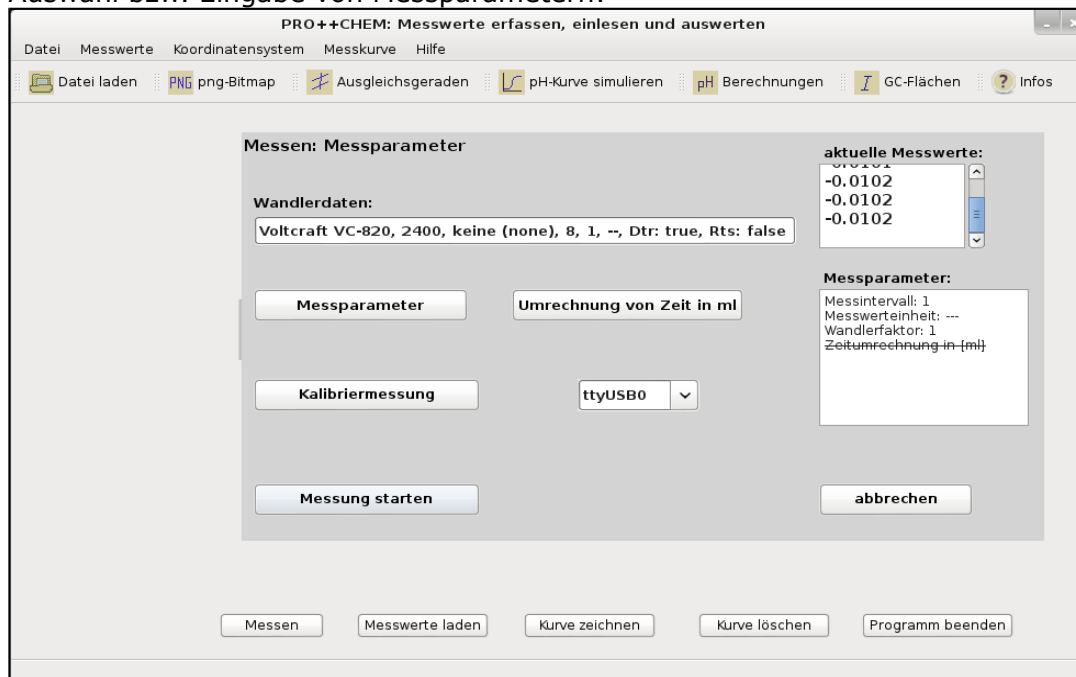


Wie angezeigt, unterstützt pro++chem sieben AD-Wandler bzw. Multimeter (mit integriertem Wandler) direkt. Dies sind:

- Steiber ADW-16, ein schneller 16 Bit Wandler der Firma Steiber aus Freiburg
- Voltcraft M-3580D, ein Voltcraft Multimeter mit serielllem Ausgang (ein älteres Modell)
- Voltcraft M-3610D, ein Voltcraft Multimeter mit serielllem Ausgang (ein älteres Modell)
- Voltcraft ME-42, ein Voltcraft Multimeter mit serielllem Ausgang (ein älteres Modell)
- Voltcraft VC-820, ein Voltcraft Multimeter mit Optokoppler für die seriellen Signale (ein neueres Modell)
- UNI-T UT70B, Digitalmultimeter von UNI-Trend mit automatischer Bereichswahl und serieller Schnittstelle
- Mastech MS8250D, ein Digitalmultimeter mit USB-Schnittstelle (ein neueres Modell)

Mit einem USB-Seriell-Adapter lassen sich die genannten Wandler/Multimeter über die USB-Schnittstelle mit einem Computer verbinden.

Nach der Auswahl des Wandlers/Multimeters verändert sich die Programmoberfläche zur weiteren Auswahl bzw. Eingabe von Messparametern:



In der Zeile unterhalb 'Wandlerdaten:' werden die Bezeichnung des zuvor ausgewählten Wandlers/Multimeters und dessen Parameter angezeigt. Die Parameter sind geräteabhängig und der Beschreibung des Gerätes zu entnehmen.

Im mit 'aktuelle Messwerte' überschriebenen Feld erscheinen die Messwerte, die pro++chem in Echtzeit vom Wandler bzw. Messgerät empfängt. Im Feld darunter werden die voreingestellten Messparameter angezeigt (ein Messintervall von 1 sec, eine unbestimmte Messwerteeinheit, ein Wandlerfaktor von 1; eine Umrechnung der Messzeit in ml ist noch nicht erfolgt).

Ein LMT-Klick auf die **Schaltfläche Messparameter** öffnet das Fenster:

Man kann hier die folgenden Messparameter anpassen/auswählen:

- Das Messintervall in Sekunden (voreingestellt ist 1 sec, schnelle Wandler erlauben auch Werte < 1 sec).
- Die Messwerteinheit (z.B. pH, mA, °C). Sie wird bei der Messung an der Y-Achse des Koordinatensystems angezeigt.
- Den Gerätefaktor, falls der Messwert an dem Analogausgang eines Messgerätes abgegriffen wird.

Ein Anklicken der **Schaltfläche übernehmen** übergibt die Parameter an pro++chem.

Bestimmung der Austropfdauer von 100 ml Maßlösung aus einer Gleichlaufbürette:

1. Die Gleichlaufbürette mit der Maßlösung füllen.
2. Die Zeit in Sekunden messen, die verstreicht, bis 10 ml Maßlösung in einen 10 ml Messzylinder getropft sind.
Wichtig: Der Hahn der Bürette muss immer ganz geöffnet sein. Den Vorgang noch zweimal wiederholen und den gemittelten Wert der drei Zeiten berechnen.
3. Aus dem Mittelwert von Punkt 2 berechnet man die Zeit (in Sekunden) für die Zugabe von 100 ml der Maßlösung.
4. Der Zahlenwert aus Punkt 3 ist als "100ml-Zeit" im folgenden Fenster in die Eingabezeile einzutragen.

Wird bei einem Neutralisationsversuch eine **Gleichlaufbürette** verwendet, sie besitzt eine konstante Austropfgeschwindigkeit, sollte die **Schaltfläche Umrechnung von Zeit in ml** aktiviert werden. Es öffnet sich ein Eingabefenster:

Zeit für die Zugabe von 100 ml Maßlösung [sec]:

abbrechen übernehmen

Man kann hier die Zeit eingeben (gerechnet in Sekunden), die der Zugabe von 100 ml Maßlösung aus der Gleichlaufbürette entspricht. Dadurch wird die **X-Achse** bei der Messung mit der Einheit **ml** (an Stelle sec) beschriftet.

Durch **LMT-Klick** auf **übernehmen** sind für die Messung alle Parameter erfasst und es ist noch die **Schnittstelle auszuwählen**, über welche die Signalübertragung vom Wandler/Messgerät zum Computer erfolgt. In der folgenden Abb. wurde unter Debian-Linux die Schnittstelle 'ttyUSB0' geöffnet, da der Datenempfang über einen USB-seriell-Adapter erfolgte.

File Messwerte Koordinatensystem Messkurve Hilfe

Datei laden PNG png-Bitmap Ausgleichsgeraden pH-Kurve simulieren pH Berechnungen GC-Flächen Infos

Messen: Messparameter

Wandlerdaten:
Vollcraft VC-820, 2400, keine (none), 8, 1, --, Dtr: true, Rts: false

Messparameter Umrechnung von Zeit in ml

ttyUSB0

Messung starten abbrechen

aktuelle Messwerte:
12.5
12.5
12.6

Messparameter:
Messintervall: 1
Messwerteinheit: pH
Wandlerfaktor: 1
100ml-Zeit: 1200 [sec]

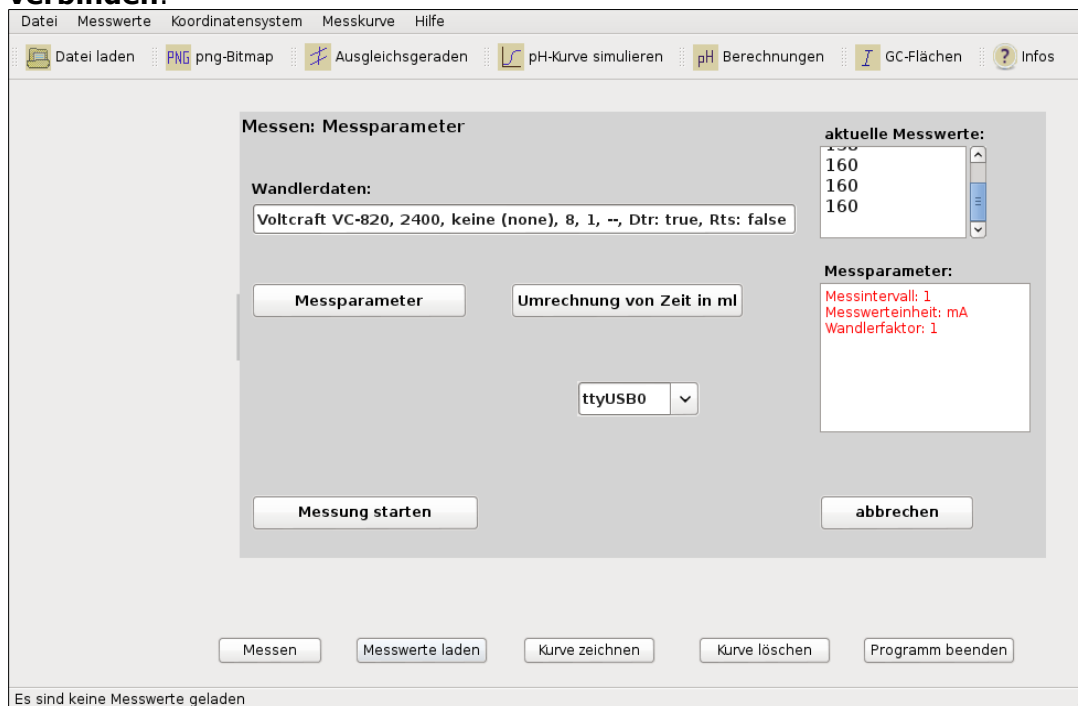
Messen Messwerte laden Kurve zeichnen Kurve löschen Programm beenden

Im Textfeld mit der Überschrift **Messparameter** sind die zuvor eingegebenen Parameter in **roter Schrift** zur Kontrolle eingetragen. So wurde für die Austropfdauer von 100 ml Maßlösung aus einer Gleichlaufbürette ein Werte von 1200 (sec) eingegeben. Die Schnittstelle wird von **pro++chem** erkannt und in einer SpinBox aufgeführt. Durch LMT-Klick

auf ihren rechten Rand öffnet sich die SpinBox und man kann die Schnittstelle auswählen. Bei der **Windows-Version** lautet die Schnittstelle **COMX** (egal ob serielle oder USB-Schnittstelle), bei der **Linux-Version** **ttyUSBX** (bei einer **USB-Schnittstelle**) bzw. **ttySX** (bei einer **seriellen** Schnittstelle). Bei beiden Programm-Versionen ist **X** Platzhalter für eine Ziffer von **0..7**. Ist die Schnittstelle ausgewählt, muss sie für eine Messung noch geöffnet werden (durch **LMT-Klick** auf **Schnittstelle öffnen**).

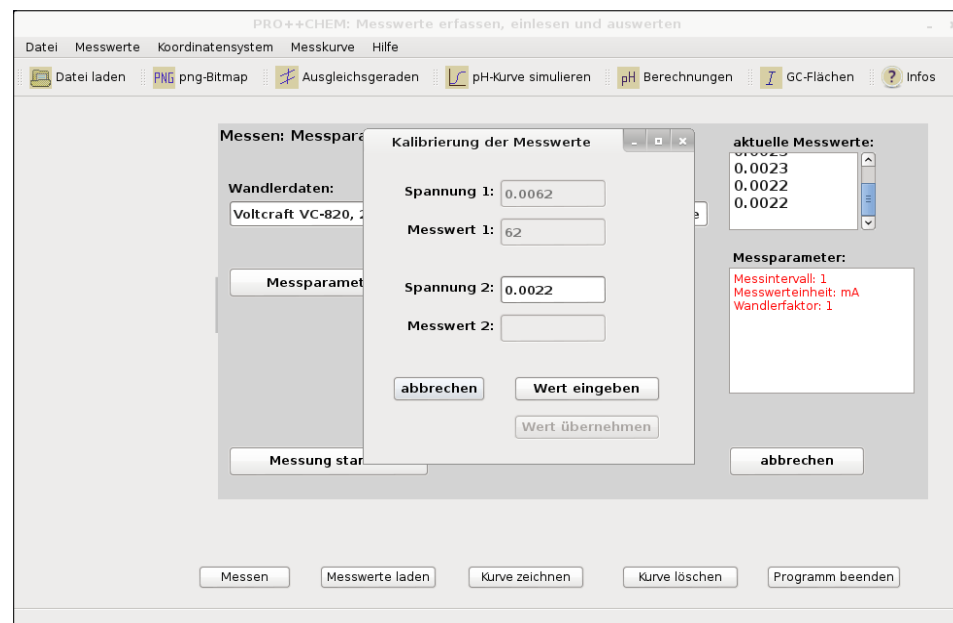
Bei geöffneter Schnittstelle werden die empfangenen Messwerte im mit **Y-Messwerte** überschriebenem **Textfeld** angezeigt (fortlaufend und im Abstand des eingestellten Messintervalls).

wichtiger Hinweis: Falls **nach dem Öffnen** der Schnittstelle **keine Messwerte angezeigt** werden, ist es hilfreich, **vor** einem Messstart **das Schnittstellenkabel** (zwischen serieller Schnittstelle des Wandlers/Messgerätes und dem USB-seriell-Adapter) **vom Adapter** kurz zu **trennen und wieder zu verbinden**.



Die eigentliche **Messwertaufnahme** wird gestartet durch **LMT-Klick** auf **Messung starten**.

Ein **LMT-Klick** auf die **Schaltfläche Kalibriermessung** blendet ein neues Fenster ein:



Eine Kalibriermessung kann erforderlich sein, wenn ein Messgerät über seinen Schreiber Ausgang mit einem AD-Wandler verbunden ist. Mit Hilfe einer **Zweipunktkalibrierung** passt man die Spannung des AD-Wandlers (die von pro++chem aufgezeichnet wird) an den vom Messgerät angezeigten Wert an.

Bei der Zweipunktkalibrierung erfasst man zwei Werte, die möglichst weit auseinanderliegen sollten. Bei einer pH-Messung kann z.B. so vorgegangen werden, dass man die pH-Werte einer sauren

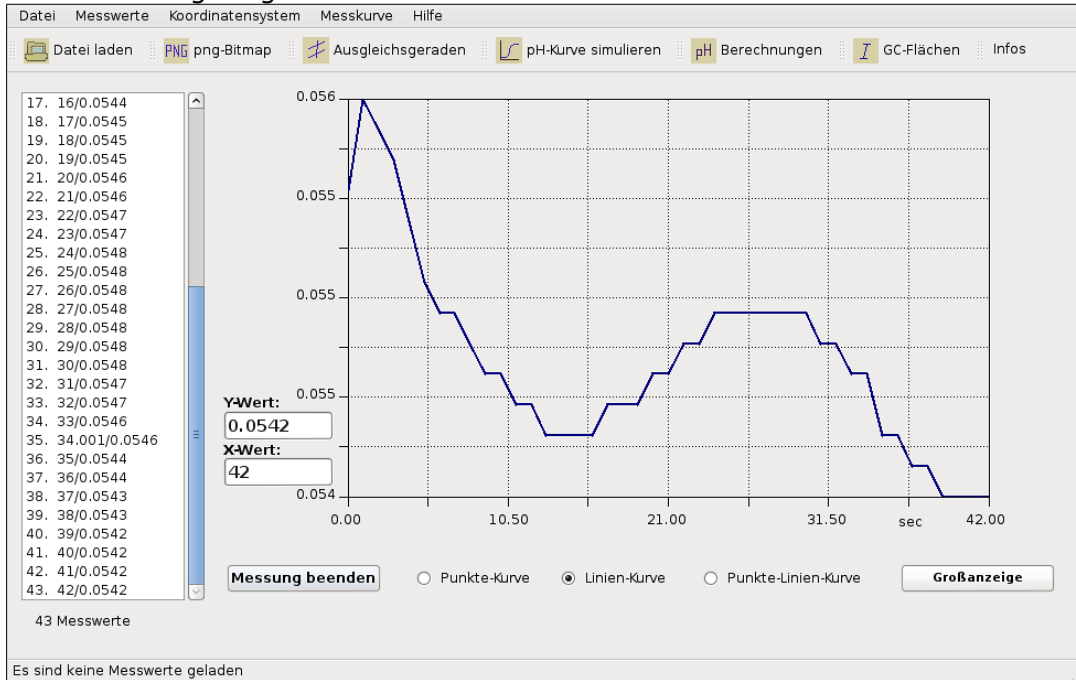
Lösung bekannter Konzentration (z.B. 0,1 M Salzsäure) und einer Pufferlösung im neutralen Bereich misst.

Bei der Kalibriermessung selbst wird im Falle der pH-Bestimmung der sauren Lösung die **Spannung 1** des Wandlers im obersten Feld des Fensters **Kalibrierung der Messwerte** angezeigt (s. Abb. oben). Ein **LMT-Klick** auf **Wert eingeben** aktiviert das Feld mit der Beschriftung **Messwert 1**, in das man

den vom Messgerät angezeigten Wert einträgt. Durch **LMT-Klick** auf **Wert übernehmen** (oder durch Betätigung der Eingabetaste) wird der erste Messwert von pro++chem übernommen und die Anzeige des Feldes rechts von **Spannung 2 aktiviert**.

Nun tauscht man die saure Lösung gegen die Pufferlösung aus und aktiviert die **Eingabe** von **Messwert 2** wie oben beschrieben durch einen **LMT-Klick** auf **Wert eingeben**. Der eingetragene Messwert wird wieder durch Klick auf die Schaltfläche **Wert übernehmen** von pro++chem gespeichert und die Kalibriermessung abgeschlossen. Das eingeblendete Kalibrierfenster verschwindet und eine Messaufzeichnung kann gestartet werden.

Während der **Echtzeitmessung** verändert sich die Programmoberfläche. Es wird in Abhängigkeit von den empfangenen Messwerten ein ständig aktualisiertes Koordinatensystem mit entsprechender Messkurve angezeigt.

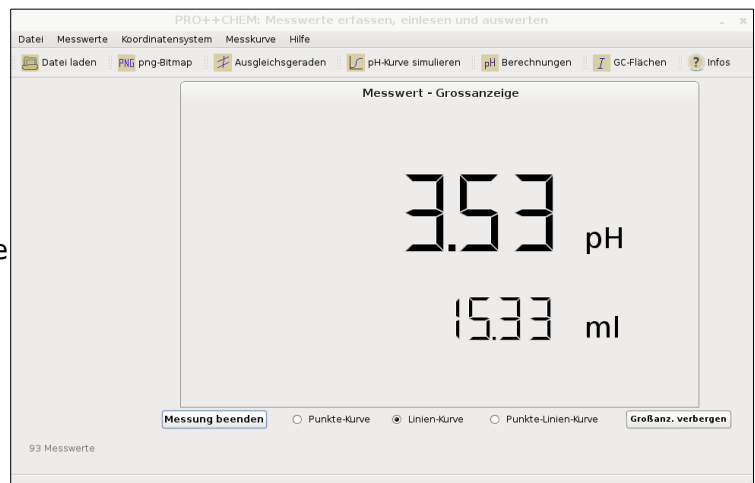


Links vom Koordinatensystem mit der Messkurve werden in 2 Textfeldern der aktuell gemessene X- und Y-Wert angezeigt; im linken Listenfeld sind alle bereits gemessenen Wertepaare aufgelistet.

Ein **LMT-Klick** auf die **Schaltfläche Großanzeige** lässt die Anzeige der gemessenen Werte verschwinden und blendet eine **Großanzeige der Messwerte** ein, so dass Koordinatensystem und Messkurve überdeckt werden.

Ein **LMT-Klick** auf **Großanz. verbergen** schließt die Großanzeige und zeigt wieder die Messkurve.

Die Messwertaufzeichnung beendet man durch einen **LMT-Klick** auf die **Schaltfläche Messung beenden**.



weiter s. [2-Kanalmessung mit pro++chem](#)