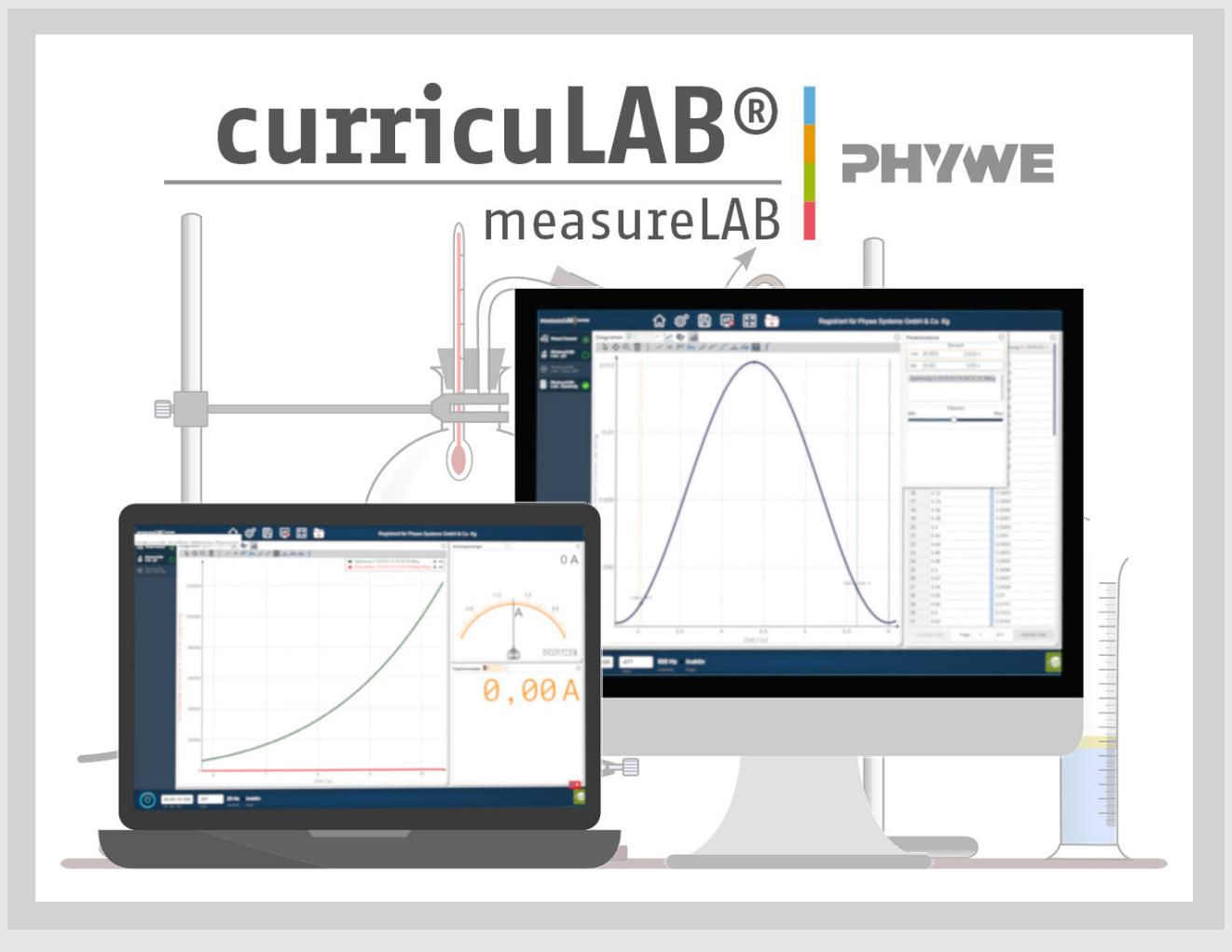


# PHYWE

## Benutzerhandbuch



Der schnelle Einstieg in measureLAB



## Inhaltsverzeichnis

---

1	Allgemeine Informationen.....	2
1.1	Einführung.....	2
1.2	Erste Schritte.....	3
1.3	Grundfunktionen.....	4
1.4	Einstellungen.....	5
2	Messwertaufnahme und Datenanalyse.....	9
2.1	Erste Messungen .....	9
2.1.1	Sensoren und Kanäle.....	9
2.1.2	Messwertaufnahmeoptionen – Einzelwerte oder kontinuierlich.....	9
2.2	Fortgeschrittene Messungen .....	10
2.2.1	Virtuelle Kanäle .....	10
2.2.2	Arbeiten mit Tabellen .....	11
2.2.3	Mit Diagrammen arbeiten .....	13
2.3	Nach der Messung – Messdaten, Speicheroptionen und Datenaustausch .....	14
2.4	Werkzeuge zur Datenanalyse .....	18
2.4.1	Regressionsgerade .....	18
2.4.2	Vermessen.....	18
2.4.3	Glätten .....	19
2.4.4	Integrale bestimmen.....	20
2.4.5	Mittelwertbestimmung .....	21
2.4.6	Gradient .....	21
2.4.7	Kurvenfitting .....	22
2.4.8	Fourier transformation .....	22
2.4.9	Kurven- und Peakanalyse .....	23
2.4.10	Äquivalenzpunkt bestimmen.....	24

## 1 Allgemeine Informationen

---

### 1.1 Einführung

Die Software measureLAB unterstützt Sie und Ihre Schüler bei der Analyse von Versuchsdaten: in der Schule mit Schüler- und Unterrichtsexperimenten und an Universitäten in Ihren Laborrotationsprojekten.

In Kombination mit unserem Cobra4-Datenerfassungssystem können Sie Ihre Daten auf einfache Weise erfassen, anzeigen und analysieren: Ganz gleich, ob es sich um ein einfaches Integral oder eine vollautomatische Äquivalenzpunktberechnung handelt.

### Ausstattung und technische Daten

- Betriebssystemunabhängig: Windows 7 / 8.1 / 10; MacOS ab 10.9;
- Systemanforderungen: Core 2 Duo 2 GHz, 4 GB RAM, Bildschirmauflösung 1280 x 720 Pixel
- Empfohlene Systemanforderungen: i5 2,4 GHz, 8 GB RAM, Bildschirmauflösung 1280 x 720 Pixel
- Mehr als 100 Cobra4-Datenprotokollierungsexperimente enthalten
- Kompatibel mit allen aktuellen Cobra4-Schnittstellen: Wireless / USB-Link, Mobile-Link2 und Xpert-Link
- Alle 29 Cobra4-Sensoren implementiert, was zu mehr als 50 möglichen Messparametern führt
- Regelmäßige kostenlose Updates mit weiteren Experimenten, Funktionen und unterstützten Sensoren

### Zubehör

- Cobra4 Wireless / USB-Link inkl. USB-Kabel (12601-10)
- Cobra4 Xpert-Link (12625-99)
- Cobra4 Junior-Link (12615-00)
- Cobra4 Mobile-Link 2 inkl. Zubehör: Akku, USB-Kabel, Ladegerät und SD-Speicherkarte (12620-10)
  
- curricuLAB ActivityManager, Standortlizenz (14575-62)
- curricuLAB ActivityManagerPHY, Einzelplatzlizenz (14576-62)
- curricuLAB measureAPP (14581-61)

## So installieren Sie measureLAB

Die Verwendung der gekauften measureLAB-Software ist ausschließlich dem Käufer vorbehalten. Es darf nur zu Bildungszwecken verwendet werden.

measureLAB kann durch Ausführen der Installationsdateien (*setup\_measurelab\_x86.exe*, *setup\_measurelab\_x64.exe* und *setup\_measurelab.pkg*) eingerichtet werden. Befolgen Sie zur Installation die Anweisungen auf dem Bildschirm.

Alle verfügbaren Installationsdokumente finden Sie unter:

<https://www.phywe.de/14580-61/>.

Nach der Installation der Software muss der Registrierungscode eingetragen werden. Diesen erhalten Sie nach der Bestellung per E-Mail zugesandt.

### 1.2 Erste Schritte

Nach dem Start von measureLAB erkennt die Software automatisch alle angeschlossenen Sensoren. Um eine Messung zu starten, haben Sie drei Möglichkeiten (Abbildung 1):

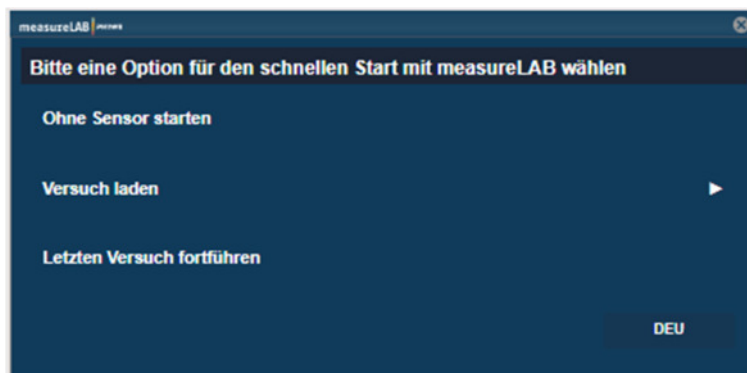


Abbildung 1: Erste Schritte

- 1. Schnellstart:** Nach Auswahl des Schnellstarts können Sie auswählen, nur die gewünschten Parameter der angeschlossenen Sensoren zu messen. Alternativ können Sie auch alle Parameter auswählen, indem Sie auf das links abgebildete Sensorsymbol klicken.
- 2. Versuch laden:** Mit dieser Option werden Sie zur PHYWE-Bibliothek geleitet, in der Sie das gewünschte Experiment auswählen können. Nach Auswahl des Experiments, klicken Sie auf Aktualisieren, daraufhin werden die erforderlichen Voreinstellungen automatisch heruntergeladen - dies kann einige Momente dauern. Sie können auch Ihre eigenen Experimente und die entsprechenden Einstellungen unter „Meine Versuche“ auswählen (Abbildung 2).
- 3. Letzten Versuch fortsetzen:** Wenn Sie die Messungen eines zuvor durchgeführten Versuchs mit denselben Einstellungen fortsetzen möchten, können Sie diese Option auswählen

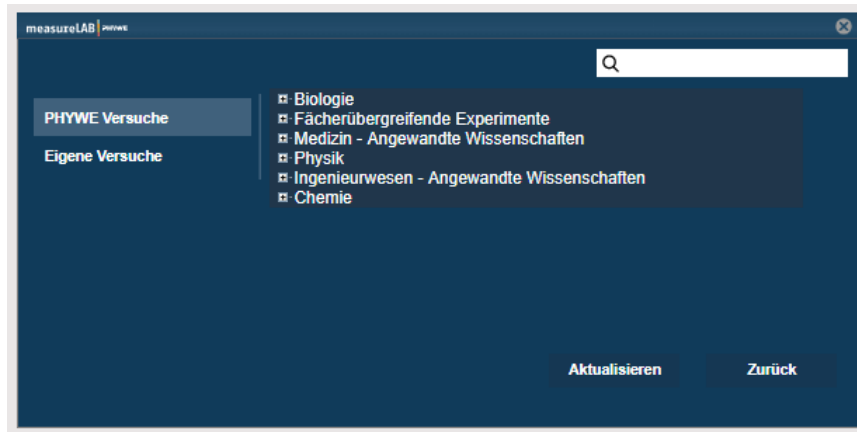


Abbildung 2: Versuche laden mit measureLAB

### 1.3 Grundfunktionen

measureLAB bietet eine einfache, intuitive Benutzeroberfläche (Abbildung 3). Auf der linken Seite finden Sie alle angeschlossenen **Sensoren** und die Option einen **virtuellen Kanal** zu erstellen (1).

Die obere Leiste enthält die folgenden Funktionen:

**Hauptfenster (2):** Bringt Sie zurück zum Hauptfenster (Abbildung 1) um ein neues Experiment zu laden oder ein vorheriges fortzusetzen.

**Einstellungen (3):** Alle notwendigen Softwareeinstellungen einschließlich Sprache, Messmodus und Sensoreinstellungen (vgl. Kapitel 1.4.)

**Versuche speichern (4):** Speichern Sie Ihren Versuch nach den Messungen. Optional können Sie Ihre eigenen Notizen als PDFs neben Ihren Versuchen speichern.

**Datenaustausch (5):** Teilen Sie Ihre Daten mit anderen Geräten und Nutzern.

**Vollbild (6):** Verwenden Sie measureLAB im Vollbildmodus.

In der unteren Leiste können Sie Folgendes verwenden:

**Aufnahmetaste (7):** Startet und stoppt Ihre Messungen.

**Zeitskala (8):** Beobachten Sie die Dauer Ihrer Experimente.

**Werte (9):** Zeigt die Anzahl der Messwerte an.

**Abtastrate (10):** Anzeige der aktuellen Abtastrate.

**Triggeroption (11):** Gibt an, ob ein Trigger aktiv oder inaktiv ist.

**Messdaten (12):** Enthält alle Messdateien.

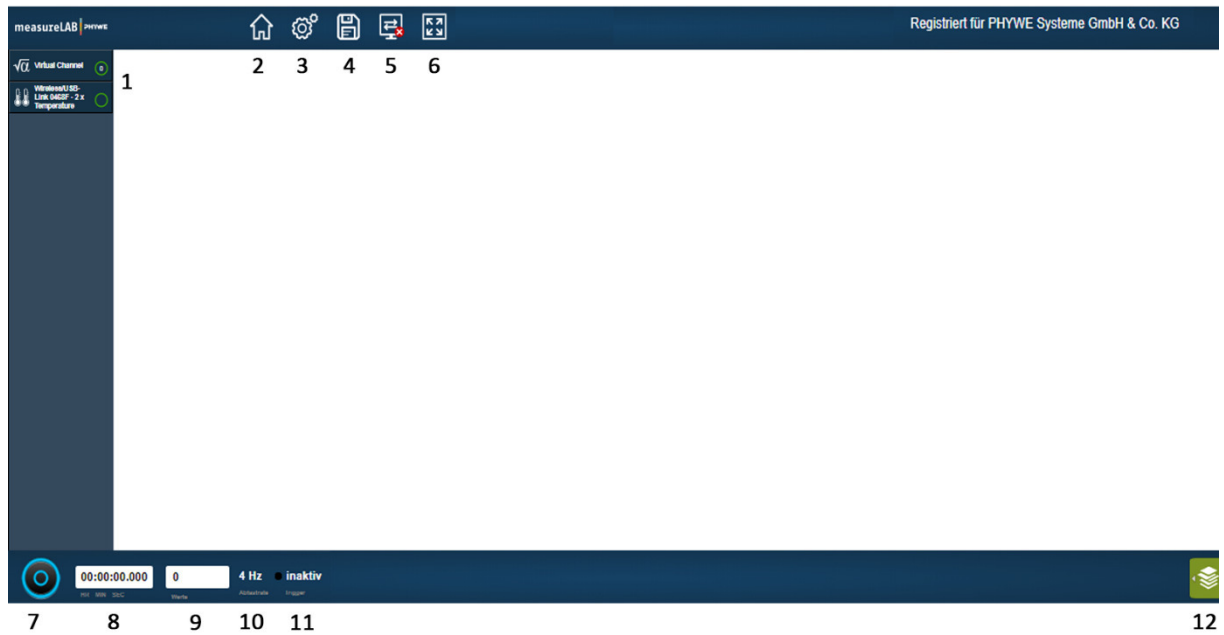


Abbildung 3: Grundfunktionen in measureLAB

## 1.4 Einstellungen

### Allgemeines

In den allgemeinen Einstellungen können Sie zwischen Anzeigesprachen wechseln, Ihren Benutzernamen für die gemeinsame Nutzung von Daten ändern und auswählen. Außerdem können Sie entscheiden, ob Sie Hinweise angezeigt kriegen wollen (Abbildung 4).

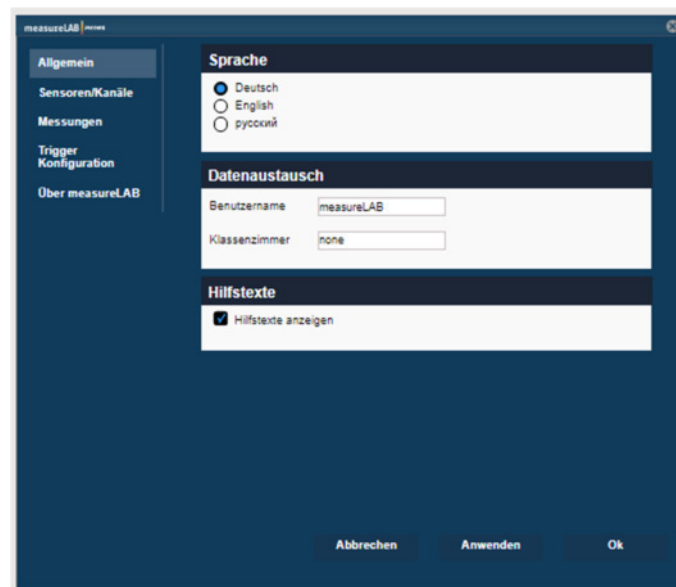


Abbildung 4: measureLAB Einstellungen - Allgemein

## Sensoren / Kanäle

Oben rechts können Sie die jeweils angeschlossenen Sensoren oder virtuellen Kanäle auswählen, und die individuellen Einstellungen für jeden Sensor ändern. In Abbildung 5 werden die möglichen Einstellungen des Cobra4 Energy Sensors exemplarisch angezeigt.

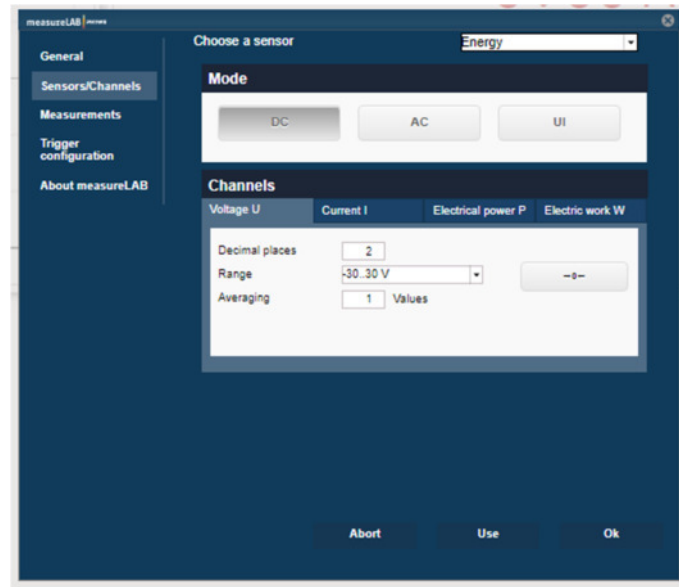


Abbildung 5: measureLAB Settings - Sensors/Channels

## Messungen

Unter Messungen können Sie die Abtastrate Ihres Experiments und den Messmodus einstellen - kontinuierliche oder Einzelmessungen (Abbildung 6).

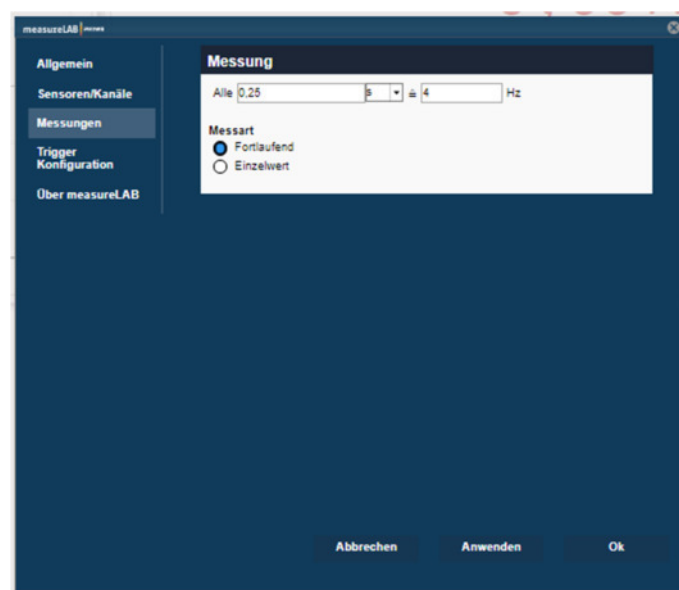


Abbildung 6: measureLAB Einstellungen - Messungen

## Trigger Konfiguration

Wenn Sie möchten, dass Ihre Messung mit Triggern für Start und Ende der Messung aufgezeichnet wird, können Sie die folgenden Triggeroptionen auswählen (Abbildung 7):

### Trigger starten

Nach Auswahl des jeweiligen Sensors bzw. Kanal können Sie einen Schwellwert einstellen. Sie können zudem festlegen, ob der Trigger fallende oder steigende Werte erkennen soll (Flanke). Darüber hinaus können Sie einen Pretrigger festlegen, der den Start der Messung nach einer bestimmten Zeit oder nach bestimmten Werten ermöglicht.

### Stoppen Sie den Trigger

Sie können wählen, ob Sie Ihre Messungen nach einer bestimmten Zeit (Option: Stopp nach) oder nach dem Erkennen bestimmter Messwertverhalten (Option: Kanal) stoppen möchten. In letzterem können Sie einen Schwellwert und die jeweilige Flanke (steigende oder fallende Werte) bestimmen. Sie können auch die Anzahl der ignorierten Flanken bis zum Abschluss der Messung bestimmen.

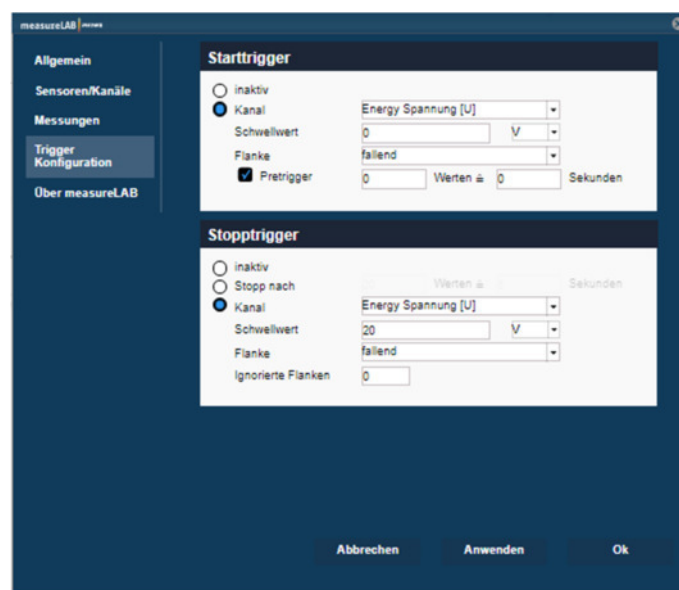


Abbildung 7: measureLAB Einstellungen - Trigger Konfiguration



## Über measureLAB

Hier finden Sie alle Informationen zu Ihrer measureLAB-Version und -Lizenz (Abbildung 8).



Abbildung 8: measureLAB Einstellungen – Über measureLAB

## 2 Messwertaufnahme und Datenanalyse

### 2.1 Erste Messungen

#### 2.1.1 Sensoren und Kanäle

Auf der linken Seite des Hauptfensters (Abbildung 9) finden Sie die angeschlossenen Sensoren und den virtuellen Kanal. Durch Klicken auf den jeweiligen Sensor wird ein zweites Fenster geöffnet, in dem die Parameter des Sensors angezeigt werden. Sie können einen einzelnen Parameter oder mehrere Parameter auswählen. Sobald der Parameter hellgrau hervorgehoben ist, können Sie die Parameter als analoge Anzeige (1), digitale Anzeige (2), Diagramm (3) oder Tabelle (4) anzeigen. Für geeignete Sensoren können Sie auch ein Oszilloskop-Diagramm anzeigen (5).

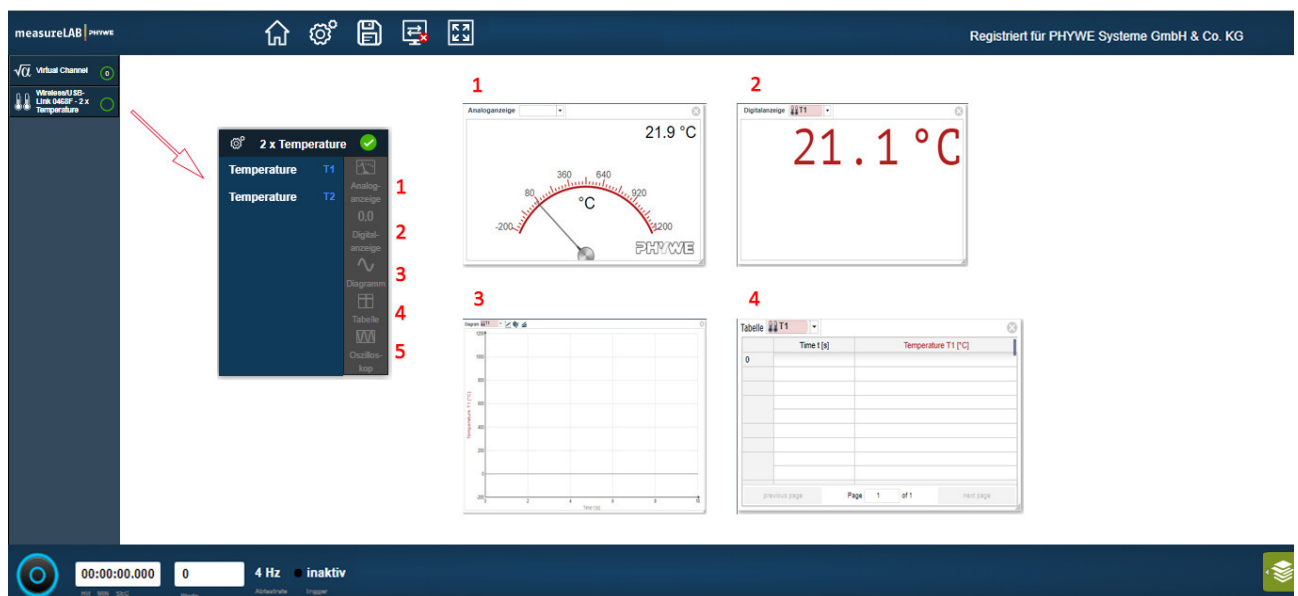


Abbildung 9: Erste Messungen – Sensoren und Kanäle

#### 2.1.2 Messwertaufnahmeoptionen – Einzelwerte oder kontinuierlich

Abhängig vom einzelnen Versuchsaufbau müssen Sie Ihre Messung möglicherweise fortlaufend oder als Einzelwerte aufzeichnen. In den Einstellungen (vgl. Kapitel 1.4, Abbildung 6) können Sie den Messmodus auswählen. Bei Auswahl einer Einzelmessung wird neben der Aufnahmetaste eine zweite Schaltfläche angezeigt. Um eine Reihe von Einzelmessungen zu starten (Abbildung 10), klicken Sie auf die Aufnahmetaste (1). Ein einzelner Messwert wird durch Anklicken der einzelnen Messschaltfläche (2) aufgezeichnet. Zum Beenden der Messung klicken Sie erneut auf die Aufnahme/Stopp-Taste (1).

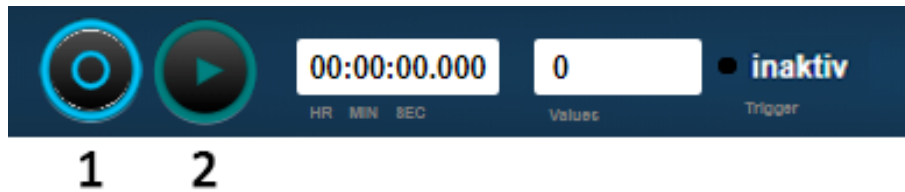


Abbildung 10: Einzelwertmessungen

## 2.2 Fortgeschrittene Messungen

### 2.2.1 Virtuelle Kanäle

Für die Live-Messung konvertierter Kanäle (z.B. um den Abstand zwischen Objekt und Sensor zu messen) können Sie die Option „Virtuelle Kanäle/Virtual Channel“ verwenden (Abbildung 3). Klicken Sie links auf "Virtual Channel" und fügen Sie einen neuen virtuellen Kanal hinzu, indem Sie auf das Plus-Symbol klicken. In den Einstellungen des virtuellen Kanals können Sie das erwartete Maximum / Minimum, die Einheit, die Farbe, das Symbol und einen Namen für Ihren virtuellen Kanal festlegen. Unter Geräte finden Sie alle angeschlossenen Sensoren/Parameter und unter Funktionen alle verfügbaren Funktionen zur Konvertierung Ihrer Kanalaufzeichnungen (Abbildung 11). Ähnlich wie bei Sensorkanälen können Sie Ihren erstellten virtuellen Kanal auswählen und als analoge oder digitale Anzeige, Diagramm oder Tabelle anzeigen (Abbildung 9).

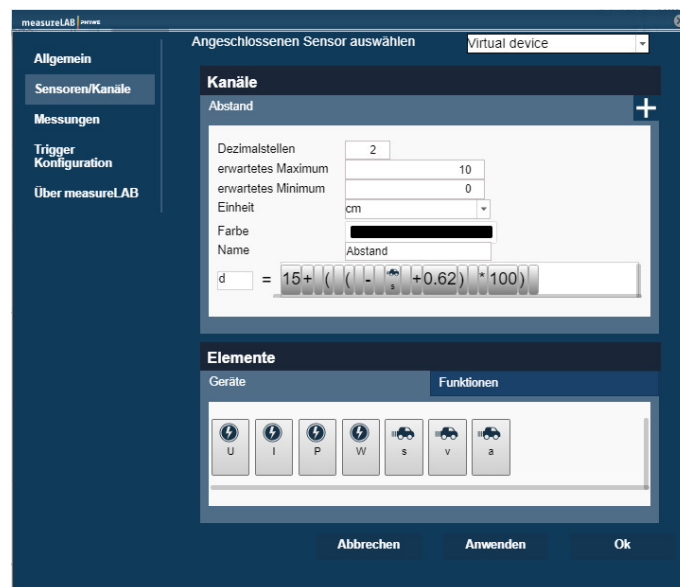


Abbildung 11: Erstellen von virtuellen Kanälen

## 2.2.2 Arbeiten mit Tabellen

### Live-Aufnahme mit Tabellen

Um Messungen in Tabellen aufzuzeichnen, gehen Sie zum jeweiligen angeschlossenen Sensor oder virtuellen Kanal, wählen Sie die gewünschten Parameter aus, die nach der Auswahl hellgrau hervorgehoben werden. Klicken Sie auf die Option „Tabelle“ (Abbildung 12), in der Tabelle werden Indexwerte, Abtastrate und die gemessenen Werte angezeigt. Wenn Sie über eine große Datenmenge verfügen, können Sie die Seiten rechts unten durchblättern (Abbildung 12).

### Nach der Messung

Nach Abschluss einer Messung werden die Messdateien im Datenpool angezeigt (linke Seite, grünes Symbol, vgl. Abbildung 3). Sie können wählen, ob Sie mehrere Datensätze oder eine einzelne Datendatei in einer Tabelle (Abbildung 12) oder als Diagramm (vgl. 2.2.3 Diagramme, Abbildung 14) anzeigen möchten.

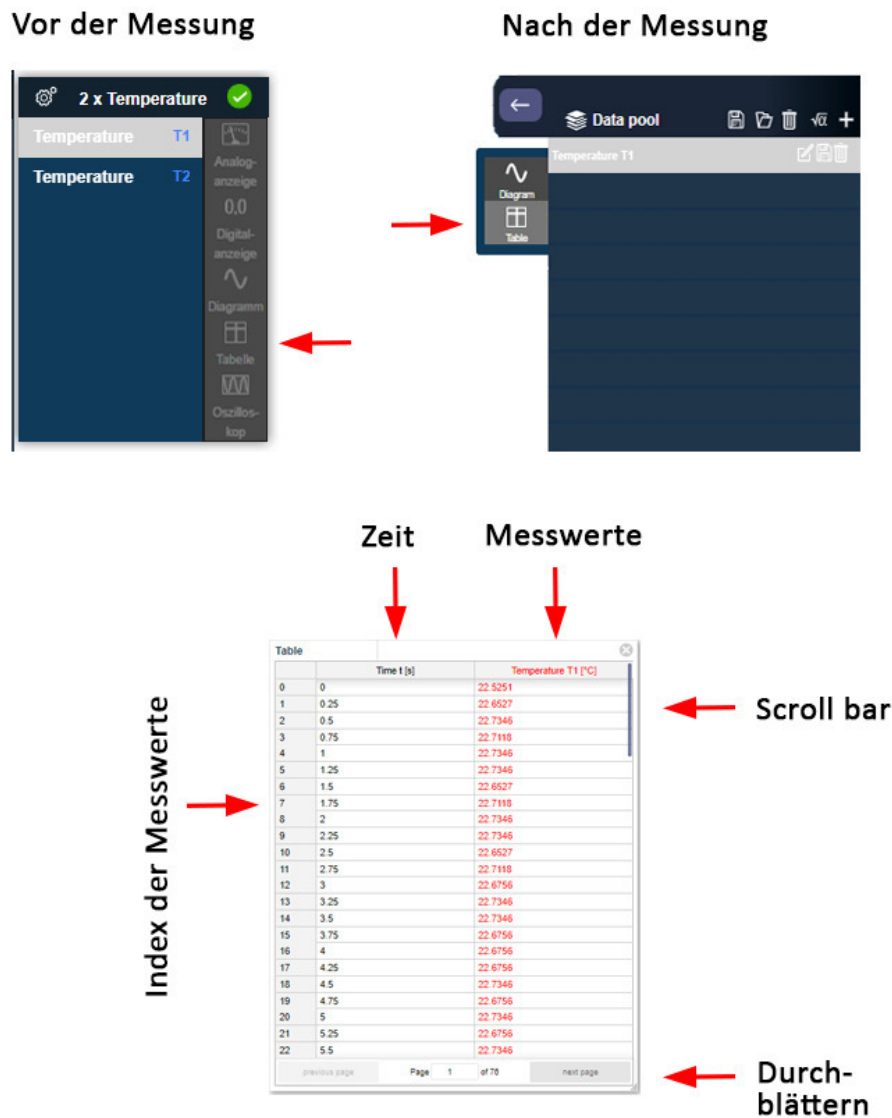


Abbildung 12: Mit Tabellen in measureLAB arbeiten

## Eigene Messungen erstellen, editieren und anzeigen

Neben der Funktionalität Messungen aufzuzeichnen und diese in Tabellen darzustellen, gibt es noch die Möglichkeit eigene Messdateien einzupflegen. Die selbst definierten Werte können anschließend in einem Diagramm angezeigt werden (Abbildung 13). Öffnen Sie dazu den Messdatenpool (1), klicken auf das + (2) und definieren anschließend die Einheit, den Dateinamen sowie das Formelzeichen (3). Ein Klick auf Ok bestätigt die Eingabe und öffnet eine Tabelle für die Eingabe der Messdaten. Nach Eingabe und Bestätigung des ersten Wertes per Enter-Taste (4) wird eine neue Zeile in der Tabelle angelegt. Wählt man eine Zeile zwischen der ersten und der letzten Zeile aus, so erscheinen zwei Schaltflächen (5), die das gezielte Hinzufügen und Entfernen von Zwischenwerten erlauben.

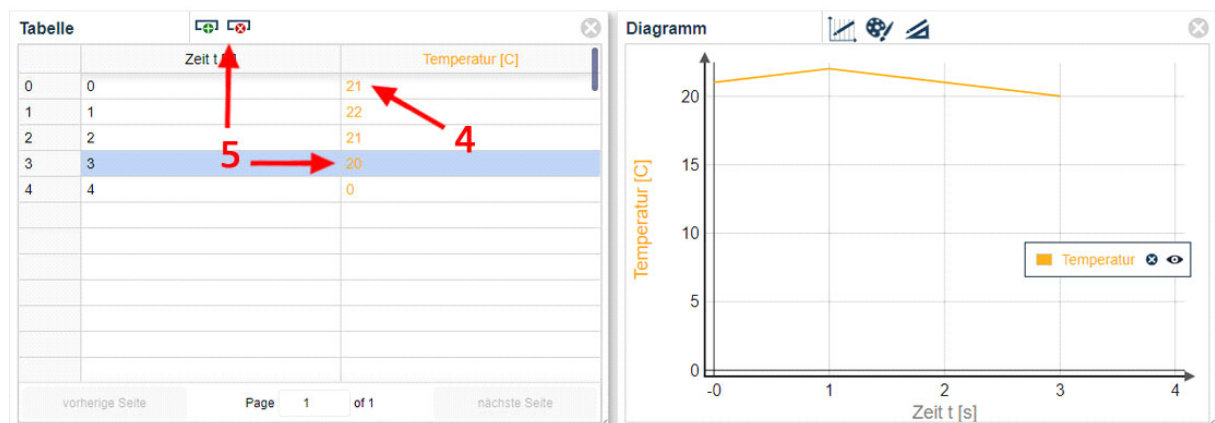
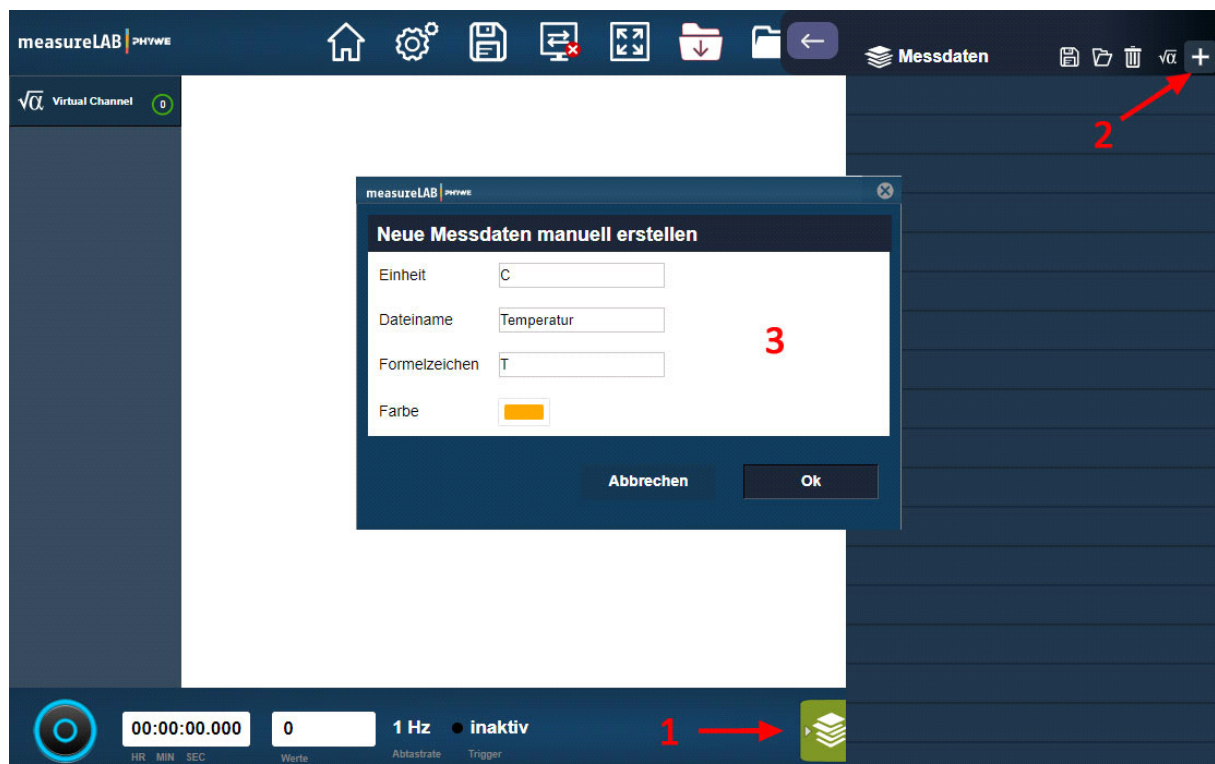


Abbildung 13: Mit eigenen Messtabellen in measureLAB arbeiten

## 2.2.3 Mit Diagrammen arbeiten

### Achseneinstellungen

Zur Visualisierung Ihrer Messungen können Sie die Diagrammoptionen verwenden. Gehen Sie einfach zu Ihrem jeweiligen angeschlossenen Sensor und wählen Sie den gewünschten Parameter oder die gewünschten Parameter aus (hellgrau hervorgehoben). Klicken Sie auf die Option "Diagramm" um ein Diagramm zu erstellen. Nach Erstellung können Sie auch noch andere Parameter oder virtuelle Kanäle hinzufügen, indem Sie diese einfach in das Diagramm ziehen und dort ablegen. In den Achseneinstellungen (Abbildung 14) können Sie einen Parameter als y-Achse oder x-Achse zuweisen, um beispielsweise die Temperatur gegen die Leitfähigkeit anzuzeigen. Um die Diagrammdarstellung der einzelnen Achsen auf linearen oder logarithmischen Maßstab zu ändern, klicken Sie auf das schwarze Symbol neben dem X- oder Y-Symbol (Abbildung 14).

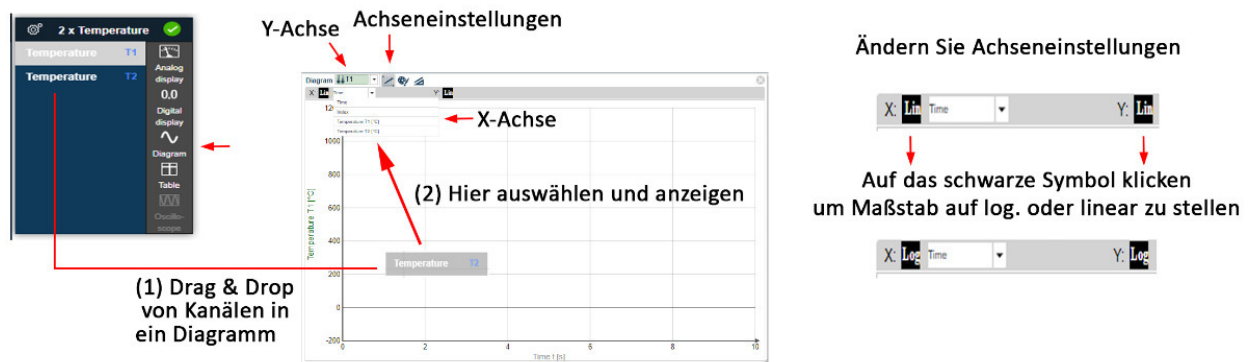


Abbildung 14: Mit Diagrammen in measureLAB arbeiten - Achseneinstellungen

### Kurveneinstellungen

Um das Erscheinungsbild Ihrer Daten im Diagramm zu ändern, wechseln Sie zu "Kurveneinstellungen" (Abbildung 15). Sie haben die Möglichkeit, die Farbe, die Linienbreite und die Symbole (Linien oder Punkte) zu ändern.

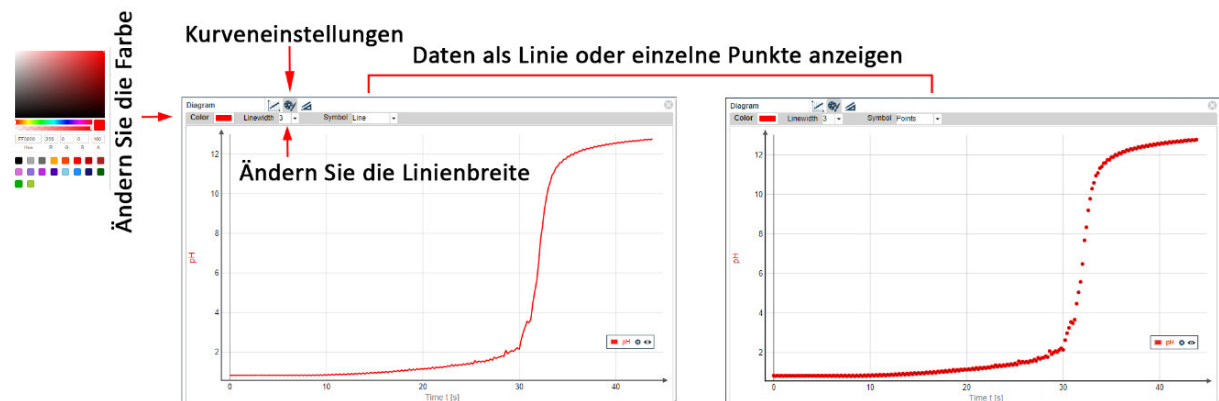
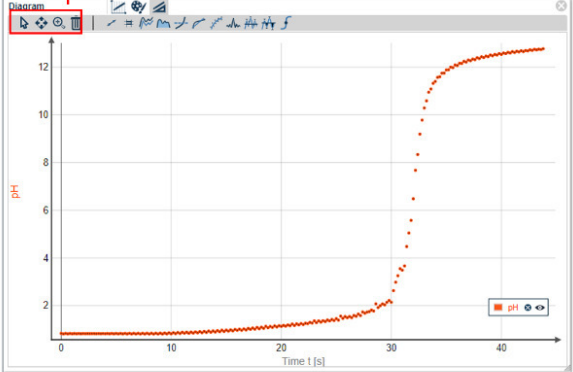


Abbildung 15: Mit Diagrammen in measureLAB arbeiten - Kurveneinstellungen


## Grundwerkzeuge

Nach der Messung können Sie Ihre Daten anzeigen lassen und analysieren, indem Sie das Symbol "Tools and Analysis" auswählen. Als Grundfunktionen (Abbildung 16) können Sie sich mit dem Mauszeiger (1) innerhalb des Diagramms bewegen, Ihre Daten an eine optimale Darstellung anpassen (2), bestimmte Bereiche vergrößern (zoomen) (3) oder die Messung aus dem Diagramm löschen (4). Letzteres ist nützlich, wenn Sie mehrere Datensätze in einem Diagramm anzeigen.

Grundwerkzeuge

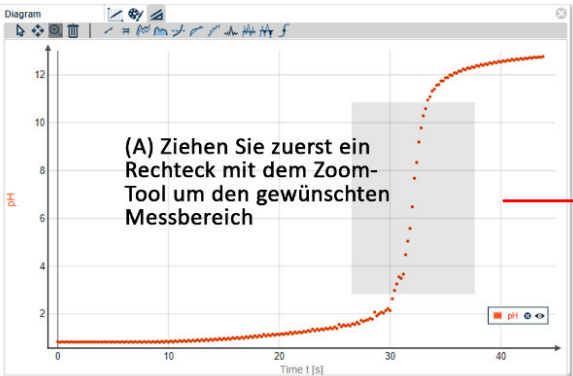


1 2 3 4

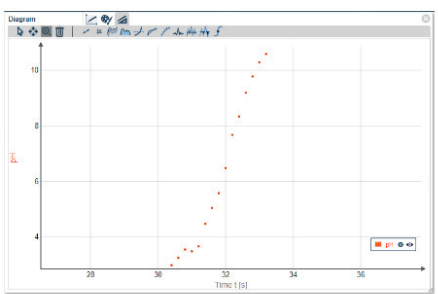


1: Verschieben  
2: Einpassen  
3: Zoom  
4: Messdaten löschen

Vergrößern Sie Messbereiche nach Bedarf



(A) Ziehen Sie zuerst ein Rechteck mit dem Zoom-Tool um den gewünschten Messbereich



(B) Der vergrößerte Messbereich wird automatisch angezeigt

Abbildung 16: Mit Diagrammen in measureLAB arbeiten - Grundwerkzeuge

## 2.3 Nach der Messung – Messdaten, Speicheroptionen und Datenaustausch

### Speicheroptionen

Nach Abschluss Ihres Versuchs können Sie den Versuch und die entsprechenden Einstellungen über die Schaltfläche ‚Speichern‘ in der oberen Leiste speichern (vgl. Abbildung 3).

Sie können Ihr Experiment benennen und eine PDF-Datei mit Ihren Labornotizen anhängen (Abbildung 17).

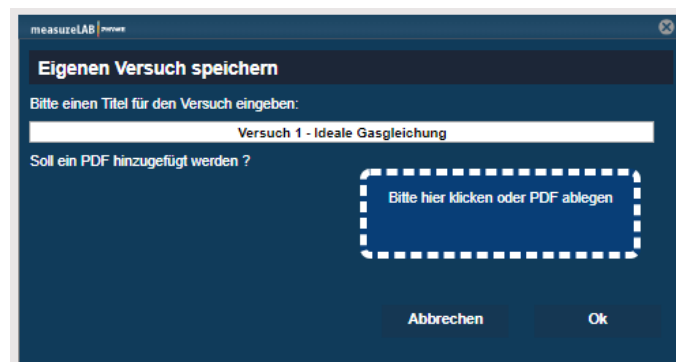



Abbildung 17: Versuch speichern

## Datenaustausch

Sie können Ihre Daten mit anderen Geräten und Personen teilen, indem Sie auf die Schaltfläche zum Teilen von Daten in der oberen Leiste klicken (Abbildung 3). Aktivieren Sie die Datenfreigabe, indem Sie das entsprechende Kästchen markieren und entscheiden Sie, ob Sie eingehende Daten automatisch auf die gleiche Weise akzeptieren möchten oder nicht (Abbildung 18). Sie können Ihre Messdaten einfach und schnell über das Symbol  in Diagrammen, Tabellen und im Messdatenpool versenden. Stellen Sie sicher, dass Sie Ihre Firewall-Einstellungen überprüfen, um ein unbeabsichtigtes Blockieren der Software zu verhindern.

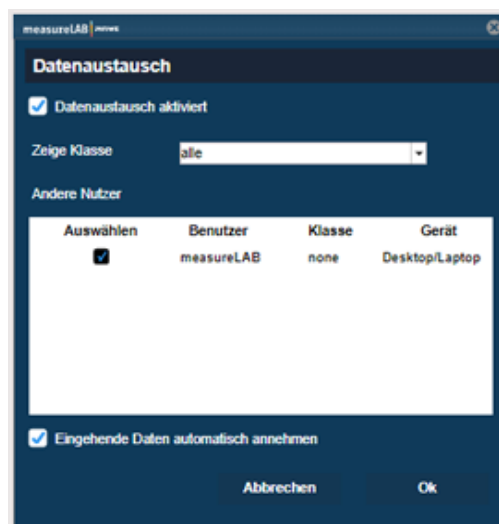


Abbildung 18: Datenaustausch



## Messdaten - Export und Import von Versuchsdaten

Nachdem Sie Ihre Experimente durchgeführt haben, können Sie alle Messdateien anzeigen, indem Sie rechts unten auf das Symbol Datenpool klicken (vgl. Abbildung 3).

Im Datenpool (Abbildung 19) haben Sie die Möglichkeit, Messdaten an andere Geräte und Nutzer zu senden (1). Ausgewählte Datensätze (2) oder einzelne Daten (8) als CVS-Dateien zu exportieren. Zum Importieren von Datendateien können Sie die Importschaltfläche (3) verwenden oder Ihre Dateien einfach per Drag & Drop in den Datenpool ziehen.

Sie können auch Datensätze (4) oder einzelne Dateien (9) löschen oder umbenennen (7).

### Erstellen Sie Ihre eigenen Messdateien

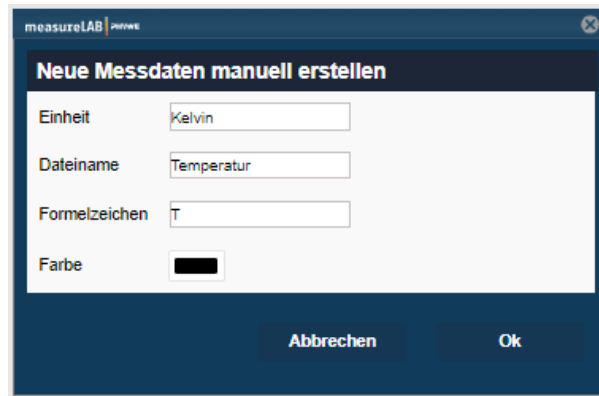
Neben den aufgezeichneten Messdaten können Sie auch eigene Messdateien erstellen; z. B. um die Konzentration verschiedener Lösungen gegen den zugehörigen pH-Wert aufzuzeichnen. Klicken Sie dazu auf das Plus-Symbol (6) in der oberen Leiste des Datenpools. Nachdem Sie die jeweilige Einheit, den Namen, das Symbol und die Farbe Ihrer Messdatei festgelegt haben (Abbildung 20), können Sie die entsprechenden Werte in eine Tabelle eintragen. Die erstellte Tabelle erscheint unterhalb Ihrer Messdateien im Datenpool.

### Kanalumwandlung

Sie können Ihre Messdateien auch mithilfe des Symbols "Kanalumwandlung" (5) in der oberen Leiste des Datenpools/Messdaten konvertieren. Ziehen Sie die zu konvertierenden Messdateien in das Kanalumwandlungsfenster (Abbildung 21) und verwenden Sie die Funktionen, um Ihre Werte umzuwandeln.



Abbildung 19: Messdaten



measureLAB | PHYWE

### Neue Messdaten manuell erstellen

Einheit

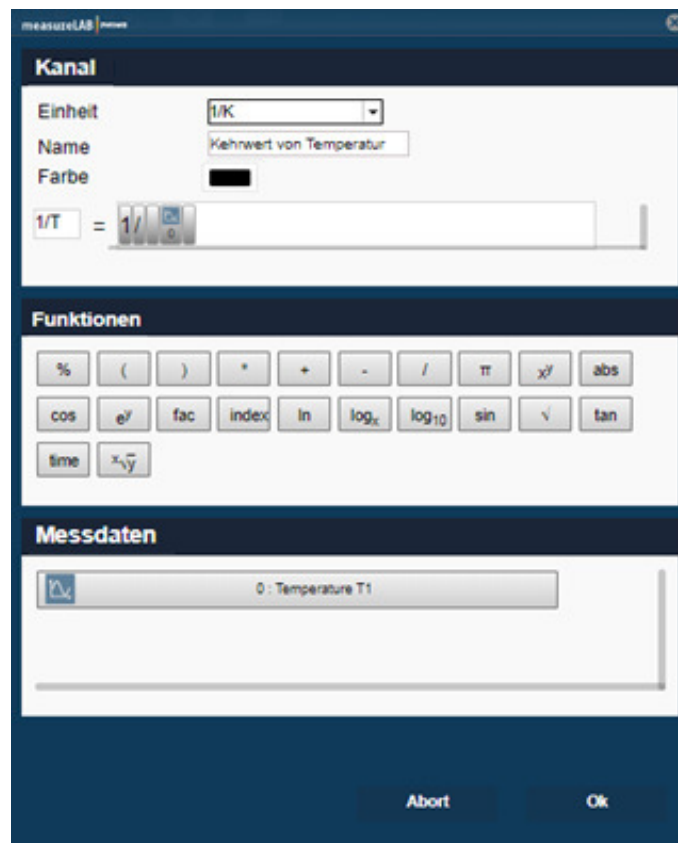
Dateiname

Formelzeichen

Farbe

Abbrechen Ok

Abbildung 20: Messdaten manuell erstellen



measureLAB | PHYWE

### Kanal

Einheit

Name

Farbe

1/T =

#### Funktionen

%	(	)	*	+	-	/	$\pi$	$x^y$	abs
cos	$e^x$	fac	index	ln	$\log_x$	$\log_{10}$	sin	$\sqrt{\quad}$	tan
time	$x^y$								

#### Messdaten

Abort Ok

Abbildung 21: Kanalumwandlungen

## 2.4 Werkzeuge zur Datenanalyse

### 2.4.1 Regressionsgerade

Um eine Regressionslinie zu zeichnen, können Sie im Diagramm unter "Tools und Auswertung" eine Ober- und Untergrenze auswählen. Verwenden Sie einfach das erscheinende Messkreuz, um einen geeigneten Bereich Ihrer Daten auszuwählen. Neben dem Diagramm wird ein zweites Fenster mit den konkreten Bereichswerten und der linearen Gleichung angezeigt (Abbildung 22).

#### Erstellen einer Regressionsgeraden

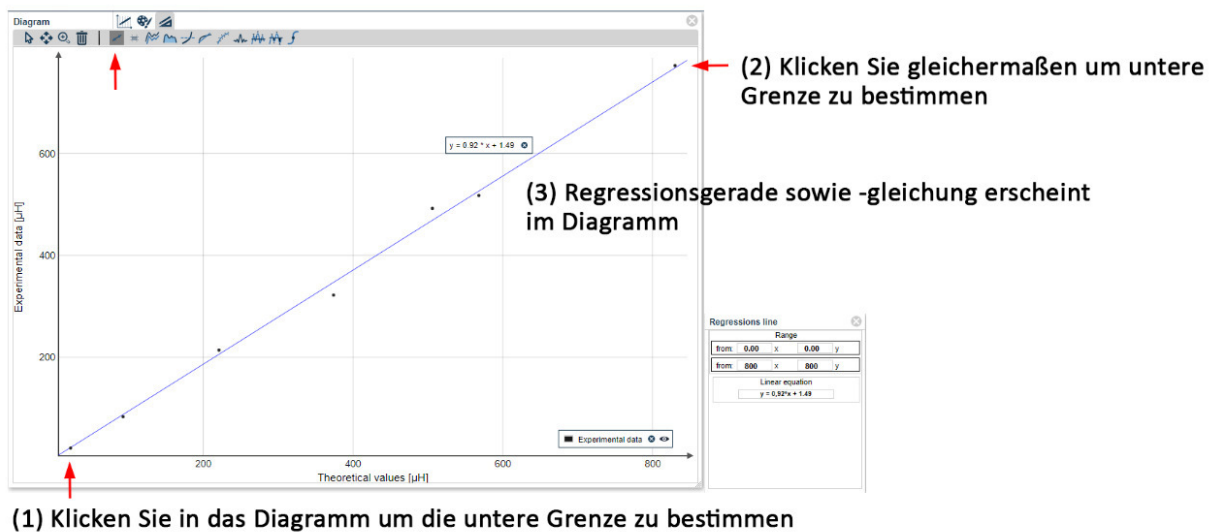


Abbildung 22: Datenanalyse – Regressionsgerade erstellen

### 2.4.2 Vermessen

Mit dem Messwerkzeug ‚Vermessen‘ können Sie beispielsweise das Ausmaß der Zunahme oder Abnahme Ihrer Messwerte oder die Messzeitdauer bestimmen. Gehen Sie dazu zu "Tools und Auswertung" und wählen Sie das Tool "Vermessen" aus. Zeichnen Sie ein blaues Rechteck um Ihren gewünschten Messwertbereich und zeigen Sie alle erforderlichen Werte im Messfenster neben dem Diagramm an (Abbildung 23).

## Messbereiche vermessen

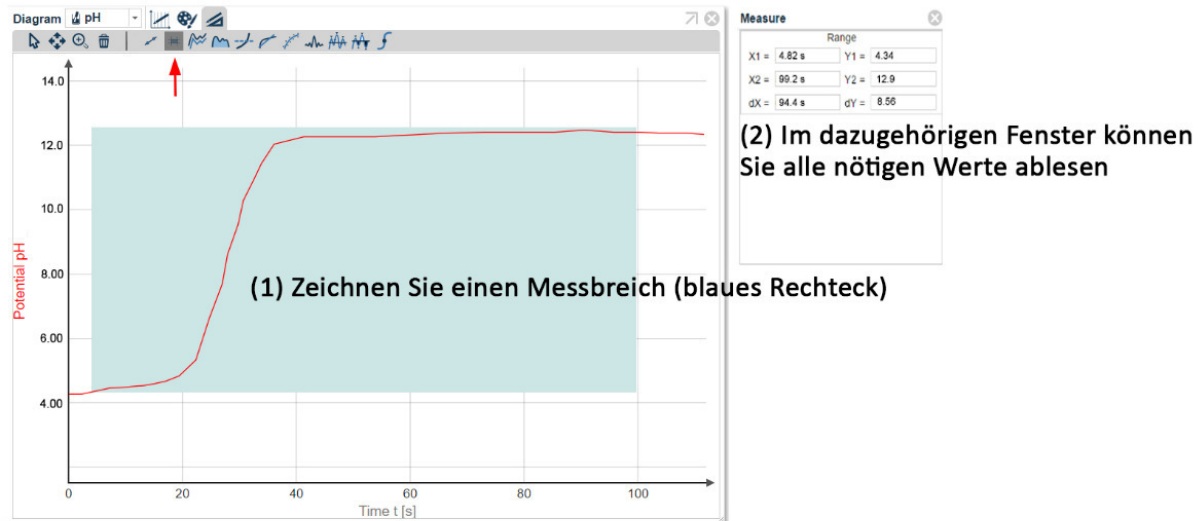
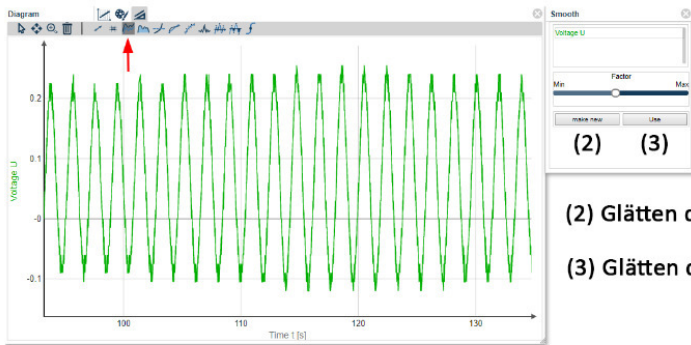


Abbildung 23: Datenanalyse – Vermessen

### 2.4.3 Glätten

Um Ihre Messdaten zu glätten, gehen Sie zu "Datenanalyse und Tools" und wählen Sie "Glätten". Dadurch wird ein neues Fenster neben dem Diagramm erstellt. Wählen Sie zunächst Ihre Messdatei (grau hinterlegt) und ermitteln Sie einen geeigneten Glättungsfaktor. Um die geglätteten Daten anzuzeigen, können Sie entweder ein neues Diagramm erstellen oder es in den bereits vorhandenen Daten anzeigen (Abbildung 24).

### Werte glätten



(1) Wählen Sie die gewünschte Messdatei aus

(2) Glätten der Werte und Anzeige in einem neuen Diagramm

(3) Glätten der Werte im gleichen Diagramm

### Beispiel für geglättete Werte

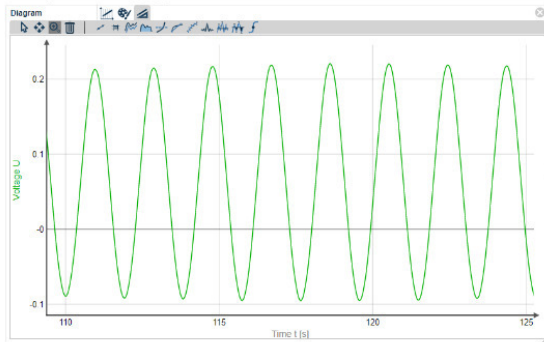
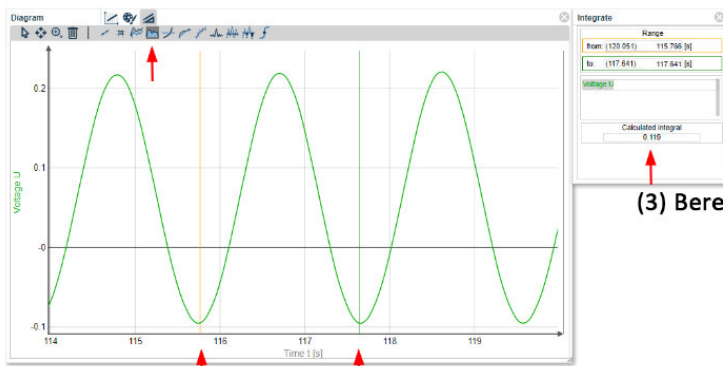


Abbildung 24: Datenanalyse – Werte glätten

## 2.4.4 Integrale bestimmen

Um ein Integral eines Messbereichs zu bestimmen, können Sie zu "Auswertung und Tools" gehen und "Integral" auswählen. Legen Sie einen linken (gelber Balken) und rechten (grüner Balken) Bereich fest und wählen Sie die gewünschte Messdatei im Fenster "Integrieren" neben dem Diagramm aus. Das berechnete Integral wird hier angezeigt (Abbildung 25).

### Integrieren von Messdaten



(1) Bestimmen Sie einen geeigneten Messbereich  
 Unterer Messbereich (gelber Balken)  
 Oberer Messbereich (grüner Balken)

(2) Wählen Sie die gewünschte Messdatei aus (grau hinterlegt)

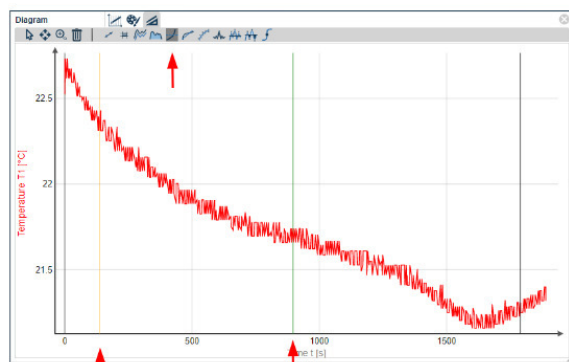
(3) Berechnetes Integral wird hier angezeigt

Abbildung 25: Datenanalyse – Integrale bestimmen

## 2.4.5 Mittelwertbestimmung

Um einen Durchschnitt Ihrer Messwerte zu ermitteln, können Sie unter "Auswertung und Tools" die Option "Mittelwert" auswählen. Legen Sie einen linken (gelber Balken) und rechten (grüner Balken) Bereich fest und wählen Sie die gewünschte Messdatei im Fenster "Mittelwert" neben dem Diagramm aus. Der berechnete Durchschnitt wird hier angezeigt (Abbildung 26).

### Mittelwert bestimmen



(2) Wählen Sie die gewünschte Messdatei aus (grau hinterlegt)

(3) Berechneter Mittelwert wird hier angezeigt

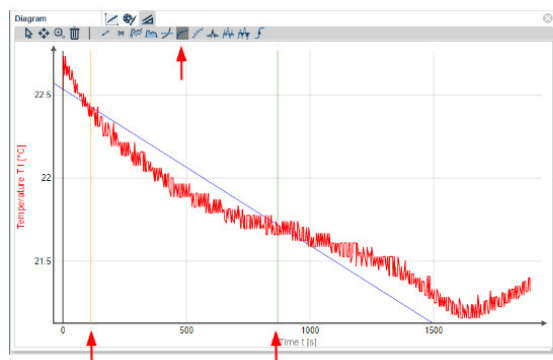
(1) Bestimmen Sie einen geeigneten Messbereich  
 Unterer Messbereich (gelber Balken)  
 Oberer Messbereich (grüner Balken)

Abbildung 26: Datenanalyse – Mittelwerte bestimmen

## 2.4.6 Gradient

Um einen Gradienten Ihrer Messwerte zu ermitteln, können Sie unter "Auswertung und Tools" die Option "Gradient" auswählen. Legen Sie einen linken (gelber Balken) und rechten (grüner Balken) Bereich fest und wählen Sie die gewünschte Messdatei im Fenster "Gradient" neben dem Diagramm aus. Der berechnete Gradient wird hier sowie im Diagramm angezeigt (Abbildung 27).

### Gradienten berechnen



(2) Wählen Sie die gewünschte Messdatei aus (grau hinterlegt)

(3) Berechneter Mittelwert wird hier angezeigt

(1) Bestimmen Sie einen geeigneten Messbereich  
 Unterer Messbereich (gelber Balken)  
 Oberer Messbereich (grüner Balken)

Abbildung 27: Datenanalyse - Gradient

## 2.4.7 Kurvenfitting

Um ein Kurvenfitting der gemessenen Werte zu generieren, gehen Sie zu "Auswertung und Tools" und wählen Sie "Kurvenfitting". Neben dem Diagramm wird ein Fenster "Kurvenfitting" angezeigt, in dem Sie eine Kurvenfitgleichung (1) bestimmen können. Nach der Auswahl der jeweiligen Messdaten (2) erscheinen die Kurvenfitdaten im Diagramm (3) und die jeweiligen Kurvenfitparameter (4) werden im Fenster „Kurvenfitting“ angezeigt (Abbildung 28).

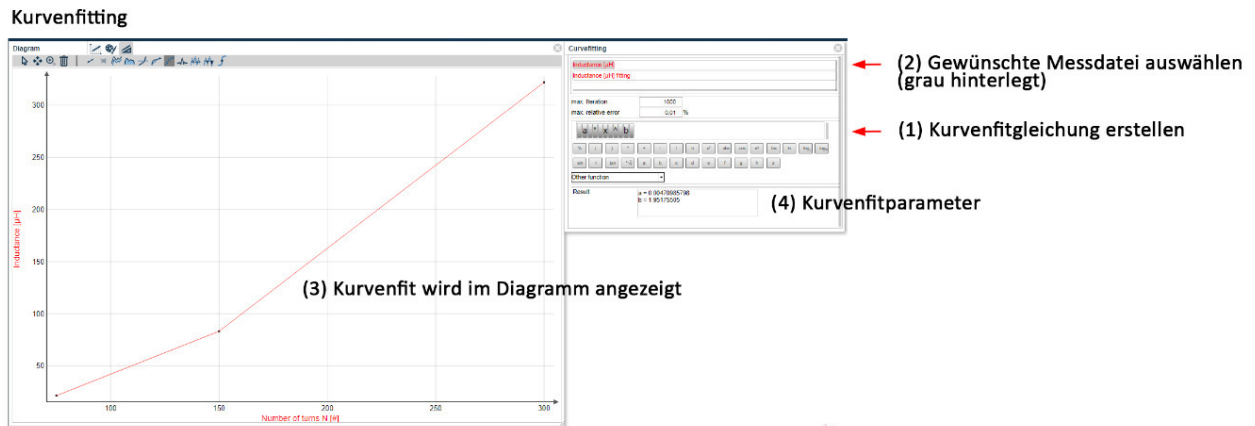


Abbildung 28: Datenanalyse - Kurvenfitting

## 2.4.8 Fourier Transformation

Um eine Fourier-Transformation mit Ihren Messdaten durchzuführen, gehen Sie zu „Auswertung und Tools“ und wählen Sie „Fourier-Transformation“ (Abbildung 29). Bestimmen Sie zunächst die jeweiligen Bereiche (links und rechts) und bestimmen Sie einen geeigneten Offset (in dem in Abbildung 29 gezeigten Beispiel beträgt der Offset 1,80). Wählen Sie daraufhin eine Messdatei (grau unterlegt) aus, indem Sie darauf klicken. Ein neues Fenster mit einer generierten Fourier-Transformation Ihrer Daten wird angezeigt. Sie können eine Peakanalyse (Kapitel 2.4.9) anwenden, um die Hauptfrequenz zu bestimmen.

## Fourier-Transformation

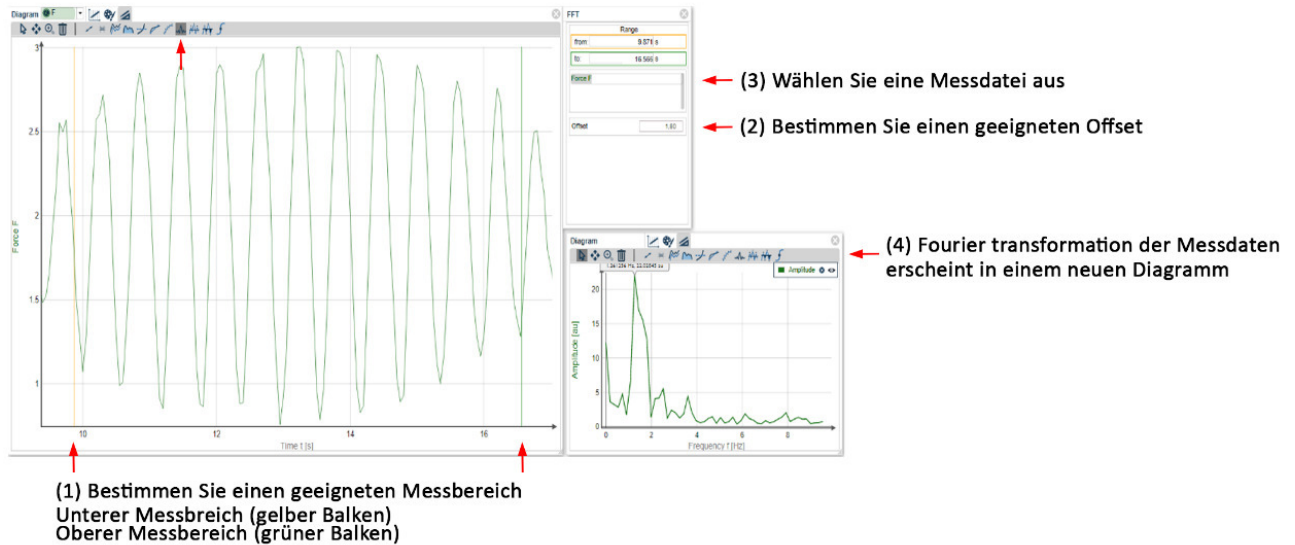


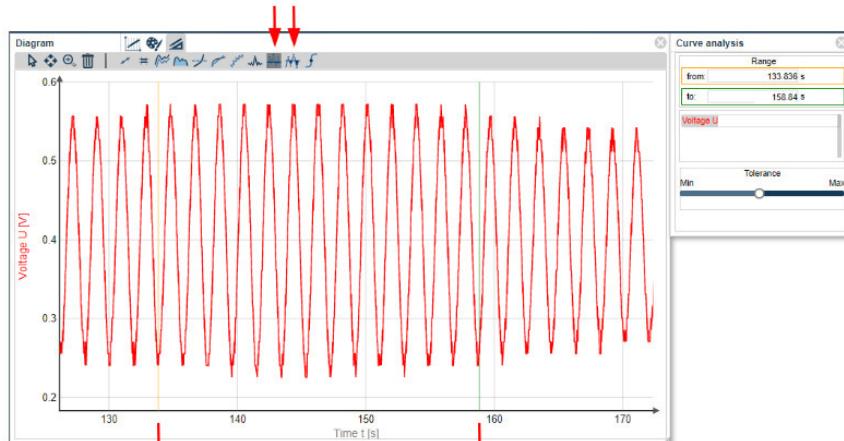
Abbildung 29: Datenanalyse – Fourier-Transformation

## 2.4.9 Kurven- und Peakanalyse

Sie können Kurven- und Peakanalysen von Messdaten durchführen. Bei der Kurvenanalyse können Sie die Extrema und Wurzeln einer Kurve anzeigen, während bei der Peakanalyse die x- und y-Koordinate der Kurvenspitzen angezeigt wird. Gehen Sie zu "Auswertung und Tools" und wählen Sie "Kurven" oder "Peak" -Analyse. Legen Sie einen Messbereich mit dem linken (gelben) und rechten (grünen) Balken fest und wählen Sie Ihre Messdatei im Fenster „Kurven- oder Peakanalyse“ neben dem Diagramm aus (Abbildung 30). Die jeweiligen Analyseergebnisse (Peak- oder Kurvenanalyse) werden in einem neuen Fenster angezeigt. Zusätzlich können Sie die Ergebnisse im Diagramm anzeigen lassen.



## Kurven- und Peakanalyse



(2) Wählen Sie eine Messdatei aus (grau hinterlegt)

(1) Bestimmen Sie einen geeigneten Messbereich  
 Unterer Messbereich (gelber Balken)  
 Oberer Messbereich (grüner Balken)

(3) Minima and Maxima werden hier angezeigt

(4) Oder wahlweise im Diagramm angezeigt

No.	t [s]	Kind	U [V]
1	134.778	Maxima	0.571772993
2	135.690002	Minima	0.240746906
3	136.607999	Maxima	0.571772993
4	137.576004	Minima	0.240746906
5	138.585999	Maxima	0.571772993
6	139.572006	Minima	0.225760806
7	140.460007	Maxima	0.571772993

Show at diagram

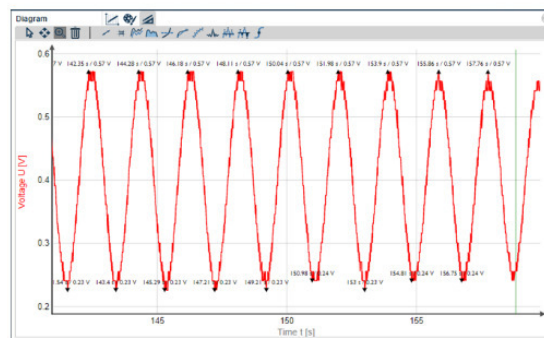


Abbildung 30: Datenanalyse – Kurven- und Peakanalyse

### 2.4.10 Äquivalenzpunkt bestimmen

Um den Äquivalenzpunkt einer Titrationskurve zu bestimmen, gehen Sie zu "Auswertung und Tools" und wählen Sie "Äquivalenzpunkt". Bestimmen Sie einen geeigneten Bereich durch einen linken (gelb) und einen rechten (grün) Balken und wählen Sie, ob abhängig von der Titration ein oder zwei äquivalente Punkte angezeigt werden sollen. Zuletzt wählen Sie die Messdatei aus und drücken auf „Anzeigen“ um den Äquivalenzpunkt und die  $pK_s$ -Werte im Diagramm anzuzeigen (Abbildung 31).

## Äquivalenzpunkt bestimmung

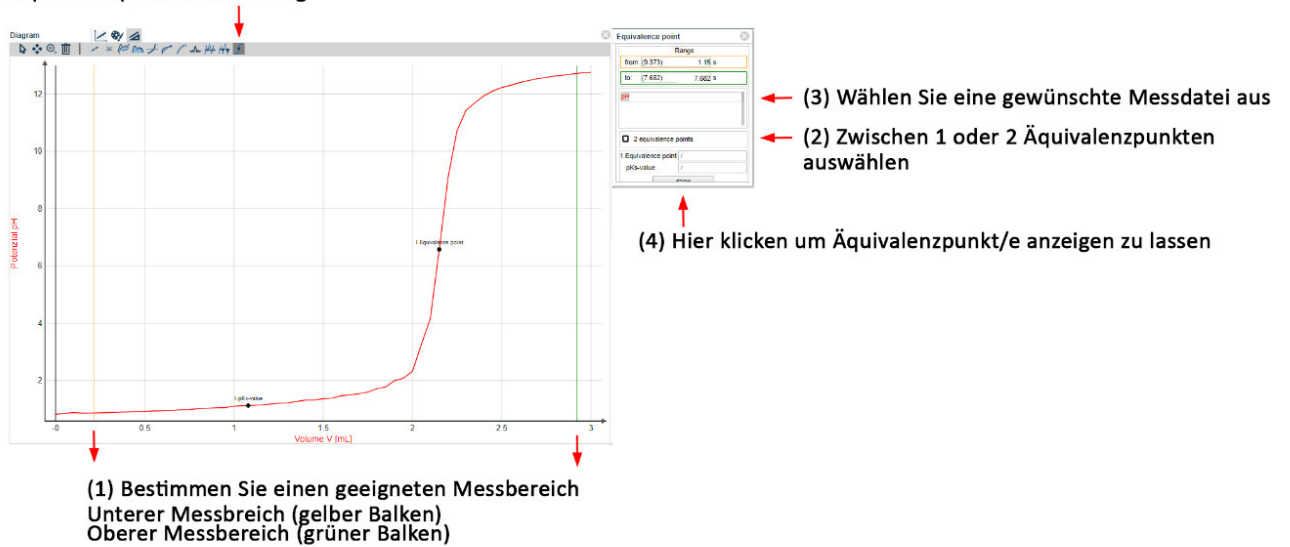


Abbildung 31: Datenanalyse – Äquivalenzpunkte bestimmen