

Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Konzentration

Beispiel: Leitfähigkeit von Kupfersulfatlösungen unterschiedlicher Konzentration bestimmen.

Stellen Sie verschiedene Konzentrationen einer Kupfer(II)-sulfatlösung bereit.
(z.B.: 0,1 / 0,2 / 0,4 / 0,6 / 0,8 / 1,0 mol · L⁻¹)

Öffnen der Software und Koppeln des Sensors

Starten Sie die SPARKvue-Software:

Auswahlmenü

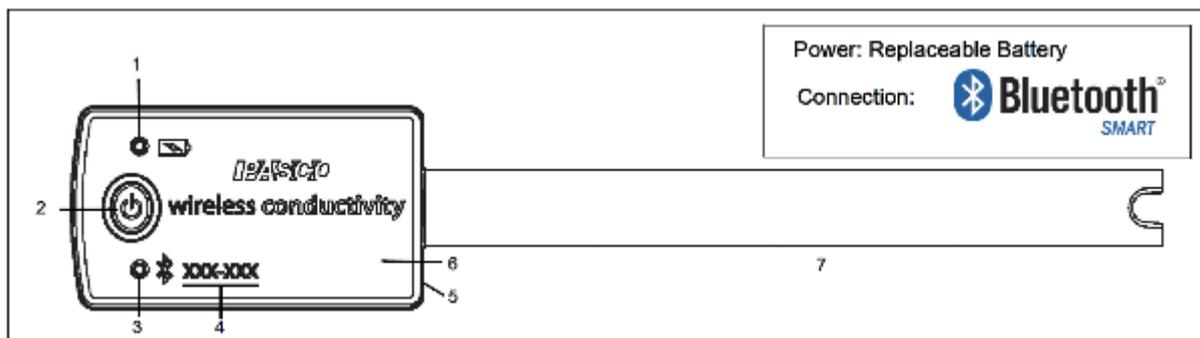


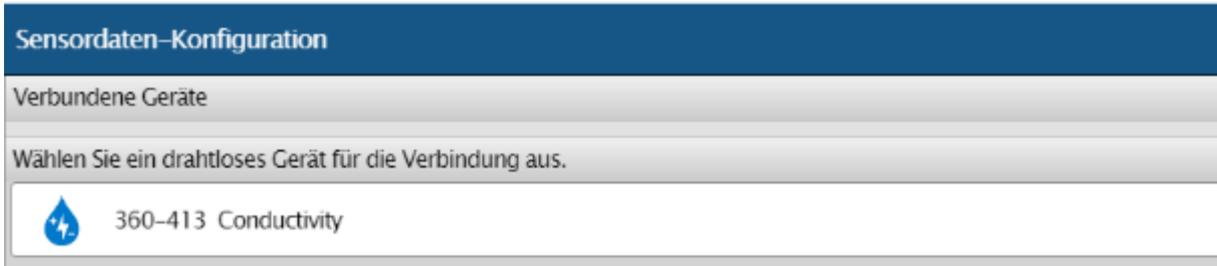
PASCO-Experiment öffnen

Neues Experiment erstellen

Gespeichertes Experiment öffnen

Wählen Sie „Messwerte“ (nicht „Neues Experiment erstellen“!)
Vergewissern Sie sich, dass Bluetooth auf Ihrem Gerät aktiviert ist!
Drücken Sie den Ein- Ausschalter (2) bis die LED (3) rot blinkt.

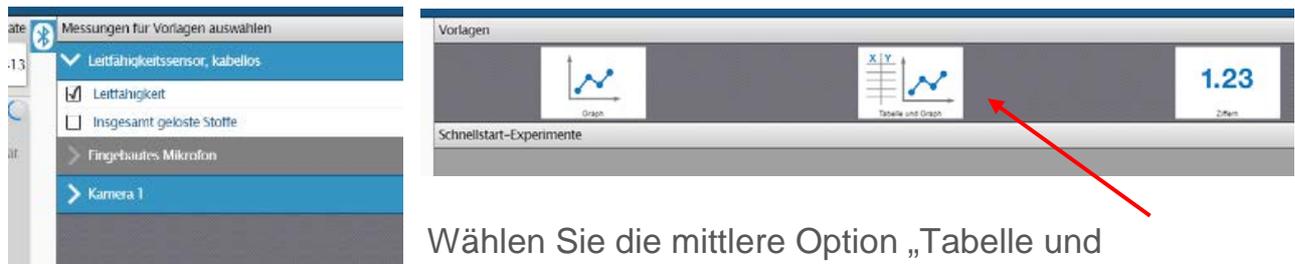




Der Sensor wird auf der linken Seite angezeigt. Klicken Sie auf „Conductivity“ und die LED am Sensor blinkt grün.

Vorbereiten der Messwerterfassung

Danach werden die Optionen für den Sensor angezeigt:



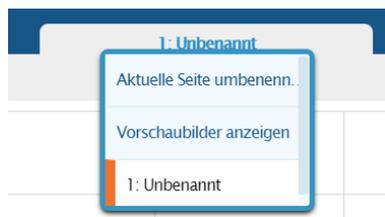
Wählen Sie die mittlere Option „Tabelle und Graph“.

Es wird folgendes Datenblatt angezeigt:

Oben in der Mitte kann der Titel des Blattes geändert werden:



Klicken Sie auf „unbenannt“ und ändern Sie die Beschriftung wie gewünscht:

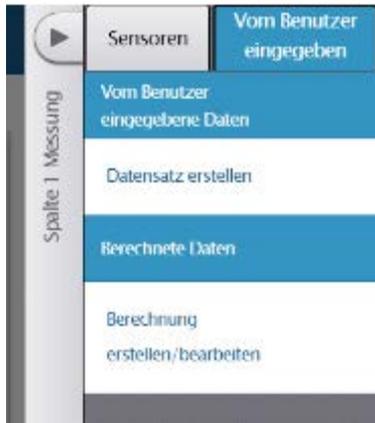


Jetzt muss noch die linke Spalte der Tabelle, in der noch die Zeit in Sekunden angegeben wird, geändert werden:



Wenn Sie auf „Zeit (s)“ klicken, öffnet sich rechts ein Menü:

Klicken Sie dort auf „Vom Benutzer eingeben“ und anschließend auf „Datensatz erstellen“

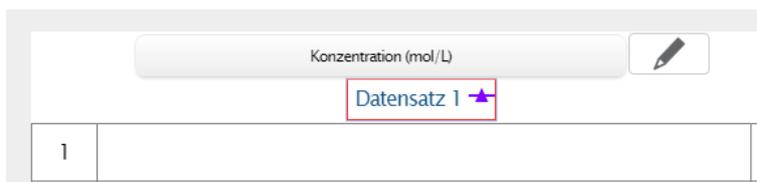


Es öffnet sich eine Eingabemaske in der Sie „Konzentration“ und die Maßeinheit „mol/L“ eingeben können:



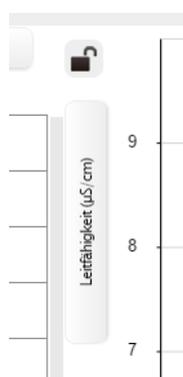
Bestätigen Sie mit „ok“.

Es sollte dann wie folgt aussehen:

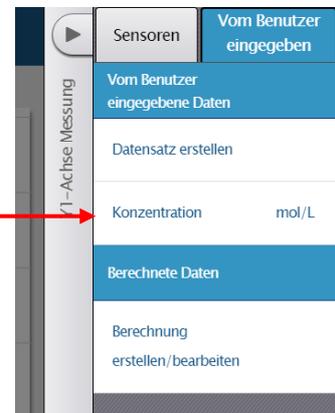


VAD_Chemie_Leitfähigkeit_Kupfersulfat.docx

Jetzt muss noch die Achsenbezeichnung geändert werden.
Auf der Ordinate (y-Achse) sollte die Konzentration statt der Leitfähigkeit stehen.



Klicken Sie wieder auf „Leitfähigkeit (µS/cm)“. Es öffnet sich rechts ein Menü in dem Sie wieder auf „Vom Benutzer eingeben“ anwählen und anschließend auf „Konzentration mol/L“ klicken.

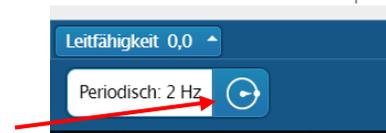


Entsprechend ändern Sie die Abszisse in „Leitfähigkeit µS/cm“. (Sie brauchen nicht erst „Vom Benutzer eingeben“ anwählen.)

Geben Sie jetzt die Konzentrationen der von Ihnen bereit gestellten Lösungen in die linke Spalte der Tabelle ein:

Konzentration (mol/L)	
	Datensatz 1
1	0,10
2	0,20
3	0,40
4	0,60
5	0,80
6	1,00
7	

WICHTIG: Ändern Sie ganz unten links die Abtastoptionen von „periodisch“ auf „manuell“ indem Sie auf den kleinen Kreis mit dem Pfeil klicken.



Ändern und bestätigen Sie mit „ok“. Diese Einstellung stellt fortlaufende Messungen auf Einzelmessungen um.

Spätestens jetzt sollten Sie Ihre bisherigen Einstellungen sichern indem Sie auf die drei waagerechten Striche oben links klicken. Sie können dann auch für andere Messungen darauf zurückgreifen und die Vorlage entsprechend ändern.

VAD_Chemie_Leitfähigkeit_Kupfersulfat.docx

Wenn Sie Ihr Experiment später fortsetzen wollen, klicken Sie nach dem Start des Programms im Auswahlménú auf „gespeichertes Experiment öffnen“. Schalten Sie den Sensor ein und klicken Sie auf das Bluetooth-Symbol oben rechts.

Starten der Messwerterfassung

Stellen Sie Ihre Lösungen bereit.



Versuchsaufbau

Der Sensor wird möglichst locker in Stativ gestellt und in die erste Lösung getaucht.

Datenaufzeichnung

Tippen Sie in der Mitte auf die Schaltfläche „Start“. Sofort wird der erste Messwert angezeigt. Warten Sie eine möglichst stabile Anzeige ab und klicken Sie auf den grünen Haken.



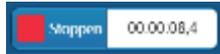
Dadurch wird der erste Wert fixiert und als erster Punkt in dem Graphen eingetragen. Die Anzeige springt in die nächste Zeile. Spülen Sie den Sensor mit destilliertem Wasser,

trocknen ihn kurz ab und stellen sie ihn in die nächste Lösung. Für gute Ergebnisse ist es wichtig den Sensor zu spülen und nicht nur in einen Becher mit destilliertem Wasser zu tauchen.

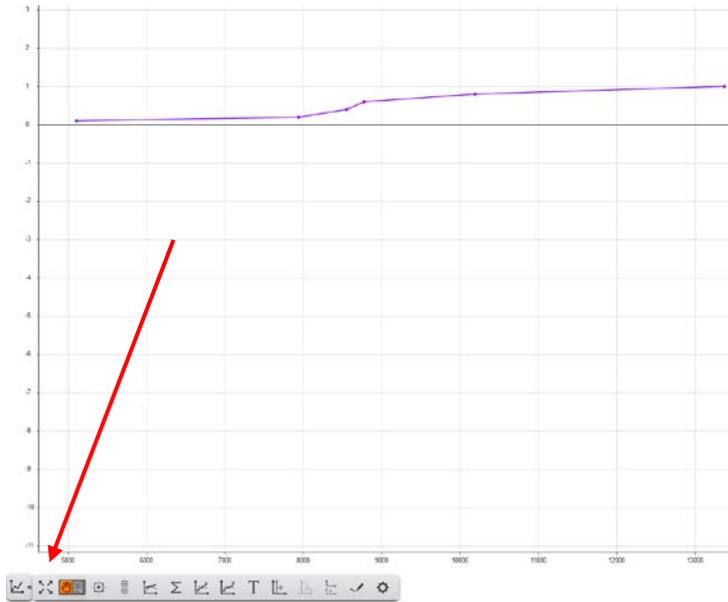


VAD_Chemie_Leitfähigkeit_Kupfersulfat.docx

Fahren Sie fort bis alle Werte eingetragen sind. Danach Stoppen Sie die Aufzeichnung.

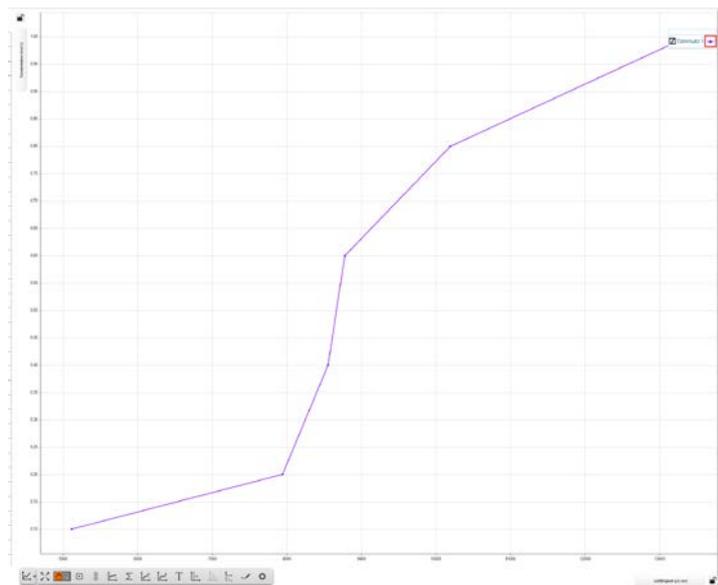


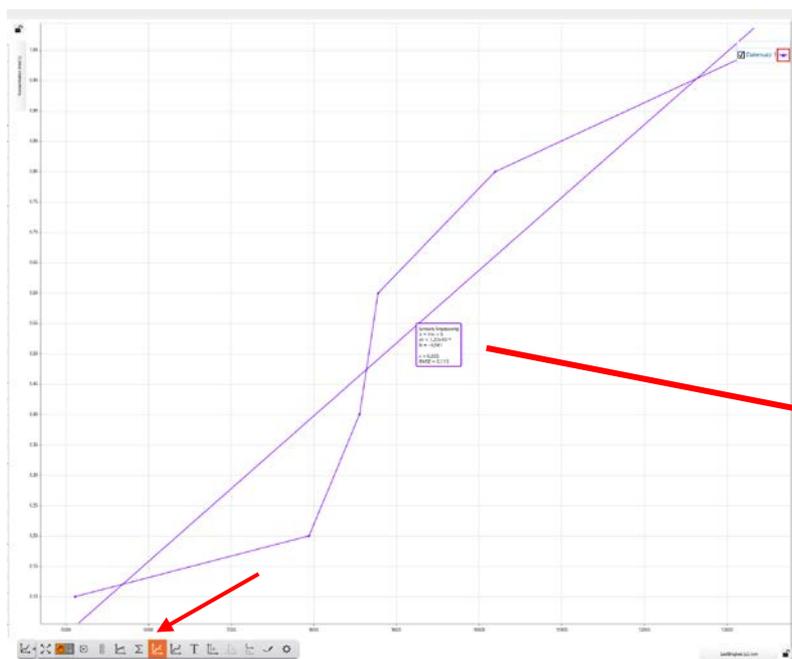
	Konzentration (mol/L)	Leitfähigkeit (µS/cm)
1	0,10	5111,3
2	0,20	7944,3
3	0,40	8555,0
4	0,60	8779,0
5	0,80	10194,0
6	1,00	13374,3
7		



Der Graph ist fertig aber noch nicht skaliert. Um die Ansicht anzupassen klicken Sie auf das Symbol mit den vier Pfeilen im Graphik-Menü. Sollte die Schaltfläche nicht sichtbar sein, klicken Sie auf das Diagramm-Symbol.

Der Graph wird in das Fenster eingepasst. Es sollte eigentlich eine gerade Linie dargestellt werden. Die Abweichungen resultieren aus dem Ansatz der Verdünnungsreihe in nicht exakt geeichten 10-mL Bechern (Pathologiegefäße).





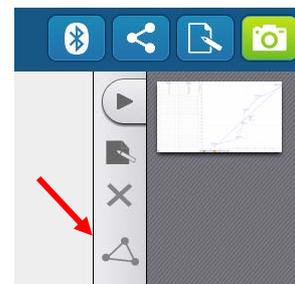
Bei Klick auf „lineare Anpassung“ wird eine gemittelte Gerade eingezeichnet und gleichzeitig die Geradengleichung eingeblendet.

Lineare Anpassung
 $y = mx + b$
 $m = 1,20 \times 10^{-4}$
 $b = -0,561$
 $r = 0,935$
 $RMSE = 0,113$

Mittels der angegebenen Gleichung
 „ $y = 1,20 \cdot 10^{-4} \cdot x - 0,561$ “

kann aus der Leitfähigkeit für eine Lösung unbekannter Konzentration die Konzentration berechnet werden und umgekehrt. So ergibt eine gemessene Leitfähigkeit von $11.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ eine Konzentration von $0,759 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Umgekehrt müsste eine Lösung mit der Konzentration von $0,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ eine Leitfähigkeit von $8.008,33 \mu\text{S}/\text{cm}$ aufweisen. Natürlich können diese Werte auch graphisch ermittelt werden.

Dazu kann ein Schnappschuss erstellt werden. Oben rechts klicken Sie auf das Kamerasymbol. Daraufhin wird die Graphik in eine Zwischenablage gespeichert. Wenn Sie anschließend auf das kleine



Dreieck klicken, wird die Graphik in ein „Journal“ überführt, welches entweder sofort ausgedruckt oder für spätere Verwendung exportiert werden kann. Gespeichert werden 3 Dateien in einem Ordner: Eine Textdatei mit dem Namen des Schnappschusses, eine HTML-Datei mit der Abbildung und eine Bilddatei im png-Format.

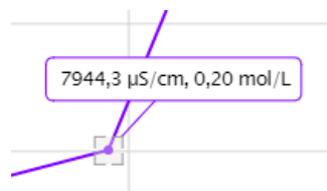
VAD_Chemie_Leitfähigkeit_Kupfersulfat.docx



Die Wertetabelle mit dem Diagramm kann aber auch in eine Excel-Datei exportiert werden. Dazu klicken Sie auf das

Sybol rechts neben dem Bluetooth-Icon.

Daraufhin öffnet sich eine Box in der Sie auswählen, ob Sie Bilder oder Daten exportieren wollen. Für Excel wählen Sie „Daten exportieren“. Gespeichert wird im csv-Format, welches problemlos in Excel eingelesen werden kann.



Wenn Sie in dem Graphen auf einen Messpunkt klicken, erscheint ein kleines Auswahlmenü. Klicken Sie auf die linke Schaltfläche, („Koordinatenwerkzeug hinzufügen“) wird der Punkt mit dem x- und y-Wert beschriftet.

Wenn Sie die Software schließen, wird der Sensor automatisch abgemeldet. Vergessen Sie nicht den Sensor auszuschalten!