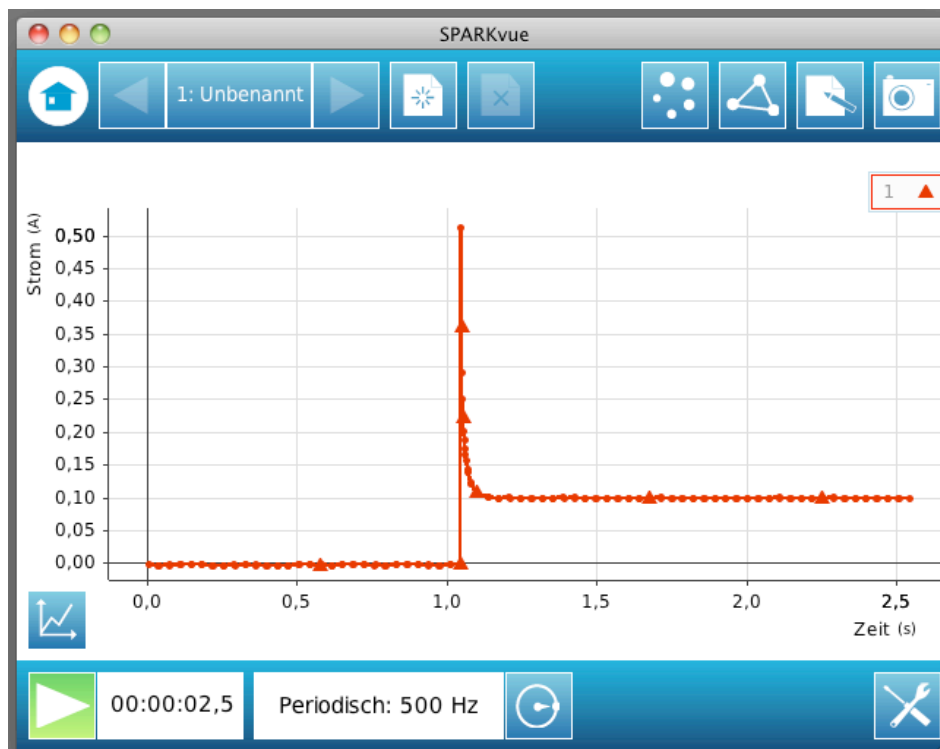


## Einschaltstrom einer Glühlampe



Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungs-niveau	Durchführungs-niveau	Vorlauf Vorbereitung Durchführung
SI	Elektrizitätslehre	Widerstand	●●	■	- 0 - 15 Min 45 Min

### Lehrziele

- die Schüler untersuchen das Einschaltverhalten einer Glühlampe (fachlicher Inhalt)
- die Schüler führen eine Strommessung mit kurzer Messzeit mit Hilfe eines Stromsensors und dem Pasport Messinterface und dem Programm SparkVue durch (technische Kompetenz)
- die Schüler ermitteln die maximale Stromstärke und die Dauer des Einschaltpeaks aus dem Messgraphen, sie verwenden dabei die Auswertetools **Zoom** und **Differenzmessung** (Methodenkompetenz)

### Einführung

Der Strompeak beim Einschalten einer Glühlampe ist ein altbekanntes Phänomen, das häufig dafür sorgt, dass Glühlampen gerade beim Einschaltvorgang durchbrennen. Verantwortlich dafür ist der

## Einschaltstrom einer Glühlampe

geringe Kaltwiderstand im Vergleich zum Widerstand im laufenden Betrieb. Während die Temperaturabhängigkeit des Widerstandes auch für konventionelle Messtechnik zugänglich ist, gelingt die Darstellung des Einschaltpeaks nur mit Datenerfassungssystem oder Speicheroszilloskop. Ein Versuch, der bisher gar nicht oder nur durch den Lehrer vorgeführt wurde, gelingt nun einfach im Schülerexperiment. Aufgrund des simplen Aufbaus, der zuverlässigen Durchführbarkeit und der unproblematischen Auswertung eignet sich das Experiment hervorragend für den Ersteinsatz der SparkVue-Software mit einem PASPORT-Sensor im E-lehre-Praktikum der Mittelstufe. Die Schüler zeigen sich begeistert von der Möglichkeit, ein Phänomen, das nur ein paar hundertstel Sekunden andauert, messtechnisch zu erfassen.

**Notwendiges Material**

Glühlampe (max. 100 mA) mit Fassung  
Stromversorgung passend  
Schalter  
Leitungen

USB-Link  
Strom-/Spannungssensor

**Didaktische und methodische Hinweise**

Im Anhang finden sich ein Handbuch sowie ein Schülerarbeitsblatt.

Das Handbuch ist als Lehrsaaalexemplar gedacht und sollte jeder Arbeitsgruppe in einem Schnellhefter oder Ordner zur Verfügung stehen, es führt die Schüler step-by-step durch den Versuch und erläutert insbesondere sehr ausführlich die Bedienung von SparkVue. Das Schülerarbeitsblatt enthält eine Kurzfassung von Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung (zur häuslichen Wiederholung) sowie Fragen zur Auswertung der Versuchsergebnisse. Der Schaltplan im Handbuch und im Schülerarbeitsblatt sollte eigentlich universell verwendbar sein, lediglich die technischen Daten für das Glühlämpchen wird man vermutlich an das vorhandene Praktikumsmaterial anpassen. Bei der Auswahl sollte bedacht werden, dass der Einschaltstrom problemlos das Fünffache des stationären Stroms erreichen kann und die maximale Stromstärke für den Sensor 1 A beträgt. Als Stromquelle eignet sich genauso auch eine zentrale Versorgung im Praktikumsraum, dann muss man hier natürlich auch den Text ändern.

Die Schüler bauen zunächst die Schaltung entsprechend dem Schaltplan auf. Der korrekte Einbau des Stromsensors ist zu prüfen, allerdings ist er gegen Kurzschluss gesichert, so dass er auch bei fehlerhaftem Einsatz nicht beschädigt wird. Der Sensor wird automatisch erkannt, lediglich die Abtastrate muss den spezifischen Bedürfnissen angepasst werden (das wird in der Anleitung ausführlich erklärt). Die Stromstärke wird dann beim Einschalten in ihrem zeitlichen Verlauf vermessen. Mit den Tools **Zoom** oder **Skalieren** kann man dann den Stromverlauf im Einschaltmoment genau betrachten. Die quantitative Analyse kann dabei sowohl mit Hilfe weiterer Analysetools (**Koordinaten** des Messpunktes, **Differenzmessung**) oder an Hand des ausgedruckten Messgraphen erfolgen. Dabei passt gerade die Untersuchung von Graphen ausgezeichnet zu den derzeit aktuellen didaktischen Zielsetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht.

## Hinweis zum Zeitbedarf

Die Anleitung ist für einen Ersteinsatz von GLX und Stromsensor konzipiert, die Bedienung ist (inklusive aller Einstellarbeiten) ausführlich erklärt. Aufgrund des einfachen Experimentieraufbaus und der einfachen Messaufnahme lässt sich das Experiment problemlos in 45 min durchführen, die Schüler sollten allerdings schon mit dem Einsatz eines analogen Amperemeters vertraut sein. Schließlich wurde die Auswertung so gestaltet, dass an Hand des Schülerarbeitsblattes ein Teil davon auch zu Hause durchgeführt werden kann. In diesem Fall arbeiten die Schüler mit der ausgedruckten Messkurve oder mit ihrem Datensatz, den sie per USB-Stick oder MP3-Player nach Hause nehmen und dort mit der entsprechenden Messsoftware SparkvVue (Download unter [www.pasco.com](http://www.pasco.com)) bearbeiten. Die Software enthält auch einen GLX-Simulator, so dass die Schüler genau die Geräteansicht wiederfinden, die ihnen vom Praktikum her vertraut ist. Die Besprechung und Ergebnissicherung erfolgt dann in der folgenden Unterrichtsstunde.

## Erweiterung

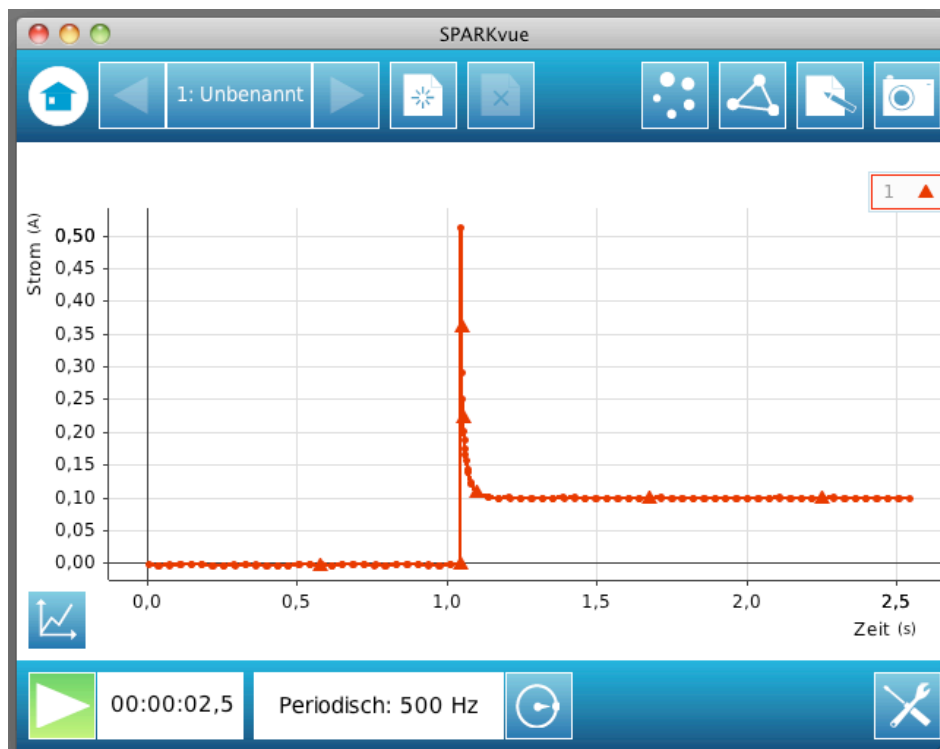
Falls mehr Zeit zum Experimentieren zur Verfügung steht, kann das Experiment natürlich erweitert werden, z. B. durch Untersuchung verschiedener Birnchen. Auch die Frage, wie der Schalter das Experiment beeinflusst, kann man durch Variation untersuchen. Durch Veränderung der Abtastrate lässt sich auch ein tieferes Verständnis für Messtechnik erreichen.

Sehr eindrucksvoll ist die Wiederholung des Experiments mit einem konventionellen Amperemeter (Zeigerinstrument). Selbst wenn das Gerät trägheitsfrei ausschlagen würde, könnte das Sehzentrum diesen Ausschlag nicht erfassen, da die Dauer unter der Wahrnehmungsgrenze liegt.

## Arbeitsblatt (-blätter)

- Handbuch für den Experimentierraum (6 Seiten farbig, ein Exemplar pro Gruppe)
- Schülerarbeitsblatt (1 Seite s/w, zum Kopieren für jeden Schüler)

## Einschaltstrom einer Glühlampe



Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungs-niveau	Durchführungs-niveau	Vorlauf Vorbereitung Durchführung
SI	Elektrizitätslehre	Widerstand	●●	■	- 0 - 15 Min 45 Min

### Lehrziele

- die Schüler untersuchen das Einschaltverhalten einer Glühlampe (fachlicher Inhalt)
- die Schüler führen eine Strommessung mit kurzer Messzeit mit Hilfe eines Stromsensors und dem Pasport Messinterface und dem Programm SparkVue durch (technische Kompetenz)
- die Schüler ermitteln die maximale Stromstärke und die Dauer des Einschaltpeaks aus dem Messgraphen, sie verwenden dabei die Auswertetools **Zoom** und **Differenzmessung** (Methodenkompetenz)

### Einführung

Der Strompeak beim Einschalten einer Glühlampe ist ein altbekanntes Phänomen, das häufig dafür sorgt, dass Glühlampen gerade beim Einschaltvorgang durchbrennen. Verantwortlich dafür ist der

**Einschaltstrom einer Glühlampe**

geringe Kaltwiderstand im Vergleich zum Widerstand im laufenden Betrieb. Während die Temperaturabhängigkeit des Widerstandes auch für konventionelle Messtechnik zugänglich ist, gelingt die Darstellung des Einschaltpeaks nur mit Datenerfassungssystem oder Speicheroszilloskop. Ein Versuch, der bisher gar nicht oder nur durch den Lehrer vorgeführt wurde, gelingt nun einfach im Schülerexperiment. Aufgrund des simplen Aufbaus, der zuverlässigen Durchführbarkeit und der unproblematischen Auswertung eignet sich das Experiment hervorragend für den Ersteinsatz der SparkVue-Software mit einem PASPORT-Sensor im E-lehre-Praktikum der Mittelstufe. Die Schüler zeigen sich begeistert von der Möglichkeit, ein Phänomen, das nur ein paar hundertstel Sekunden andauert, messtechnisch zu erfassen.

**Notwendiges Material**

Glühlampe (max. 100 mA) mit Fassung  
Stromversorgung passend  
Schalter  
Leitungen

USB-Link  
Strom-/Spannungssensor

**Didaktische und methodische Hinweise**

Im Anhang finden sich ein Handbuch sowie ein Schülerarbeitsblatt.

Das Handbuch ist als Lehrsaaalexemplar gedacht und sollte jeder Arbeitsgruppe in einem Schnellhefter oder Ordner zur Verfügung stehen, es führt die Schüler step-by-step durch den Versuch und erläutert insbesondere sehr ausführlich die Bedienung von SparkVue. Das Schülerarbeitsblatt enthält eine Kurzfassung von Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung (zur häuslichen Wiederholung) sowie Fragen zur Auswertung der Versuchsergebnisse. Der Schaltplan im Handbuch und im Schülerarbeitsblatt sollte eigentlich universell verwendbar sein, lediglich die technischen Daten für das Glühlämpchen wird man vermutlich an das vorhandene Praktikumsmaterial anpassen. Bei der Auswahl sollte bedacht werden, dass der Einschaltstrom problemlos das Fünffache des stationären Stroms erreichen kann und die maximale Stromstärke für den Sensor 1 A beträgt. Als Stromquelle eignet sich genauso auch eine zentrale Versorgung im Praktikumsraum, dann muss man hier natürlich auch den Text ändern.

Die Schüler bauen zunächst die Schaltung entsprechend dem Schaltplan auf. Der korrekte Einbau des Stromsensors ist zu prüfen, allerdings ist er gegen Kurzschluss gesichert, so dass er auch bei fehlerhaftem Einsatz nicht beschädigt wird. Der Sensor wird automatisch erkannt, lediglich die Abtastrate muss den spezifischen Bedürfnissen angepasst werden (das wird in der Anleitung ausführlich erklärt). Die Stromstärke wird dann beim Einschalten in ihrem zeitlichen Verlauf vermessen. Mit den Tools **Zoom** oder **Skalieren** kann man dann den Stromverlauf im Einschaltmoment genau betrachten. Die quantitative Analyse kann dabei sowohl mit Hilfe weiterer Analysetools (**Koordinaten** des Messpunktes, **Differenzmessung**) oder an Hand des ausgedruckten Messgraphen erfolgen. Dabei passt gerade die Untersuchung von Graphen ausgezeichnet zu den derzeit aktuellen didaktischen Zielsetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht.

## Hinweis zum Zeitbedarf

Die Anleitung ist für einen Ersteinsatz von GLX und Stromsensor konzipiert, die Bedienung ist (inklusive aller Einstellarbeiten) ausführlich erklärt. Aufgrund des einfachen Experimentieraufbaus und der einfachen Messaufnahme lässt sich das Experiment problemlos in 45 min durchführen, die Schüler sollten allerdings schon mit dem Einsatz eines analogen Amperemeters vertraut sein. Schließlich wurde die Auswertung so gestaltet, dass an Hand des Schülerarbeitsblattes ein Teil davon auch zu Hause durchgeführt werden kann. In diesem Fall arbeiten die Schüler mit der ausgedruckten Messkurve oder mit ihrem Datensatz, den sie per USB-Stick oder MP3-Player nach Hause nehmen und dort mit der entsprechenden Messsoftware SparkvVue (Download unter [www.pasco.com](http://www.pasco.com)) bearbeiten. Die Software enthält auch einen GLX-Simulator, so dass die Schüler genau die Geräteansicht wiederfinden, die ihnen vom Praktikum her vertraut ist. Die Besprechung und Ergebnissicherung erfolgt dann in der folgenden Unterrichtsstunde.

## Erweiterung

Falls mehr Zeit zum Experimentieren zur Verfügung steht, kann das Experiment natürlich erweitert werden, z. B. durch Untersuchung verschiedener Birnchen. Auch die Frage, wie der Schalter das Experiment beeinflusst, kann man durch Variation untersuchen. Durch Veränderung der Abtastrate lässt sich auch ein tieferes Verständnis für Messtechnik erreichen.

Sehr eindrucksvoll ist die Wiederholung des Experiments mit einem konventionellen Amperemeter (Zeigerinstrument). Selbst wenn das Gerät trägheitsfrei ausschlagen würde, könnte das Sehzentrum diesen Ausschlag nicht erfassen, da die Dauer unter der Wahrnehmungsgrenze liegt.

## Arbeitsblatt (-blätter)

- Handbuch für den Experimentierraum (6 Seiten farbig, ein Exemplar pro Gruppe)
- Schülerarbeitsblatt (1 Seite s/w, zum Kopieren für jeden Schüler)

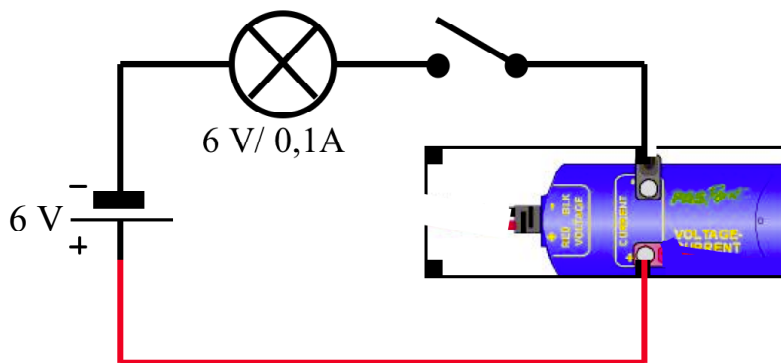
## Einschaltstrom einer Glühlampe

### Aufgabe:

Auch eine Glühlampe geht einmal kaputt. Merkwürdigerweise brennt sie aber fast immer dann durch, wenn man sie gerade einschaltet. In diesem Experiment untersuchst Du, warum der Einschaltvorgang so gefährlich für die Glühlampe ist.

### Versuchsaufbau:

1. Baue einen einfachen Stromkreis gemäß Schaltplan auf. Verwende dabei eine Glühlampe 6V/0,1A. Schalte das Netzgerät noch nicht ein.
2. Verwende den Spannungs-/Stromsensor (Voltage/Current) zur Strommessung. Die fest angebrachten Messleitungen, die zur Spannungsmessung dienen, benötigst Du in diesem Experiment nicht. Schließe statt dessen separate Messleitungen an den Buchsen auf der Oberseite des Sensors (Current) an und füge damit den Sensor als Amperemeter (A) in den Stromkreis ein (siehe Schaltplan). Beachte die Polung und vermeide Kurzschluss.



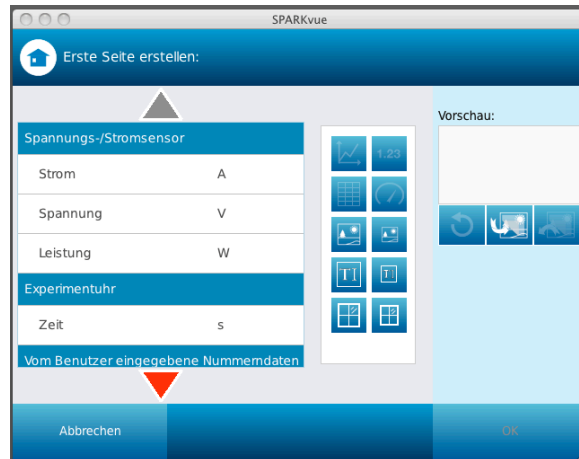
### Versuchsdurchführung (Bedienung von SparkVue):

1. Starte das Programm SparkVue
2. Stecke den Spannungs-/Stromsensor (Voltage/Current) vorsichtig (ohne zu verkanten) am USB-Link ein, Dabei öffnet automatisch folgendes Fenster:



- In der Digitalanzeige werden bereits laufend die aktuellen Messwerte dargestellt. Wir passen zuerst noch unseren Sensor an die spezifischen Anforderungen dieses Versuches an.

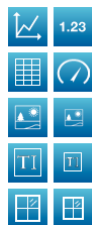
Klicke dazu 1x auf die Taste . Folgendes Fenster öffnet sich:



- Wir wollen den Strom, der beim einschalten der Lampe fließt grafisch darstellen. Aktiviere das Feld Strom, indem Du 1x darauf klickst:




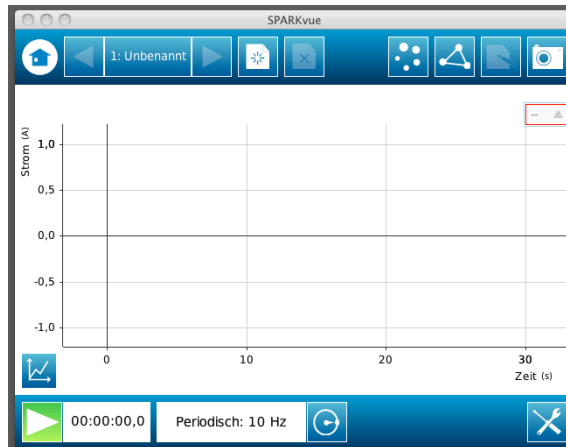
Klick anschließend in der Werkzeugpalette



auf die Taste . Im Vorschauenfenster  wird die Darstellung der Anzeige symbolisch dargestellt. (Grafische Anzeige des Stromes).



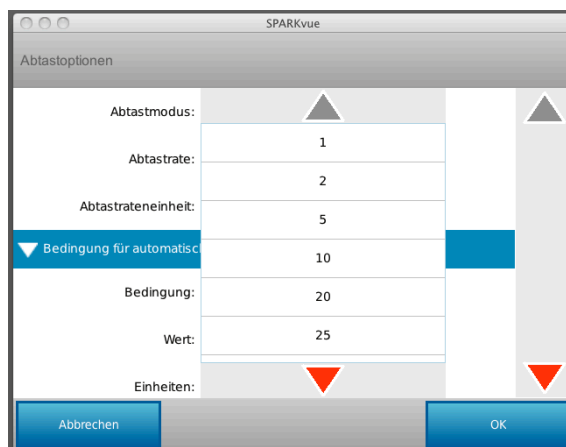
Klick nun auf . es erscheint ein fenster, in dem später die Stromstärke angezeigt wird:



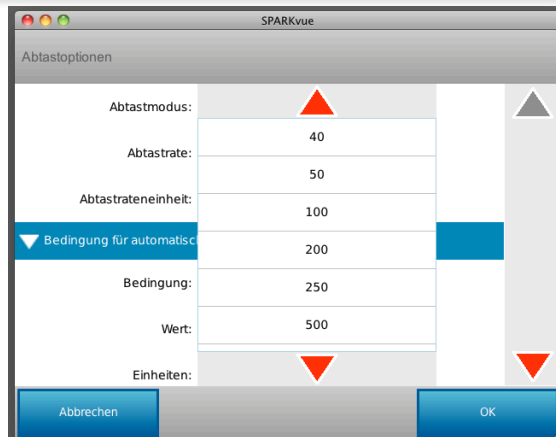
5. Nun musst Du die Anzahl der Messwerte auf 500 Messwerte pro Sekunde (das sind 500 Hz) einstellen. Klick dazu auf den Button . Es öffnet sich folgendes Fenster:



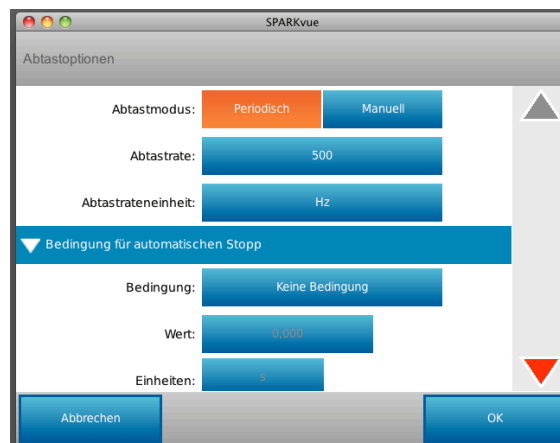
Klick auf den Wert für die Abtastrate 



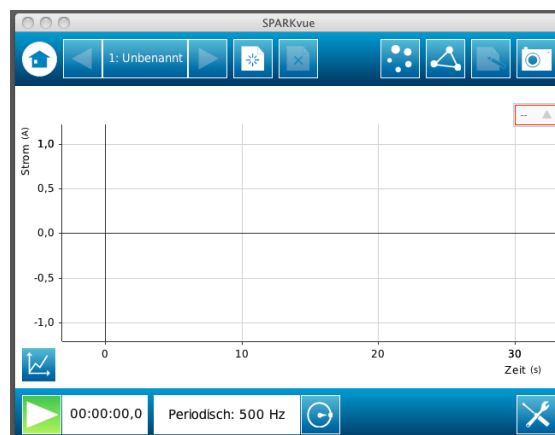
Klick sooft auf den linken roten Abwärtspfeil  bis der Wert 500 in der Aufzählung erscheint.





Klick nun 1x auf den Wert 500. Das Fenster wechselt zurück in die Einstellungsansicht:

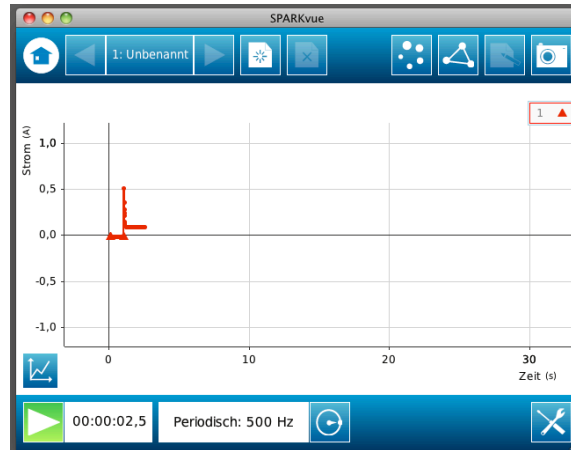



Klicke nun auf . Nun ist alles zum Aufnehmen der Messkurve bereit!

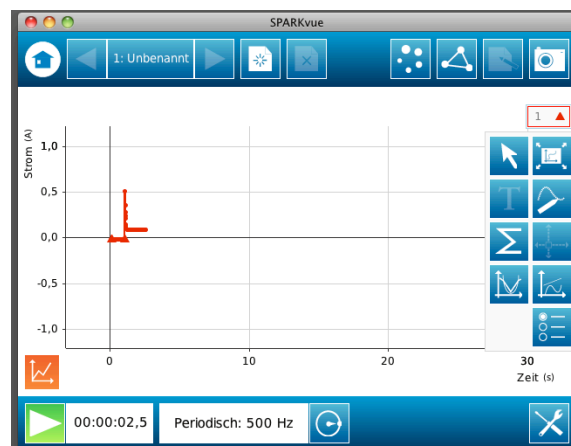




- Vergewissere Dich, dass der Schalter im Stromkreis ausgeschaltet (0) ist und der Einstellregler am Netzgerät auf 0 V gedreht ist (ganz links). Schalte das Netzgerät ein und regle die Spannung auf 4 V ein (Einbauinstrument am Gerät beachten).

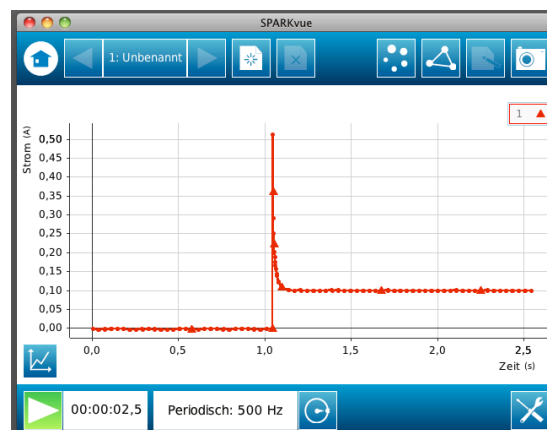
7. Beginne die Messung mit  und betätige gleich anschließend den Schalter im Stromkreis. Der Start-Button wechselt auf rot, was Dir signalisiert, dass die Messung läuft. Du erkennst auf der Messkurve deutlich den Einschaltvorgang. Beende die Messung gleich wieder mit  (SparkVue schreibt ja 500 Messwerte pro sek. in den Speicher, deshalb solltest Du die Messung nicht unnötig lange laufen lassen).



8. Schalte zunächst die Glühlampe mit dem Schalter wieder aus. Aktiviere mit  die Funktion Grafik-Werzeuge :





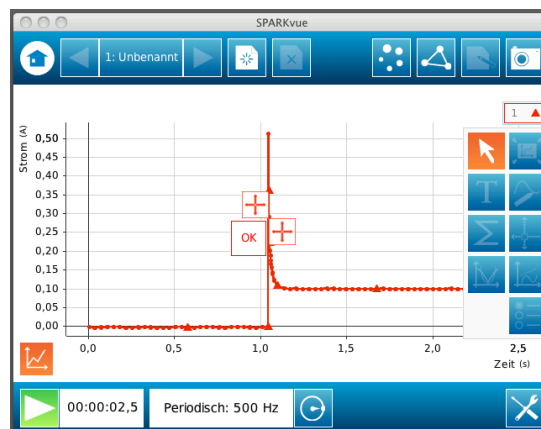
- Klick nun auf den Button  (autoskalieren), mit dem die Messkurve auf maximale Größe vergrößert wird. Erneutes Klicken auf  blendet die rechte Werkzeugpalette aus.




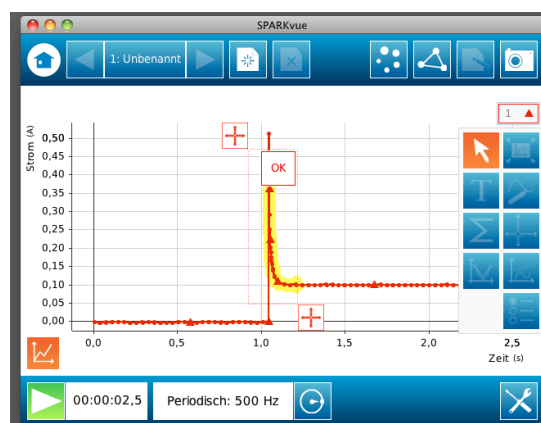
9. Damit wird klar, was beim Einschalten einer Glühlampe im Wesentlichen passiert. Beschreibe Deine Beobachtung zunächst auf Deinem Arbeitsblatt.


In den folgenden Punkten dieser Anleitung wird Dir erklärt, wie Du Dein Messergebnis noch genauer analysieren kannst.

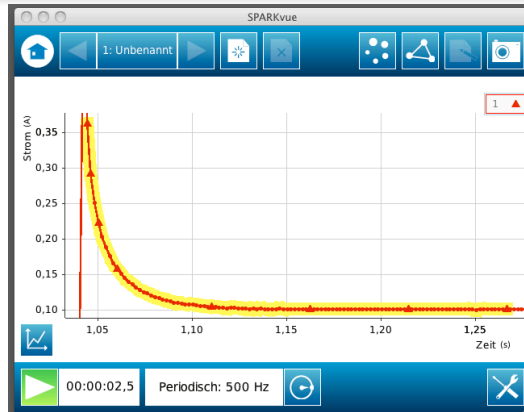
10. Für eine genaue Analyse des Stromes im Moment des Einschaltens wirst Du diesen Bereich zunächst zoomen. Aktiviere die Grafik-Werkzeuge  und klick anschließend auf  (Auswählen). Klick anschließend zunächst auf einen Messpunkt im Bereich von der ansteigenden Flanke (Doppelklick).




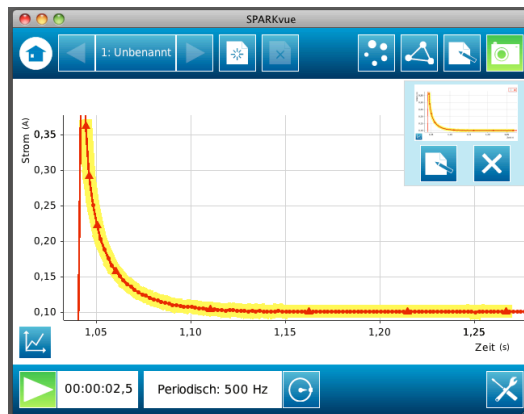
Durch Verschieben der beiden Buttons  lässt sich der interessante Bereich, der untersucht werden soll, auswählen (die „interessanten“ Messwerte werden gelb markiert):



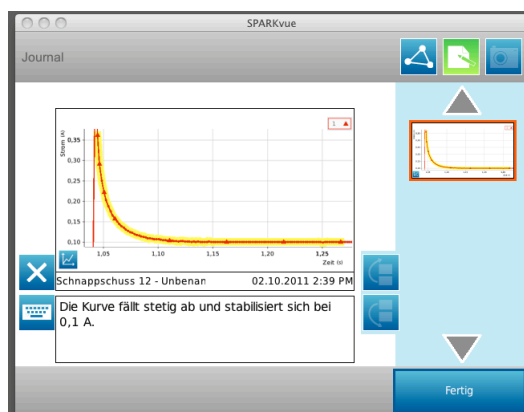
drücke nun auf  und anschließend auf , um in den Bereich zu vergrößern. Mit Klick auf  kannst Du die Werkzeugpalette wieder ausblenden.




11. Der ausgewählte Bereich wird nun gezoomt dargestellt. An dieser Stelle solltest Du Deine Messkurve Speichern. Mit der „Snapshot-Funktion“  erstellst du eine Momentaufnahme des Bildschirms.






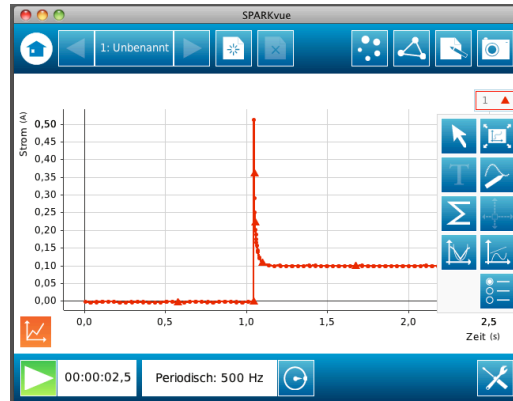
Klick nun auf . Jetzt kannst Du Deine Erklärung für den Verlauf der Stromkurve in das Feld neben dem Tastatursymbol  eingeben.:



Drücke nun auf , um deine Antwort zu speichern.

Mit Druck auf  kannst Du jederzeit deine Eingabe korrigieren.




12. Nun wollen wir wieder alle Messwerte grafisch anzeigen. Ruf hierzu mit die Grafik-Werkzeugpalette mit  auf. Deaktiviere mit Klick auf  die gelb markierten Messwerte. Klick anschließend auf  (Autoskalieren), um die komplette Messreihe anzuzeigen.




13. Aktiviere nun erneut die Cursor-Funktion . So kannst Du einzelne Messwerte auswählen und anzeigen lassen.

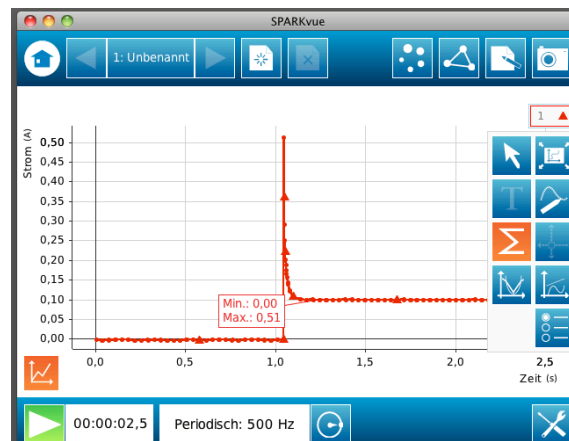
14. Um den Maximalwert der Stromstärke abzulesen, bringst Du den Cursor an die Spitze der Messkurve. Über der Messkurve werden die Koordinaten des ausgewählten Messpunktes angezeigt (die erste Koordinate ist die Zeit, die zweite die Stromstärke). In gleicher Weise verfährt Du für den Strom im Dauerbetrieb (in der Messkurve rechts).



Alternativ kannst Du für den Maximalwert mit  in das Menü Statistische Auswertung wechseln und dort kannst Du verschiedene Größen durch Klicken auf die Buttons aktivieren. Aktuell wollen wir uns das Minimum  und Maximum  anzeigen lassen.



Nach Drücken auf  erscheint folgendes Fenster mit Angabe der beiden Extremwerte (Min, Max):

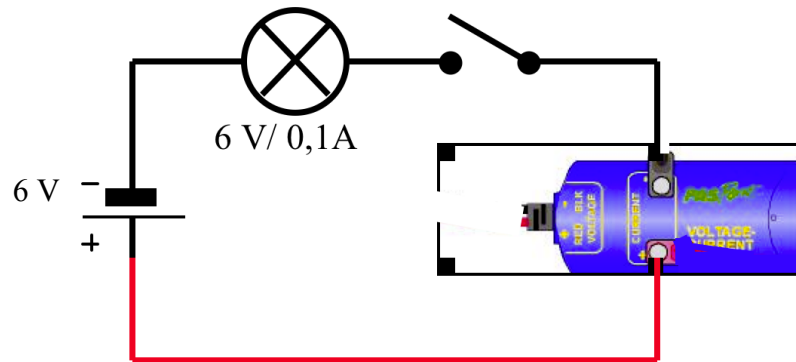


**Aufgabe:**

Auch eine Glühlampe geht einmal kaputt. Merkwürdigerweise brennt sie aber fast immer dann durch, wenn man sie gerade einschaltet. In diesem Experiment untersuchst Du, warum der Einschaltvorgang so gefährlich für die Glühlampe ist.

**Sicherheitshinweise:**

Der Stromsensor darf wie jedes andere Amperemeter auch **nicht direkt** an die Stromquelle angeschlossen werden. Die Glühlampe als Widerstand begrenzt den Strom.



**Aufbau und Durchführung:**

1. Baue den Stromkreis gemäß Schaltplan auf. Mit dem Schalter kannst Du dann das Lämpchen ein- und ausschalten.
2. Verwende den Datenlogger Explorer GLX zur Strommessung. Füge den Stromsensor als Amperemeter (A) in den Stromkreis ein (siehe Schaltplan). Beachte die Polung und vermeide Kurzschluss.
3. Regle die Spannung am Netzgerät auf 6 V, der Schalter steht noch auf **aus**.
4. Starte die Messung und schalte das Lämpchen **ein**. Der Strom beim Einschalten (und danach) wird in seinem zeitlichen Verlauf vom GLX aufgezeichnet. (Abtastrate: 500 Messungen pro sek).

**Auswertung:**

1. Beschreibe mit eigenen Worten das Verhalten des Stroms beim Einschalten!

.....

2. Bestimme an Hand der ausgedruckten Messkurve oder mit Hilfe der Auswertetools in SparkVue den Maximalwert des Stroms und den stationären Wert, den der Strom nach einiger Zeit annimmt.

Maximalwert des Stromes:  $I_{\max} = \dots\dots\dots$

stationärer Wert des Stromes:  $I_{\text{stat}} = \dots\dots\dots$

3. Welcher Wert war wegen der Betriebsdaten des Lämpchens zu erwarten? .....
4. Wie lange dauert die „Stromspitze“ beim Einschalten ungefähr? .....

**Fragen zum Experiment:**

1. Was bedeutet der hohe Strom beim Einschalten für den Widerstand des Lämpchens in diesem Moment?
  - o der Widerstand ist zunächst groß und verringert sich dann
  - o der Widerstand ist zunächst klein und erhöht sich dann
  - o der Widerstand bleibt während des Einschaltens konstant
2. Erkläre das eben beschriebene Verhalten mit Deinem physikalischem Wissen!

.....

3. Warum brennt das Lämpchen denn nun bevorzugt beim Einschalten durch?

.....

**Fragen zur Messtechnik:**

1. Warum lässt sich der Effekt mit konventioneller Messtechnik nicht darstellen?
  - o der Effekt tritt nur in Verbindung mit einem Computermesssystem auf auf
  - o ein Drehspulinstrument ist zu träge, um in der kurzen Zeit auszuslagen
  - o unsere visuelle Wahrnehmung könnte der Darstellung der Messwerte nicht folgen, falls wir ein hinreichend schnelles Messgerät zur Verfügung hätten
2. Wie viele Messwerte zeichnet das GLX während der „Stromspitze“ auf?

.....