

## Smart Cart

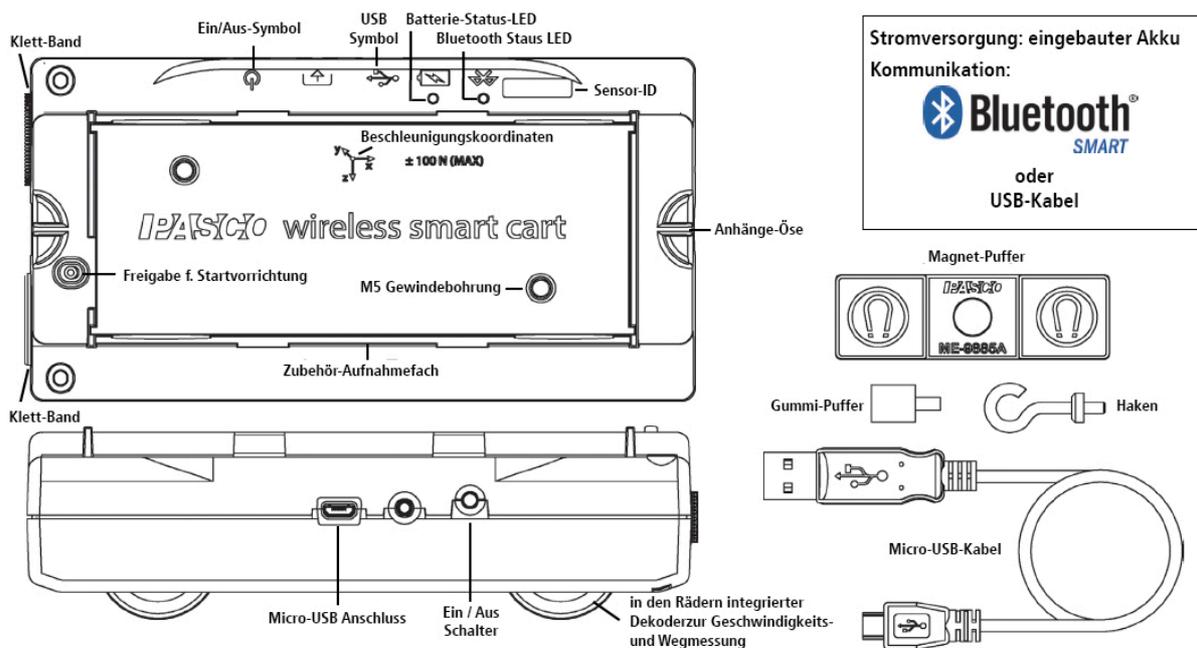


116.2015



116.2051

## Nomenklatur und Lieferumfang



Der Smart Cart ist in rot (Conatex-Best.-Nr. 116.2050) und blau (Conatex-Best.-Nr. 116.2051) lieferbar.

Der Smartcart kann mit PASCOS Datenerfassungssoftware CAPSTONE (macOS und Windows) und SPARKVue (macOS, Windows, Android und iOS) betrieben werden.

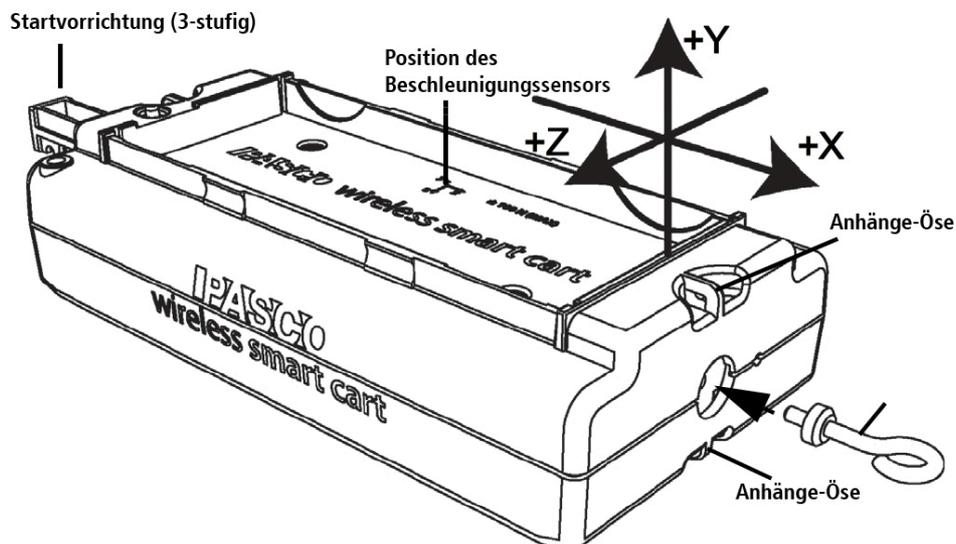
## Einleitung

Der Wireless Smart Cart ist eine Kombination aus drahtlosem Gerät und USB-Gerät, das über Bluetooth® (Version 4.2 oder höher) mit einem Computer oder Tablett oder über ein USB-Ladegerät mit einem Mikro-USB-Kabel (im Lieferumfang enthalten) mit einem Computer oder einem USB-Ladegerät verbunden wird. Der Smart Cart verfügt über einen robusten ABS-Korpus, eine Startvorrichtung, in drei Positionen arretierbar und nahezu reibungsfrei gelagerte Räder. Es enthält eingebaute Sensoren, die Kraft, Position, Geschwindigkeit und drei Richtungen in der Beschleunigung messen.

Der Smart Cart verfügt außerdem über ein gyroskopartiges Sensorelement, das Rotationsbewegungen messen kann. Der Smart Cart kann seine Messungen auf oder außerhalb einer Fahrbahn durchführen und Daten drahtlos übertragen. Zur einfachen Identifizierung ist der Smart Cart in rot oder blau erhältlich.

Das Zubehörfach auf der Oberseite des Smart Cart kann alle Zubehöerteile aufnehmen, die für einen PASCO-Wagen bestimmt sind. Die Abmessungen des Smart Cart sind die gleichen wie bei anderen PASCO Carts und können mit jeder PASCO Fahrbahn verwendet werden. Der Smart Cart kann mit jedem beliebigen PASCO-Wagen kombiniert werden und wiegt ca. 0,250 kg. Er hat Befestigungspunkte oben und unten an beiden Enden und Klettverschlüsse für unelastische Stoßversuche an einem Ende. Der Magnet-Puffer, oder Gummipuffer und die Hakenbefestigung passen in die Gewindebohrung am Ende des Smart Cart gegenüber den Laschen.

Die eingebauten Sensoren messen Kraft im Bereich von -100 Newton (N) bis +100 N, Beschleunigung im Bereich von -16g bis +16g ( $g = \pm 9,8 \text{ m/s}^2$ ) und Winkelgeschwindigkeit bis  $\pm 245$  Grad pro Sekunde. Er misst die Kraft als Schub oder Zug entlang seiner X-Achse und misst die Beschleunigung in drei Dimensionen (X, Y und Z). Die resultierende Beschleunigung kann auch die PASCO Software anzeigen. Die Encoderräder auf dem Smart Cart messen Bewegungen bis maximal 3,0 Meter pro Sekunde mit einer Auflösung von 0,2 Millimeter (mm). Die positive Bewegungsrichtung entspricht der X-Achse in der Grafik, die der Position des Beschleunigungssensors entspricht.



## Kompatible Software

### PASCO Capstone



- Mac OS X
- Windows

### SPARKvue



- Mac OS X
- Windows
- iOS
- Android
- Chromebook

Informationen zur Software finden sie unter :

[https://www.conatex.com/catalog/computergestutztes\\_lernen/software](https://www.conatex.com/catalog/computergestutztes_lernen/software)

Wenn Sie Hilfe bei der Benutzung der Software benötigen, nutzen Sie bitte die Hilfe Funktion der jeweiligen Software:

- Bei SPARKVue gelangen Sie in jedem Fenster über den Hilfe- Button 
- Bei Capstone gelangen Sie zur Hilfefunktion über den Menüpunkt **Hilfe -> PASCO Capstone-Hilfe**.

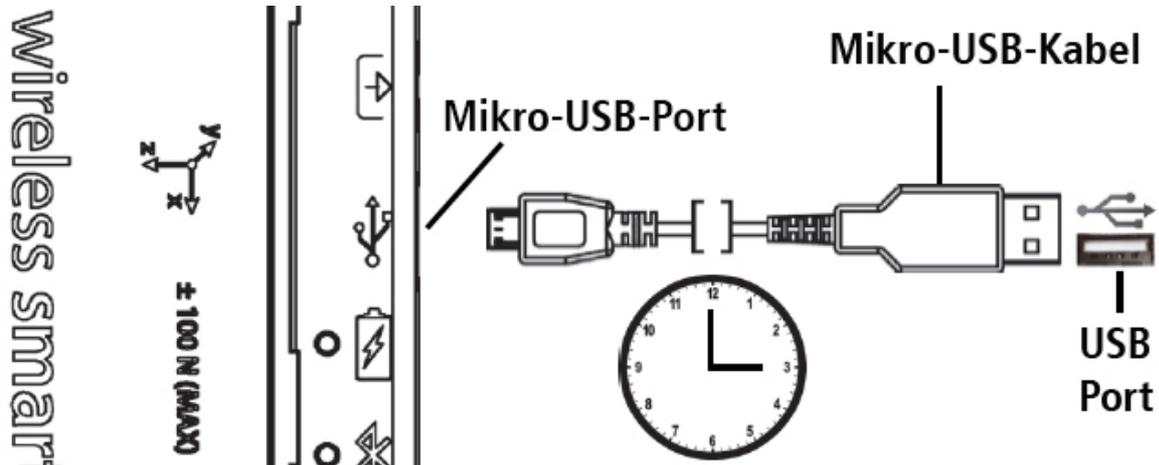
## Bluetooth-Kompatibilität (vgl. auch Informationen in Anhang A)



<b>Plattform</b>	<b>Bluetooth Smart-Kompatibilität</b>
<b>iOS</b>	iPad 3 und neuer iPhone 4S und neuer iPod touch 5 und neuer
<b>SPARK Element</b>	alle Modelle
<b>Android</b>	Android 4.3 und neuer
<b>Chromebook</b>	Chrome OS (erfordert Bluetooth-Adapter, CONATEX-Best.-Nr. 116.4025)
<b>Max OS X</b>	Modelle ab Juli 2011 oder neuer
<b>Windows</b>	Windows 7 und neuer (erfordert Bluetooth-Adapter, CONATEX-Best.-Nr. 116.4025)

## Vor Beginn: Aufladen des Akkus

Der Smart Cart besitzt einen eingebauten LiPo-Akku, der vor dem ersten Gebrauch vollständig aufgeladen werden muss.



Verwenden Sie das Mikro-USB-Kabel, um den Akku aufzuladen. Verwenden Sie das Micro-USB-Kabel, um den Micro-USB-Anschluss des Wireless Smart Cart an einen USB-Anschluss oder ein USB-Ladegerät anzuschließen. Der Ladevorgang beginnt automatisch. Der Ladestromkreis im Smart Cart schaltet sich ab, wenn das Gerät vollständig aufgeladen ist. Die Batteriestatus-LED leuchtet gelb, während der Akku aufgeladen wird und leuchtet grün, wenn der Akku aufgeladen wird. Der Akku ist werkseitig teilweise geladen. Die erste Ladezeit kann je nach Stromquelle und Zustand des Akkus drei Stunden oder länger betragen.

## Ein/Aus Schalter

Um den Smart Cart einzuschalten, halten Sie die ON-Taste kurz gedrückt, bis eine Status-LED blinkt. Um den Smart Cart auszuschalten, halten Sie die ON-Taste kurz gedrückt, bis die Status-LEDs nicht mehr blinken. Der kabellose Smart Cart geht nach einigen Minuten Inaktivität in standby, wenn er nicht angeschlossen ist und nach einer etwas längeren Zeit der Inaktivität, wenn er angeschlossen ist.

## LED Statusanzeige

Die Status-LEDs für Bluetooth und Batterie-Status haben folgende anschlussabhängige Bedeutung:

### Drahtlose Bluetooth-Verbindung

<u>Bluetooth-LED</u>	<u>Bedeutung</u>	<u>Batterie-Status-LED</u>	<u>Bedeutung</u>
rot blinkend	bereit zur Verbindung	rot blinkend	geringe Akkuladung
grün blinkend	Verbindung erfolgt		

### Drahtgebundene USB-Verbindung an PC / Mac

<u>Bluetooth-LED</u>	<u>Bedeutung</u>	<u>Batterie-Status-LED</u>	<u>Bedeutung</u>
Keine Anzeige	-----	gelb Dauerlicht	Akku lädt
Keine Anzeige	-----	grün Dauerlicht	Akku geladen

### Drahtgebundene USB-Verbindung an USB-Ladegerät

<u>Bluetooth-LED</u>	<u>Bedeutung</u>	<u>Batterie-Status-LED</u>	<u>Bedeutung</u>
rot blinkend	bereit zur Verbindung	gelb Dauerlicht	Akku lädt
grün blinkend	Verbindung erfolgt	grün Dauerlicht	Akku geladen

## Verwendung der Software SPARKVue

Bei SPARKVue gelangen Sie in jedem Fenster über den Hilfe- Button  zu eventuell notwendiger Unterstützung.

### **Verbinden des Smart Carts mit einem Tablet oder einem Computer über Bluetooth.**

Wählen Sie für SPARKVue das Bluetooth-Symbol , um die Liste der drahtlosen Geräte zu öffnen. In der Liste sind die Geräte nach der Nähe des Tablets oder Computers sortiert. Der Sensor, der dem Tablet oder Computer am nächste ist, erschant als oberstes Element. Hierdurch lassen sich Sensoren noch einfacher identifizieren, was im Klassenraum bei mehreren Sensoren hilfreich ist. Wählen Sie den Smart Cart aus, der der XXX-XXX-Sensor-ID auf dem Smart Cart entspricht. Wählen Sie „Fertig“. Unter dem Smart Cart erscheint im Startbildschirm eine Liste der möglichen Messwerte.

### **Verbinden des Smart Carts mit einem einem Computer über das Mikro-USB-Kabel.**

Schließen Sie das Micro-Ende des mitgelieferten Micro-USB-Kabels an den Micro-USB-Anschluss am Ende des Smart Cart an. Schließen Sie das andere Ende des Micro-USB-Kabels an einen USB-Anschluss des Computers oder an einen mit Strom versorgten USB-Hub an.

### **Initialisierung der Messwerte beim Smart Cart (Tara-Funktion)**

Zu Beginn eines Versuchs beträgt der Messwert des eingebauten Kraft- und Beschleunigungssensoren nicht Null, auch wenn keine Kraft oder Beschleunigung auf den

Wagen wirkt.

Dies ist ein normales Verhalten, das korrigiert wird, wenn Sie den Sensor mit der PASCO-Software auf Null stellen (tarieren). Im *Anhang B* finden Sie detaillierte Informationen zum tarieren der eingebauten Sensoren.

### **Messwerte aufnehmen**

Wählen Sie im Startbildschirm von SPARKvue in der Messwert-Liste unter dem Namen des Sensors eine Messgröße aus. Eine Grafik der Messung über der Zeit öffnet sich. Drücken Sie auf den Button , um eine Messung zu starten.

## **Verwendung der Software Capstone**

Bei Capstone gelangen Sie über den Menüpunkt **Hilfe** -> **PASCO Capstone-Hilfe** zur Hilfefunktion, wenn Sie Unterstützung bei der bedienung des Programms benötigen.

### **Verbinden des Smart Carts mit einem Tablet oder einem Computer über Bluetooth.**

Wählen Sie für PASCO Capstone in der Tools-Palette **Hardware Einstellungen**. Die Geräte in der Liste sind nach der Nähe des Tablets oder Computers geordnet. Wählen Sie den Smart Cart mit der Adresse aus, die mit der XXX-XXX-Sensor-ID-Nummer auf dem Smart Cart übereinstimmt.

### **Verbinden des Smart Carts mit einem einem Computer über das Mikro-USB-Kabel.**

Schließen Sie das Micro-Ende des mitgelieferten Micro-USB-Kabels an den Micro-USB-Anschluss am Ende des Smart Cart an. Schließen Sie das andere Ende des Micro-USB-Kabels an einen USB-Anschluss des Computers oder an einen mit Strom versorgten USB-Hub an.

### **Initialisierung der Messwerte beim Smart Cart (Tara-Funktion)**

Zu Beginn eines Versuchs beträgt der Messwert des eingebauten Kraft- und Beschleunigungssensoren nicht Null, auch wenn keine Kraft oder beschleunigung auf den Wagen wirkt. Dies ist ein normales Verhalten, das korrigiert wird, wenn Sie den Sensor mit der PASCO-Software auf Null stellen (tarieren). Siehe auch *Anhang B* für Informationen zum tarieren der eingebauten Sensoren.

### **Messwerte aufnehmen**

Wählen Sie in PASCO Capstone im Hauptfenster oder in der Palette Display eine Anzeige aus. Wählen Sie im Display über das Feld **<Messung Auswählen>** eine Messgröße aus, die angezeigt werden soll.

Betätigen Sie den Button  um eine Messung zu starten.

### Bei Problemen....

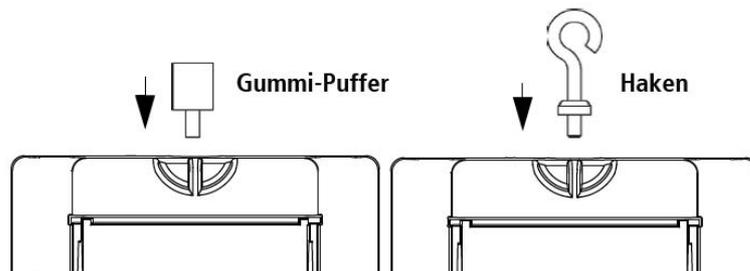
- Wenn der Wireless Smart Cart die Bluetooth-Verbindung verliert und sich nicht wieder verbindet, versuchen Sie, die ON-Taste zu drücken. Drücken und halten Sie die Taste kurz gedrückt, bis die Status-LEDs nacheinander blinken, und lassen Sie dann die Taste los. Starten Sie den Smart Cart wie gewohnt.
- Wenn der Smart Cart nicht mehr mit der Computersoftware oder Tablet-Anwendung kommuniziert, versuchen Sie, die Software oder Anwendung neu zu starten. Wenn das Problem weiterhin besteht, halten Sie die ON-Taste 10 Sekunden lang gedrückt und lassen Sie sie dann los. Starten Sie den Smart Cart wie gewohnt.
- Deaktivieren Sie Bluetooth auf dem Rechner oder Tablet und starten Sie Bluetooth anschließend erneut.

### Die Funktionen des Smart Carts

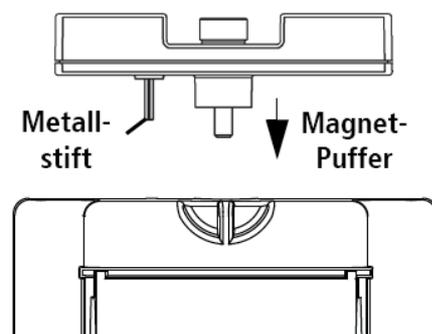
Im Folgenden werden die Messmöglichkeiten mit dem Smart Carts und die Verwendung des Zubehörs beschrieben.

#### ***Befestigen von Puffer und Haken am Smart Cart***

Haken und Puffer (Gummi- und Magnetpuffer) lassen sich stirnseitig in die jeweiligen Gewindebuchsen einschrauben (vgl. nachfolgende Abb.).

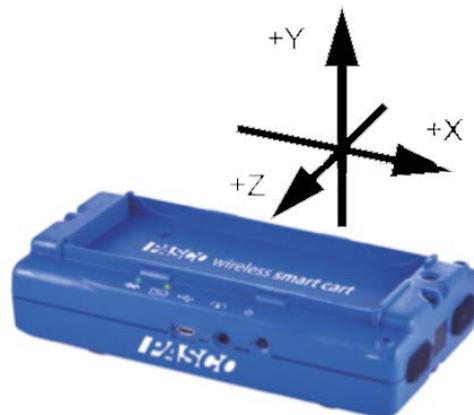


Der Magnet-Puffer hat einen Metallstift, der in das kleine Loch neben dem Gewinde im vorderen Ende des Smart Cart passt. Der Stift sorgt dafür, dass der Magnet-Puffer richtig ausgerichtet montiert wird.



## Der 3-Achsen Beschleunigungssensor

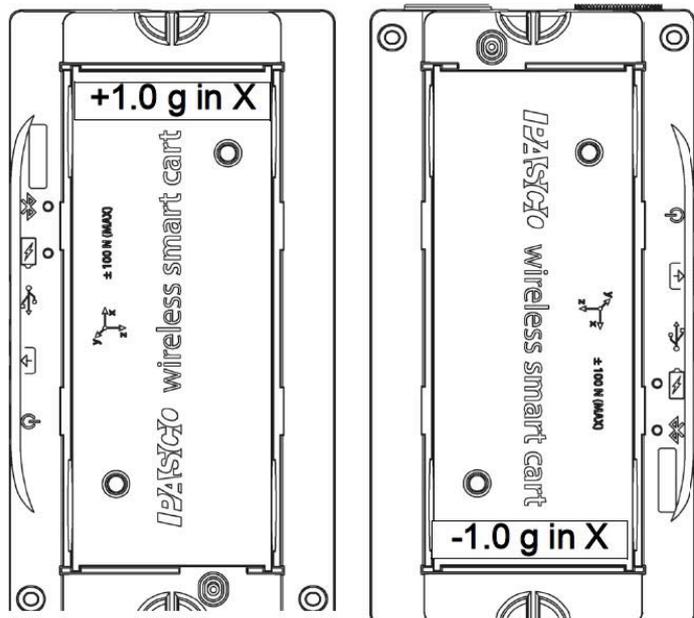
Die Beschleunigungssensoreinheit im Smart Cart ist so ausgerichtet, dass die Linien mit der größten Empfindlichkeit den drei X-Y-Z Pfeilen folgen, die die Beschleunigungsrichtung anzeigen.



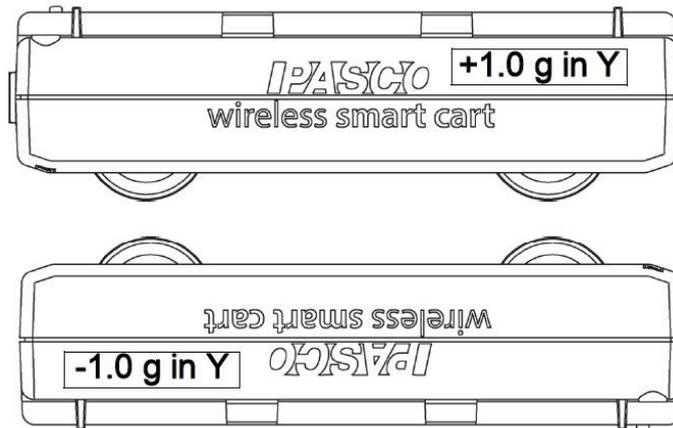
Bei dieser Orientierung ist die X-Achsenrichtung entlang der Längsachse des Smart Cart, die Y-Achsenrichtung ist senkrecht zur Oberseite des Smart Cart. Die Richtung der Z-Achse ist senkrecht zur Längsachse des Smart Cart und parallel zur Oberkante des Wagens.

## Verwendung des Smart Cart unter Einfluss der Schwerkraft

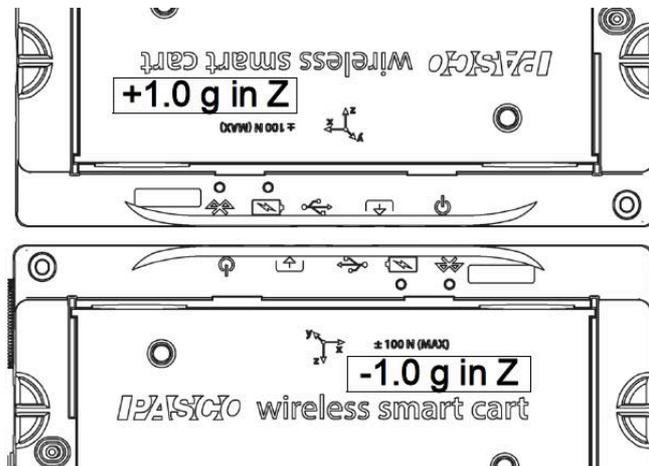
Starten Sie die PASCO-Software. Wenn der Smart Cart so gehalten wird, dass die X-Achse auf der Oberseite des Smart Cart senkrecht steht und nach oben zeigt, beträgt der Messwert der Beschleunigung in Richtung der X-Achse  $+1,0\text{ g}$ . Wenn der Smart Cart so gedreht wird, dass die X-Achse vertikal aber nach unten zeigt, beträgt der Messwert der Beschleunigungs in Richtung der X-Achse  $-1,0\text{ g}$  (wobei "g" die Erdbeschleunigung aufgrund der Schwerkraft darstellt).



Wenn der Smart Cart so gehalten wird, dass sich die Zubehörschale oben und horizontal befindet, beträgt der Messwert der Beschleunigung in Richtung der Y-Achse 1,0 g. Wenn der Smart Cart so gedreht wird, dass die Zubehörschale horizontal und unten ist, beträgt der Messwert der Beschleunigung in Richtung der Y-Achse -1,0 g.



Wenn der Smart Cart so angeordnet ist, dass die Z-Achse auf der Oberseite des Wagens nach oben zeigt, beträgt der Messwert der Beschleunigung in Richtung der Z-Achse 1,0 g. Wenn der Smart Cart auf seiner anderen Seite so platziert ist, dass die Z-Achse nach unten zeigt, beträgt der Messwert der Beschleunigung in Richtung der Z-Achse -1,0 g.

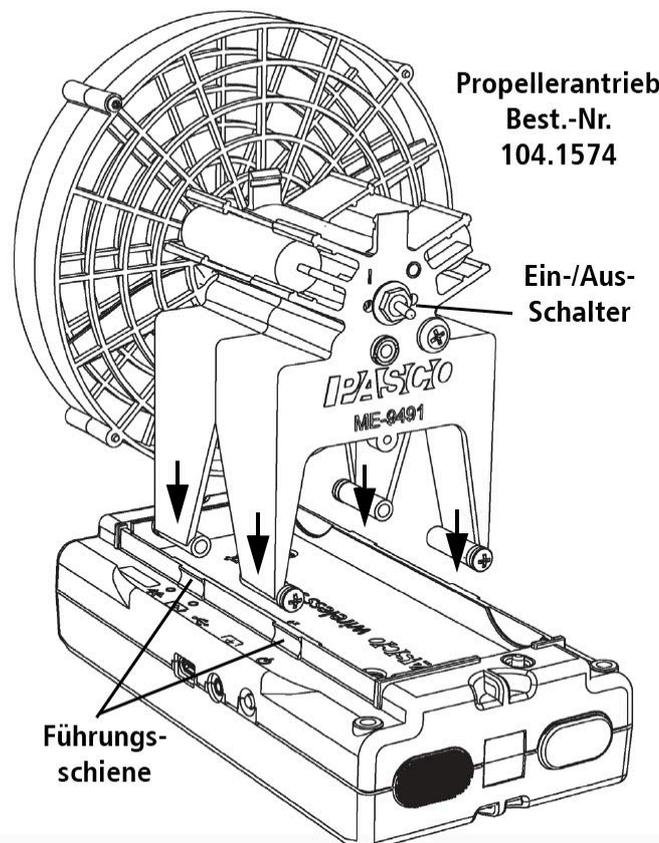


## Smart Cart Zubehör

Prinzipiell kann nahezu jedes Zubehör, das sich für die klassischen PASCO-Fahrbahnwagen eignet, auch für Smart Carts verwendet werden, da der Formfaktor aller PASCO-Fahrbahnwagen identisch ist. Hierzu zählen insbesondere alle Fahrbahnprofile von PASCO, sowie Zubehörteile wie Propellerantrieb (CONATEX-Best.-Nr. 104.1574), magnetische Dämpfung (CONATEX-Best.-Nr. 108.6590) usw.

## Montage des optionalen Propellerantriebes (CONATEX-Best.-Nr. 104.1574)

Schnappen Sie die seitlichen Halteklemmen des Propellerantriebes auf die Oberschale des Smart Carts.



## Hinweise zur wiederaufladbaren Batterie

Der Akku des Smart Cart ist werkseitig teilweise aufgeladen. Blinkt die Batteriestatus-LED rot, verwenden Sie das Micro-USB-Kabel, um den Sensor an einen USB-Anschluss eines Rechners anzuschließen oder verwenden Sie ein externes USB-Ladegerät.

Die Akkulaufzeit ist sehr wichtig, um das Produkt einfach und immer einsatzbereit zu machen. Deshalb sind alle drahtlosen PASCO-Produkte für eine lange Akkulaufzeit ausgelegt. Beispielsweise schaltet sich der Smart Cart nach einigen Minuten Inaktivität aus, um die Lebensdauer der Batterie zu schonen.

Die Akkulaufzeit zwischen den Ladevorgängen des Smart Cart variiert je nach Abtastrate. Die Batterielebensdauer reicht von elf Stunden bei hohen Abtastraten bis hin zu mehr als 70 Stunden bei niedrigen Abtastraten.

Bei einer typischen Verwendung im Klassenzimmer/Labor würde dies zu einer Akkulaufzeit zwischen einer und vier Wochen oder mehr Ladezeiten führen, da eine ganztägige kontinuierliche Probenahme ungewöhnlich wäre. Selbst im extremsten Fall mit einer hohen Abtastrate würde die Smart Cart Batterie durchhalten.

Einer der Faktoren, der die Lebensdauer der Batterie beeinflusst, ist die Lagertemperatur. Vermeiden Sie daher, den Smart Cart in sehr kalten oder sehr heißen Umgebungen zu lagern.

Wenn die Batteriestatus-LED rot blinkt, verwenden Sie das Micro-USB-Kabel, um den Smart Cart an einen USB-Anschluss oder ein USB-Ladegerät anzuschließen.

Wenn die Batterie des Smart Cart nicht aufgeladen wird, muss sie möglicherweise ausgetauscht werden. Kontaktieren Sie in diesem Fall CONATEX-DIDACTIC Lehrmittel für weitere Informationen zum Batteriewechsel.

## Kalibrierung der Sensorik

Der Smart Cart ist werkseitig kalibriert. Eine weitere Kalibrierung ist nicht erforderlich, insbesondere wenn Sie eine Kraft-, Beschleunigungs- oder Bewegungsänderung anstelle von Absolutwerten messen. Es ist jedoch möglich, die Sensoren zu kalibrieren. Für detaillierte Informationen beachten Sie die Anmerkungen *in Anhang C*.

## Technische Daten des Smart Carts

<b><u>Kraftmessung</u></b>	<b><u>Wert</u></b>
Messbereich	±100 N
Auflösung	0,1 N
Genauigkeit	±1 %
Max. Abtastrate	500 Hz
Max. Abtastrate (Burst Modus)*	5 kHz für 1 Sekunde

\*) Im Burst Modus sind alle anderen Sensoren des Smart Carts deaktiviert

<b><u>Wegmessung</u></b>	<b><u>Wert</u></b>
Auflösung	±0,2 mm

<b><u>Geschwindigkeitsmessung</u></b>	<b><u>Wert</u></b>
Max. Geschwindigkeit	±3 m/s
Max. Abtastrate	100 Hz

<b><u>Beschleunigungsmessung</u></b>	<b><u>Wert</u></b>
Messbereich	±16 g ( $g=9,8 \text{ m/s}^2$ )
Max. Abtastrate	500 Hz

**Reichweite des Bluetooth-Signals** : 30 m (ungehindert)

**Anhang A:**  **Bluetooth® Compatibility**

<b>Plattform</b>	<b>Bluetooth Smart-Kompatibilität</b>
<b>iOS</b>	iPad 3 und neuer iPhone 4S und neuer iPod touch 5 und neuer
<b>SPARK Element</b>	alle Modelle
<b>Android</b>	Android 4.3 und neuer
<b>Chromebook</b>	Chrome OS (erfordert Bluetooth-Adapter, CONATEX-Best.-Nr. 116.4025)
<b>Max OS X</b>	Modelle ab Juli 2011 oder neuer <sup>1</sup>
<b>Windows</b>	Windows 7/8/8.1 und 10 vor Creators Update (1703) (erfordert Bluetooth-Adapter, CONATEX-Best.-Nr. 116.4025)

Der USB-Bluetooth-4.0-Adapter 116.4025 ermöglicht bei Anschluss an einen USB-Port die Verbindung von bis zu drei Bluetooth-SMART-Geräten wie diesem kabellosen PASCO-Gerät mit Windows-Computern<sup>2</sup>, Chrombooks und älteren Macintosh-Computern.



**Hinweis:** Der USB Bluetooth 4.0 Adapter (Best.-Nr. 116.4025) ist der einzige Adapter, den wir derzeit empfehlen können. Viele andere Bluetooth 4.0-Adapter sind am Markt vorhanden, aber dieser Adapter hat ein spezifisches Design, das die In-App-Paarung von Bluetooth SMART-Sensoren ermöglicht.

<sup>1</sup>**Um die Bluetooth-Kompatibilität bei Macs zu prüfen**, gehen Sie wie folgt vor:

- Klicken Sie auf  im Apfel-Menü.
- Wählen Sie **Über diesen Mac**
- Klicken Sie auf **Systembericht ...**
- Klicken Sie in der linken Spalte unter **Hardware** auf **Bluetooth**
- Im rechten Fenster finden sie den Eintrag „**LMP-Version**“
- Wenn Ihr Mac mit Bluetooth SMART ausgestattet ist, zeigt die LMP-Version **0x6** an.  
(Was kleiner als 0x6 ist, bedeutet eine ältere Version von Bluetooth. Ihr Gerät benötigt den USB Bluetooth 4.0 Adapter 116.4025)

Der **Mac Mini** und das **MacBook Air** wurden 2011 mit Bluetooth SMART-Unterstützung aktualisiert. **Das MacBook Pro** wurde 2012 aktualisiert. Der **Mac Pro**, der im Dezember 2013 vorgestellt wurde, unterstützt Bluetooth SMART.

## **Was versteht man unter *Bluetooth SMART*<sup>®</sup> ?**

Bluetooth SMART (auch bekannt als Bluetooth Low Energy oder Version 4.0 der Bluetooth-Spezifikation) ist das neueste Protokoll des proprietären offenen drahtlosen Technologiestandards, der 1994 vom Telekommunikationsanbieter Ericsson entwickelt wurde. Es ist die leistungsfähige und anwendungsfreundliche Version von Bluetooth, die für das Internet der Dinge (IoT) entwickelt wurde.

## Anhang B: Initialisieren (Tarieren) der Sensorik

### Tarieren des Smart Carts

Zu Beginn eines Versuchs beträgt der Messwert des eingebauten Kraft- und Beschleunigungssensoren nicht Null, auch wenn keine Kraft oder Beschleunigung auf den Wagen wirkt. Dies ist ein normales Verhalten, das korrigiert wird, wenn Sie den Sensor mit der PASCO-Software auf Null stellen (tarieren). Siehe auch *Anhang B* für Informationen zum Tarieren der eingebauten Sensoren.

Bei SPARKVue gelangen Sie in jedem Fenster über den Hilfe- Button  zu eventuell notwendiger Unterstützung.

In SPARKVue starten Sie zur Tarierung des Smart Carts im Hauptschirm 

3. Um den Kraft-Sensor zu tarieren starten Sie aus dem Startbildschirm eine grafische Darstellung der Kraft vs. Zeit.
4. Klicken Sie nun auf das Werkzeug-Symbol . Es öffnet sich das Fenster **Experiment-Tools**.
5. Wählen Sie im Fenster **Experiment-Tools** den Punkt **Sensor konfigurieren**, um das Fenster Sensorkonfiguration zu öffnen.
6. Wählen Sie im Fenster Sensor-Konfiguration die Schaltfläche **Bearbeiten: Sensor Eigenschaften...**
7. Es klappt eine Auswahlbox mit drei verfügbaren Sensoren aus:
  - **Kabelloser Kraftsensor**
  - **Kabelloser Beschleunigungssensor**
  - **Kabelloses Gyrometer**
6. Wählen Sie **Kabelloser Kraftsensor** aus.
7. Es werden zwei Alternativen angeboten:
  - **Sensor beim Start automatisch nullen**
  - **Sensor nullen**
8. Ist **Sensor beim Start automatisch nullen** eingeschaltet, so wird bei Start einer Messreihe der sensor automatisch tariert (auf null gesetzt). Mit Sensor nullen wird der sensor manuell tariert.
9. Betätigen Sie den OK Button, so gelangen Sie wieder in das Fenster mit der grafischen Darstellung zurück.

Um den Beschleunigungs-Sensor zu tarieren starten Sie aus dem Startbildschirm eine grafische Darstellung der Beschleunigung vs. Zeit. Klicken Sie nun auf das Werkzeug-Symbol . Es öffnet sich das Fenster **Experiment-Tools**.

Führen Sie die Tarierung des Beschleunigungssensors analog zur Tarierung des Kraftsensors durch. Dasselbe gilt sinngemäß für die Tarierung des Gyrometers.

In Capstone stehen mehrere Möglichkeiten zur Tarierung zur Verfügung.

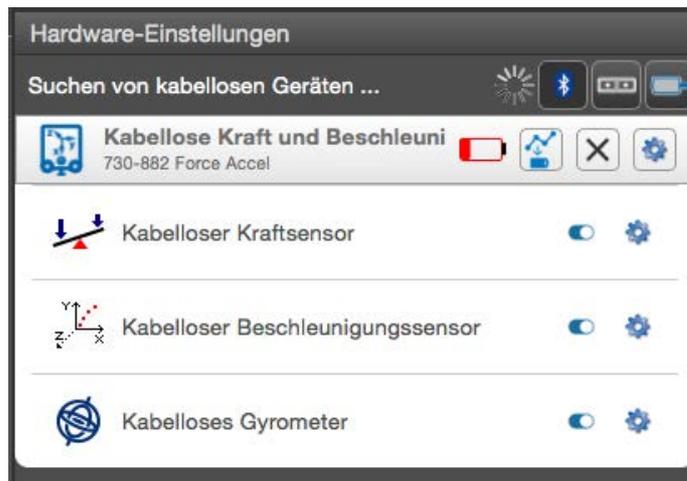
- 1 Eine Möglichkeit ist die Tarierung über einen Button im Abtastraten-Fenster. Wenn Sie auf den Knopf drücken, wird der Sensorwert genullt.



- 2 Wiederholen Sie, falls gewünscht den Vorgang für die anderen Sensoren im Smart Cart.

Eine alternative Möglichkeit der Tarierung ist über das Menü **Hardwareeinstellungen** möglich.

- 1 Klicken Sie hierzu im Hauptfenster auf Hardwareeinstellungen. Es öffnet sich folgendes Fenster:



1. Klicken Sie nun auf das **Zahnrad**symbol im Reiter **Kabelloser Kraftsensor**.
2. Es Öffnet sich nachfolgendes **Eigenschaftsfenster**. Wählen Sie eine der drei Möglichkeiten aus und bestätigen Sie die Eingabe mit **OK**.



- **Sensormessung bei Start nullen** : Tarieren bei Starten einer Messreihe
- **Sensor jetzt nullen** : hat dieselbe Funktion wie der Tarier Button
- **Sensor Nullversatz entfernen** : UNDO-Funktion, setzt Offset auf den letzten Wert zurück.

- 1 Wiederholen Sie ggf. Die Prozedur für Beschleunigung und Gyrometer.

### Anhang C: Kalibrieren der Sensorik

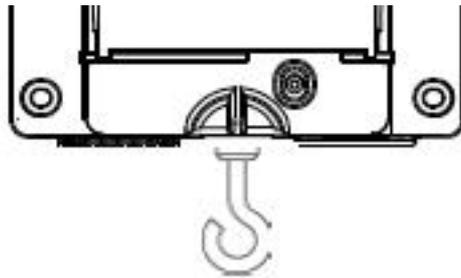
Der Smart Cart ist werkseitig kalibriert, so dass eine Kalibrierung nicht erforderlich ist, besonders wenn Sie eine Kraftänderung anstelle von absoluten Kraftwerten messen. Es ist jedoch möglich, den Sensor zu kalibrieren.

#### Vorbereitung zur Kalibrierung

Die Kalibrierung benötigt eine Masse von 1 Kilogramm, den Hakenaufsatz, eine Schnur und einen horizontal montierten Stützstab, um den Smart Cart senkrecht zu fixieren. Der Smart Cart muss mit einem Tablet oder Computer "verbunden" sein und die Datenerfassungssoftware (z. B. SPARKvue) sollte gestartet sein.

#### Kalibrierung mit SPARKVue

1. Schrauben Sie den Haken an den Smart Cart.
2. Befestigen Sie eine Experimentierschnur an beiden Anhängösen auf der gegenüberliegenden Seite und hängen Sie den Smart Cart an einen horizontalen Stativstab, so dass der Smart Cart mit dem Haken nach unten frei hängt.

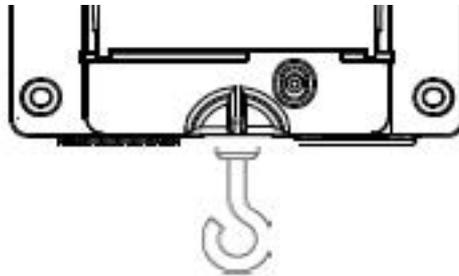


3. Klicken Sie nun auf das Werkzeug-Symbol . Es öffnet sich das Fenster **Experiment-Tools**.
4. Wählen Sie im Fenster **Experiment-Tools** den Punkt **Sensor kalibrieren**, um das Fenster zur Sensorkalibrierung zu öffnen.
5. Wählen Sie die zu kalibrierende Größe bei **Sensor** aus
6. Klicken Sie auf das Feld **Kalibrierungstyp** und wählen die Methode, z.B. **2-Punkt (Steigung und Versatz anpassen)** an.
7. Klicken Sie auf **Weiter**
  - Sie gelangen nun in das Menü **Sensor kalibrieren: Werte eingeben**.
8. Hängen Sie nun das Massestück von 1 kg an den Haken.
9. Die Gravitationskraft auf die Masse zieht in negativer Richtung mit -9,8 Newton (N). Klicken Sie unter Kalibrierpunkt 1 auf das Feld **Standardwert** und geben Sie den bekannten Kraftwert ein (d. h. -9,8).
10. Klicken Sie unter **Kalibrierpunkt 1** auf die Schaltfläche **Vom Sensor ablesen**.
  - Der Messwert wird nun in das Feld **Sensorwert** übertragen.
11. Entfernen Sie das Massestück vom Haken.
12. Unter Kalibrierpunkt 2 wird der zweite bekannte Wert eingetragen. Dies ist z.B. 0. Geben Sie diesen (0) in das Feld **Standardwert** ein.

13. Klicken Sie nun auf Vom Sensor ablesen.
  - Der zweite Wert wird nun ebenfalls in das Feld **Sensorwert** übertragen
14. Klicken Sie nun auf **OK**.

### Kalibrierung mit Capstone

1. Schrauben Sie den Haken an den Smart Cart.
2. Befestigen Sie eine Experimentierschnur an beiden Anhängösen auf der gegenüberliegenden Seite und Hängen den Smart Cart an einen horizontalen Staivstab, so dass der Smart Cart mit dem Haken nach unten frei hängt.



3. Klicken Sie in der Werkzeugpalette auf den Button Kalibrierung  .
4. Wählen Sie die zu kalibrierende Größe aus : hier Kraft
5. Klicken Sie auf **Weiter**.
6. Wählen Sie die Kalibrieremethode aus: **Zwei Standards (2 Punkt)**
7. Klicken Sie auf **Weiter**.
8. Hängen Sie nun das Massestück von 1 kg an den Haken.
9. Die Nettokraft beträgt -9,8 N. Übernehmen sie den Wert, indem Sie diesen in das Feld **Standardwert** eintragen.
10. Sobald sich der Messwert stabilisiert hat betätigen sie die Schaltfläche **Aktuellen Wert auf Standardwert einstellen** .
11. Klicken Sie auf **Weiter**.
12. Entfernen Sie das Massestück vom Haken. Der zweite Kraftwert ist 0.
13. Tragen Sie diesen Wert (0) in in das Feld **Standardwert** ein.
14. Sobald sich der Messwert stabilisiert hat betätigen sie die Schaltfläche **Aktuellen Wert auf Standardwert einstellen** .
15. Klicken Sie auf **Weiter**.
16. Klicken Sie auf **Fertig stellen**.

### Theoretische Betrachtungen zur Kalibrierung

Eine der Funktionen der PASCO Messwerverfassungssoftware besteht darin, den Strom von Rohdaten von einem Sensor in die kalibrierten Daten umzuwandeln, die Sie in der Grafik, Tabelle und anderen Anzeigen sehen. Wenn Sie einen Sensor nicht selbst kalibrieren, verwendet die Software eine Standardkalibrierung, die beim Anschließen des Sensors geladen wird.

Man kann sich die Software so vorstellen, dass sie Rohdaten aufnimmt und kalibrierte Daten ausgibt. Wenn Sie eine Kalibrierung durchführen, definiert die Software die lineare Gleichung neu, die die rohen Eingangsdaten in die kalibrierten Daten umwandelt.

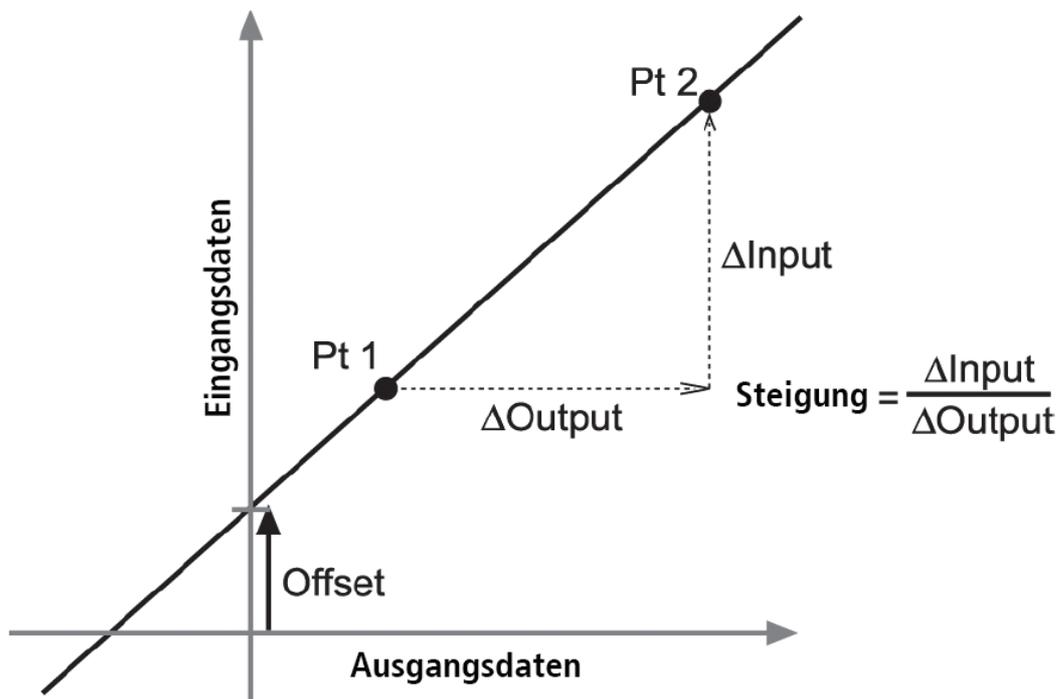
Ausgangsdaten. Die lineare Funktion hat die Form:

$$\text{Roh-Messwert} = \text{Steigung} \times \text{Kalibrierter Wert} + \text{Offset}$$

oder

$$\text{Kalibrierter Wert} = (\text{Roh-Messwert} - \text{Offset}) / \text{Steigung}$$

Die Funktion kann grafisch als Gerade dargestellt werden.



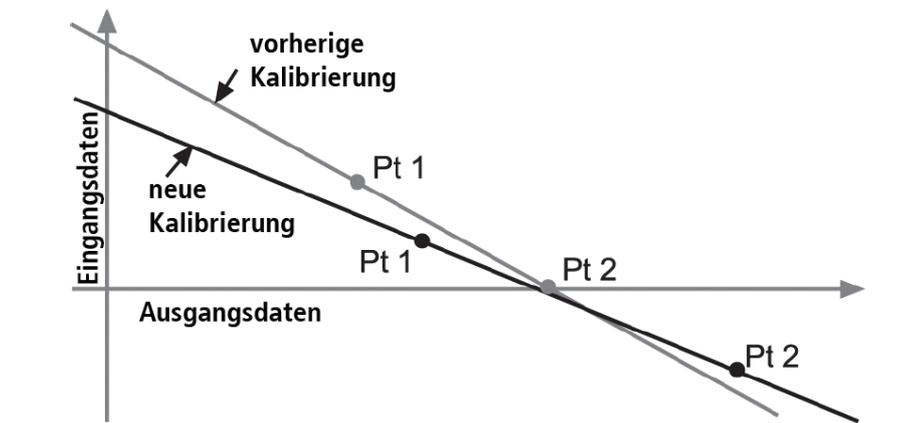
Zwei Punkte, Pt 1 und Pt 2, definieren die Linie. Bei der Zwei-Punkt-Kalibrierung wird jeder Punkt definiert, indem ein bekannter Standardwert (z. B. die Temperatur des Eiswassers) mit einer Eingangsmessung verknüpft wird, die der Sensor ausgibt, wenn er sich in diesem Standard befindet. Bei einer Einpunkt-Kalibrierung wird nur einer der Punkte vom Anwender fest gelegt.

## Typen der Kalibrierung

Es gibt drei Arten der Kalibrierung: Zweipunktkalibrierung, Einpunktkalibrierung unter Berücksichtigung der Steigung und Einpunktkalibrierung mit Versatz. Jede dieser Kalibrierungen kann an einem einzelnen Sensor oder gleichzeitig an mehreren ähnlichen Sensoren durchgeführt werden; für jeden Sensor wählt die Software jedoch automatisch den typischsten Kalibriertyp als Standardeinstellung.

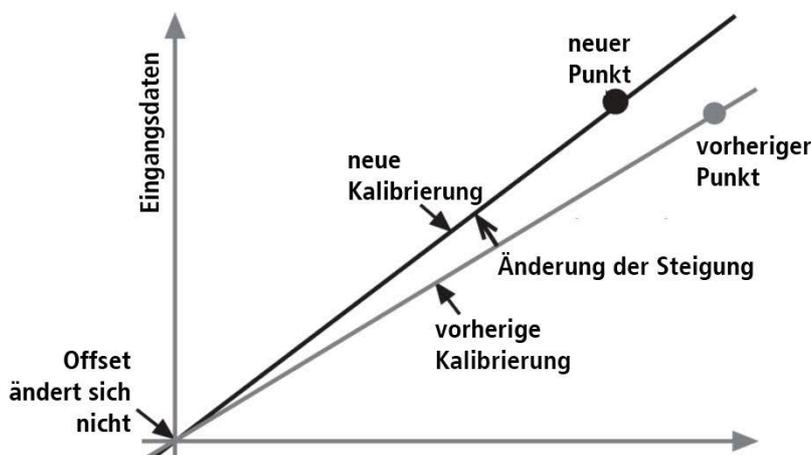
### Die Zweipunkt-Kalibrierung

Bei einer Zweipunkt-Kalibrierung setzen Sie zwei Punkte zurück, um eine neue Linie zu definieren. Diese Art der Kalibrierung wirkt sich sowohl auf die Steigung als auch auf den Offset aus.



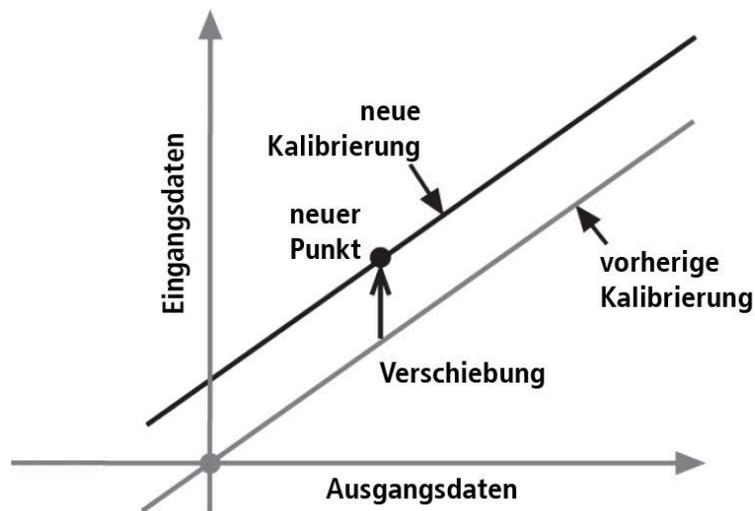
### Die Einpunkt-Kalibrierung (Steigungsmethode)

Bei einer Einpunkt-kalibrierung (Steigungsmethode) setzen Sie nur einen Punkt zurück. Die Steigung der Geraden ändert sich so, dass die Linie den neuen Punkt schneidet, während sich der Offset (oder Y-Achsen-Abschnitt) nicht ändert.



### Die Einpunkt-Kalibrierung (Offset-Methode)

Bei einer Einpunkt-Kalibrierung (Offset-Methode) setzen Sie nur einen Punkt zurück. Die Gerade verschiebt sich so, dass sie den neuen Punkt schneidet, aber ihre Neigung ändert sich nicht.



Diese Methode der Einpunktkalibrierung wird normalerweise verwendet, um einen Sensor mit einem anderen Sensor in Übereinstimmung zu bringen. Aufgrund normaler Schwankungen zwischen den Sonden können die Messwerte einer zweiten Sonde durchweg höher als die erste Sonde sein. Normalerweise wäre dieser Unterschied unbedeutend; allerdings kann eine Offset-Kalibrierung verwendet werden, um die Sensoren vom Messwert anzugleichen.

#### Hinweis:

Die tatsächliche Ausstattung des Versuchssets kann von der Abbildung in dieser Dokumentation leicht abweichen, da unsere Geräte ständig weiterentwickelt werden.

## Smart Cart

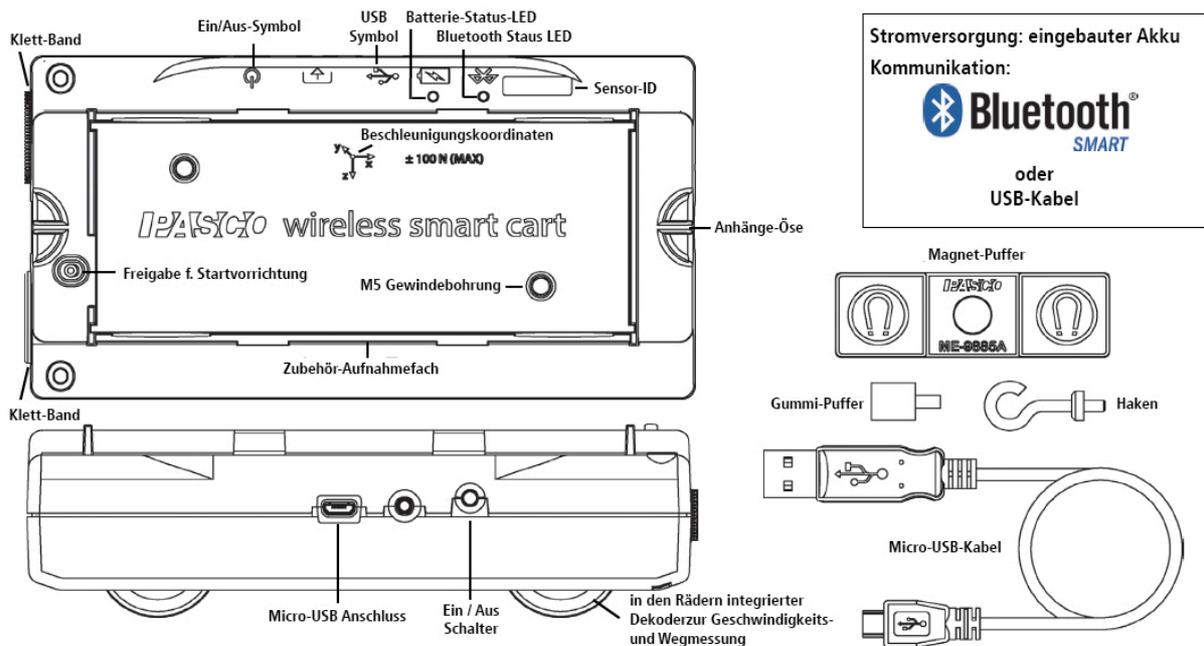


116.2015



116.2051

## Nomenklatur und Lieferumfang



Der Smart Cart ist in rot (Conatex-Best.-Nr. 116.2050) und blau (Conatex-Best.-Nr. 116.2051) lieferbar.

Der Smartcart kann mit PASCOS Datenerfassungssoftware CAPSTONE (macOS und Windows) und SPARKVue (macOS, Windows, Android und iOS) betrieben werden.

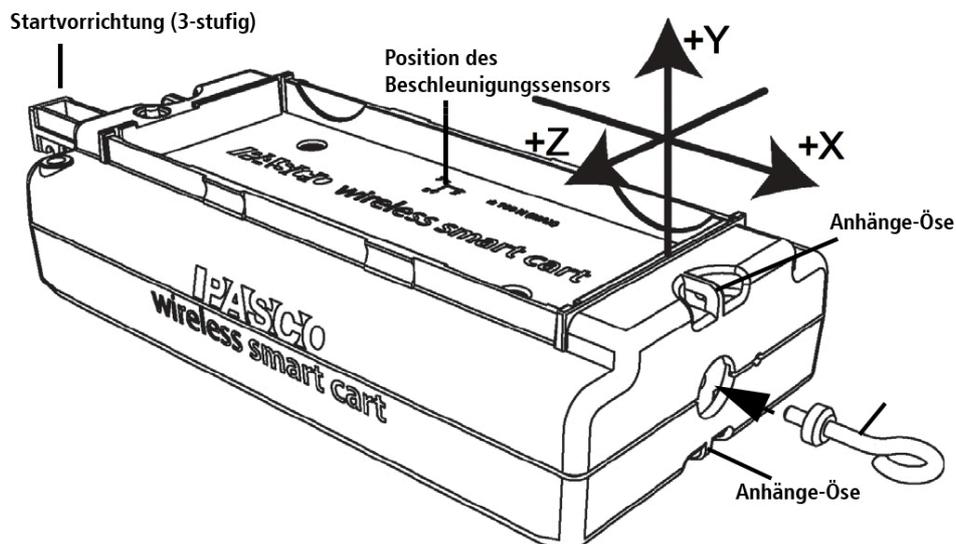
## Einleitung

Der Wireless Smart Cart ist eine Kombination aus drahtlosem Gerät und USB-Gerät, das über Bluetooth® (Version 4.2 oder höher) mit einem Computer oder Tablett oder über ein USB-Ladegerät mit einem Mikro-USB-Kabel (im Lieferumfang enthalten) mit einem Computer oder einem USB-Ladegerät verbunden wird. Der Smart Cart verfügt über einen robusten ABS-Korpus, eine Startvorrichtung, in drei Positionen arretierbar und nahezu reibungsfrei gelagerte Räder. Es enthält eingebaute Sensoren, die Kraft, Position, Geschwindigkeit und drei Richtungen in der Beschleunigung messen.

Der Smart Cart verfügt außerdem über ein gyroskopartiges Sensorelement, das Rotationsbewegungen messen kann. Der Smart Cart kann seine Messungen auf oder außerhalb einer Fahrbahn durchführen und Daten drahtlos übertragen. Zur einfachen Identifizierung ist der Smart Cart in rot oder blau erhältlich.

Das Zubehörfach auf der Oberseite des Smart Cart kann alle Zubehöerteile aufnehmen, die für einen PASCO-Wagen bestimmt sind. Die Abmessungen des Smart Cart sind die gleichen wie bei anderen PASCO Carts und können mit jeder PASCO Fahrbahn verwendet werden. Der Smart Cart kann mit jedem beliebigen PASCO-Wagen kombiniert werden und wiegt ca. 0,250 kg. Er hat Befestigungspunkte oben und unten an beiden Enden und Klettverschlüsse für unelastische Stoßversuche an einem Ende. Der Magnet-Puffer, oder Gummipuffer und die Hakenbefestigung passen in die Gewindebohrung am Ende des Smart Cart gegenüber den Laschen.

Die eingebauten Sensoren messen Kraft im Bereich von -100 Newton (N) bis +100 N, Beschleunigung im Bereich von -16g bis +16g ( $g = \pm 9,8 \text{ m/s}^2$ ) und Winkelgeschwindigkeit bis  $\pm 245$  Grad pro Sekunde. Er misst die Kraft als Schub oder Zug entlang seiner X-Achse und misst die Beschleunigung in drei Dimensionen (X, Y und Z). Die resultierende Beschleunigung kann auch die PASCO Software anzeigen. Die Encoderräder auf dem Smart Cart messen Bewegungen bis maximal 3,0 Meter pro Sekunde mit einer Auflösung von 0,2 Millimeter (mm). Die positive Bewegungsrichtung entspricht der X-Achse in der Grafik, die der Position des Beschleunigungssensors entspricht.



## Kompatible Software

### PASCO Capstone



- Mac OS X
- Windows

### SPARKvue



- Mac OS X
- Windows
- iOS
- Android
- Chromebook

Informationen zur Software finden sie unter :

[https://www.conatex.com/catalog/computergestutztes\\_lernen/software](https://www.conatex.com/catalog/computergestutztes_lernen/software)

Wenn Sie Hilfe bei der Benutzung der Software benötigen, nutzen Sie bitte die Hilfe Funktion der jeweiligen Software:

- Bei SPARKVue gelangen Sie in jedem Fenster über den Hilfe- Button 
- Bei Capstone gelangen Sie zur Hilfefunktion über den Menüpunkt **Hilfe -> PASCO Capstone-Hilfe**.

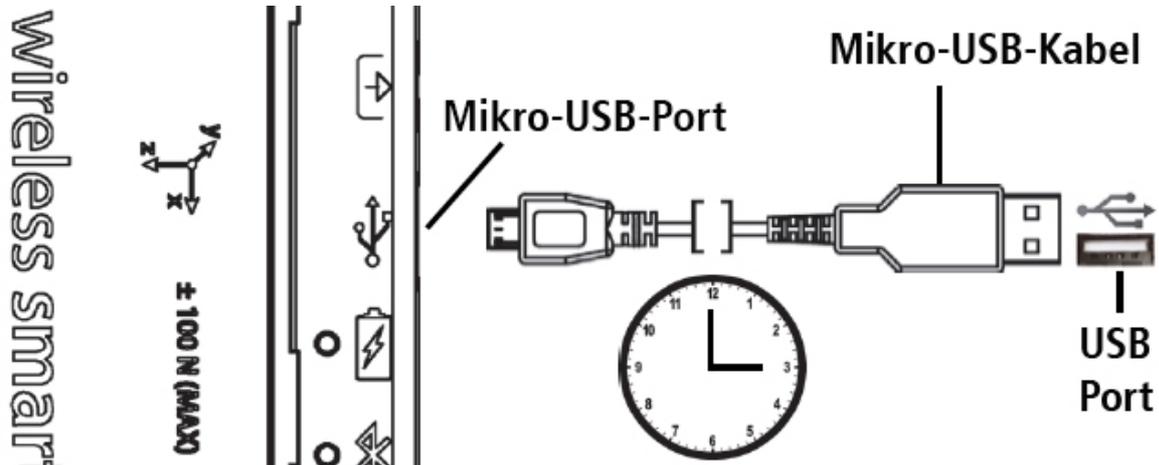
## Bluetooth-Kompatibilität (vgl. auch Informationen in Anhang A)



<b>Plattform</b>	<b>Bluetooth Smart-Kompatibilität</b>
<b>iOS</b>	iPad 3 und neuer iPhone 4S und neuer iPod touch 5 und neuer
<b>SPARK Element</b>	alle Modelle
<b>Android</b>	Android 4.3 und neuer
<b>Chromebook</b>	Chrome OS (erfordert Bluetooth-Adapter, CONATEX-Best.-Nr. 116.4025)
<b>Max OS X</b>	Modelle ab Juli 2011 oder neuer
<b>Windows</b>	Windows 7 und neuer (erfordert Bluetooth-Adapter, CONATEX-Best.-Nr. 116.4025)

## Vor Beginn: Aufladen des Akkus

Der Smart Cart besitzt einen eingebauten LiPo-Akku, der vor dem ersten Gebrauch vollständig aufgeladen werden muss.



Verwenden Sie das Mikro-USB-Kabel, um den Akku aufzuladen. Verwenden Sie das Micro-USB-Kabel, um den Micro-USB-Anschluss des Wireless Smart Cart an einen USB-Anschluss oder ein USB-Ladegerät anzuschließen. Der Ladevorgang beginnt automatisch. Der Ladestromkreis im Smart Cart schaltet sich ab, wenn das Gerät vollständig aufgeladen ist. Die Batteriestatus-LED leuchtet gelb, während der Akku aufgeladen wird und leuchtet grün, wenn der Akku aufgeladen wird. Der Akku ist werkseitig teilweise geladen. Die erste Ladezeit kann je nach Stromquelle und Zustand des Akkus drei Stunden oder länger betragen.

## Ein/Aus Schalter

Um den Smart Cart einzuschalten, halten Sie die ON-Taste kurz gedrückt, bis eine Status-LED blinkt. Um den Smart Cart auszuschalten, halten Sie die ON-Taste kurz gedrückt, bis die Status-LEDs nicht mehr blinken. Der kabellose Smart Cart geht nach einigen Minuten Inaktivität in standby, wenn er nicht angeschlossen ist und nach einer etwas längeren Zeit der Inaktivität, wenn er angeschlossen ist.

## LED Statusanzeige

Die Status-LEDs für Bluetooth und Batterie-Status haben folgende anschlussabhängige Bedeutung:

### Drahtlose Bluetooth-Verbindung

<u>Bluetooth-LED</u>	<u>Bedeutung</u>	<u>Batterie-Status-LED</u>	<u>Bedeutung</u>
rot blinkend	bereit zur Verbindung	rot blinkend	geringe Akkuladung
grün blinkend	Verbindung erfolgt		

### Drahtgebundene USB-Verbindung an PC / Mac

<u>Bluetooth-LED</u>	<u>Bedeutung</u>	<u>Batterie-Status-LED</u>	<u>Bedeutung</u>
Keine Anzeige	-----	gelb Dauerlicht	Akku lädt
Keine Anzeige	-----	grün Dauerlicht	Akku geladen

### Drahtgebundene USB-Verbindung an USB-Ladegerät

<u>Bluetooth-LED</u>	<u>Bedeutung</u>	<u>Batterie-Status-LED</u>	<u>Bedeutung</u>
rot blinkend	bereit zur Verbindung	gelb Dauerlicht	Akku lädt
grün blinkend	Verbindung erfolgt	grün Dauerlicht	Akku geladen

## Verwendung der Software SPARKVue

Bei SPARKVue gelangen Sie in jedem Fenster über den Hilfe- Button  zu eventuell notwendiger Unterstützung.

### **Verbinden des Smart Carts mit einem Tablet oder einem Computer über Bluetooth.**

Wählen Sie für SPARKVue das Bluetooth-Symbol , um die Liste der drahtlosen Geräte zu öffnen. In der Liste sind die Geräte nach der Nähe des Tablets oder Computers sortiert. Der Sensor, der dem Tablet oder Computer am nächste ist, erschant als oberstes Element. Hierdurch lassen sich Sensoren noch einfacher identifizieren, was im Klassenraum bei mehreren Sensoren hilfreich ist. Wählen Sie den Smart Cart aus, der der XXX-XXX-Sensor-ID auf dem Smart Cart entspricht. Wählen Sie „Fertig“. Unter dem Smart Cart erscheint im Startbildschirm eine Liste der möglichen Messwerte.

### **Verbinden des Smart Carts mit einem einem Computer über das Mikro-USB-Kabel.**

Schließen Sie das Micro-Ende des mitgelieferten Micro-USB-Kabels an den Micro-USB-Anschluss am Ende des Smart Cart an. Schließen Sie das andere Ende des Micro-USB-Kabels an einen USB-Anschluss des Computers oder an einen mit Strom versorgten USB-Hub an.

### **Initialisierung der Messwerte beim Smart Cart (Tara-Funktion)**

Zu Beginn eines Versuchs beträgt der Messwert des eingebauten Kraft- und Beschleunigungssensoren nicht Null, auch wenn keine Kraft oder Beschleunigung auf den

Wagen wirkt.

Dies ist ein normales Verhalten, das korrigiert wird, wenn Sie den Sensor mit der PASCO-Software auf Null stellen (tarieren). Im *Anhang B* finden Sie detaillierte Informationen zum tarieren der eingebauten Sensoren.

### **Messwerte aufnehmen**

Wählen Sie im Startbildschirm von SPARKvue in der Messwert-Liste unter dem Namen des Sensors eine Messgröße aus. Eine Grafik der Messung über der Zeit öffnet sich. Drücken Sie auf den Button , um eine Messung zu starten.

## **Verwendung der Software Capstone**

Bei Capstone gelangen Sie über den Menüpunkt **Hilfe** -> **PASCO Capstone-Hilfe** zur Hilfefunktion, wenn Sie Unterstützung bei der bedienung des Programms benötigen.

### **Verbinden des Smart Carts mit einem Tablet oder einem Computer über Bluetooth.**

Wählen Sie für PASCO Capstone in der Tools-Palette **Hardware Einstellungen**. Die Geräte in der Liste sind nach der Nähe des Tablets oder Computers geordnet. Wählen Sie den Smart Cart mit der Adresse aus, die mit der XXX-XXX-Sensor-ID-Nummer auf dem Smart Cart übereinstimmt.

### **Verbinden des Smart Carts mit einem einem Computer über das Mikro-USB-Kabel.**

Schließen Sie das Micro-Ende des mitgelieferten Micro-USB-Kabels an den Micro-USB-Anschluss am Ende des Smart Cart an. Schließen Sie das andere Ende des Micro-USB-Kabels an einen USB-Anschluss des Computers oder an einen mit Strom versorgten USB-Hub an.

### **Initialisierung der Messwerte beim Smart Cart (Tara-Funktion)**

Zu Beginn eines Versuchs beträgt der Messwert des eingebauten Kraft- und Beschleunigungssensoren nicht Null, auch wenn keine Kraft oder beschleunigung auf den Wagen wirkt. Dies ist ein normales Verhalten, das korrigiert wird, wenn Sie den Sensor mit der PASCO-Software auf Null stellen (tarieren). Siehe auch *Anhang B* für Informationen zum tarieren der eingebauten Sensoren.

### **Messwerte aufnehmen**

Wählen Sie in PASCO Capstone im Hauptfenster oder in der Palette Display eine Anzeige aus. Wählen Sie im Display über das Feld **<Messung Auswählen>** eine Messgröße aus, die angezeigt werden soll.

Betätigen Sie den Button  um eine Messung zu starten.

### Bei Problemen....

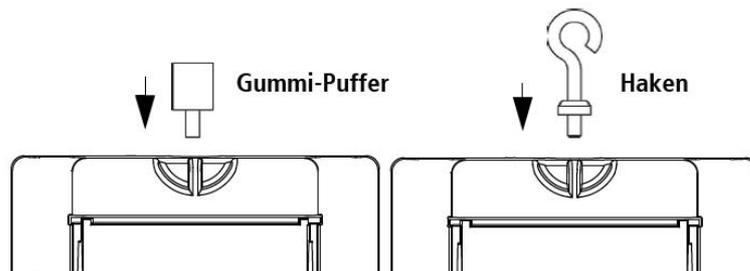
- Wenn der Wireless Smart Cart die Bluetooth-Verbindung verliert und sich nicht wieder verbindet, versuchen Sie, die ON-Taste zu drücken. Drücken und halten Sie die Taste kurz gedrückt, bis die Status-LEDs nacheinander blinken, und lassen Sie dann die Taste los. Starten Sie den Smart Cart wie gewohnt.
- Wenn der Smart Cart nicht mehr mit der Computersoftware oder Tablet-Anwendung kommuniziert, versuchen Sie, die Software oder Anwendung neu zu starten. Wenn das Problem weiterhin besteht, halten Sie die ON-Taste 10 Sekunden lang gedrückt und lassen Sie sie dann los. Starten Sie den Smart Cart wie gewohnt.
- Deaktivieren Sie Bluetooth auf dem Rechner oder Tablet und starten Sie Bluetooth anschließend erneut.

### Die Funktionen des Smart Carts

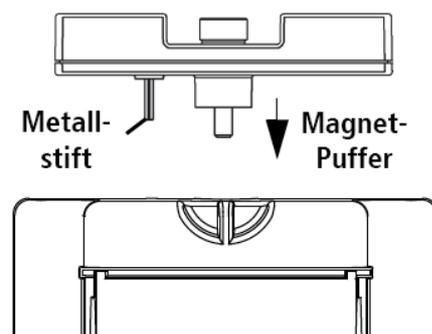
Im Folgenden werden die Messmöglichkeiten mit dem Smart Carts und die Verwendung des Zubehörs beschrieben.

#### ***Befestigen von Puffer und Haken am Smart Cart***

Haken und Puffer (Gummi- und Magnetpuffer) lassen sich stirnseitig in die jeweiligen Gewindebuchsen einschrauben (vgl. nachfolgende Abb.).

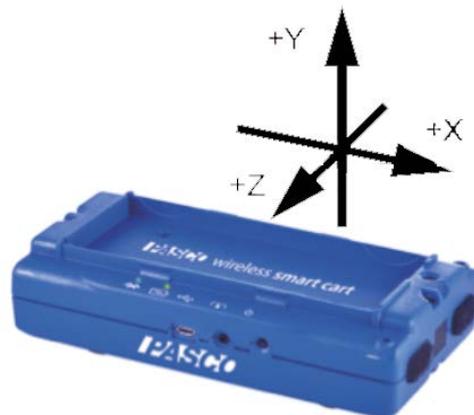


Der Magnet-Puffer hat einen Metallstift, der in das kleine Loch neben dem Gewinde im vorderen Ende des Smart Cart passt. Der Stift sorgt dafür, dass der Magnet-Puffer richtig ausgerichtet montiert wird.



### Der 3-Achsen Beschleunigungssensor

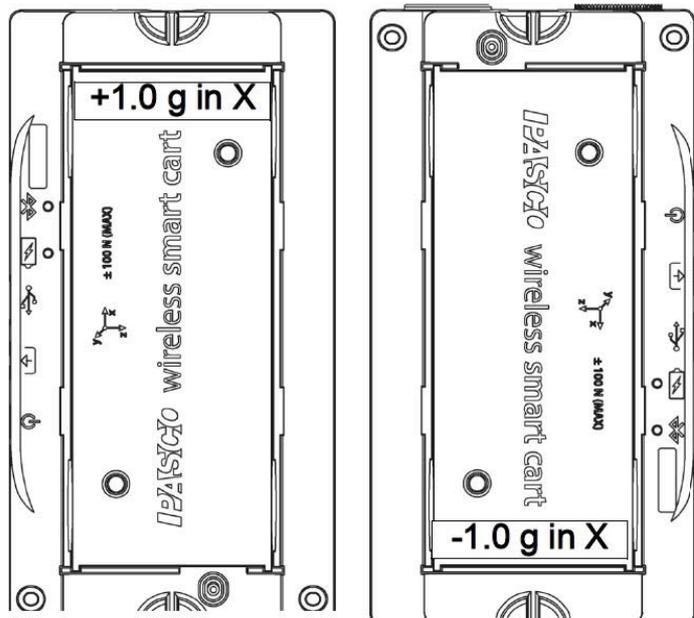
Die Beschleunigungssensoreinheit im Smart Cart ist so ausgerichtet, dass die Linien mit der größten Empfindlichkeit den drei X-Y-Z Pfeilen folgen, die die Beschleunigungsrichtung anzeigen.



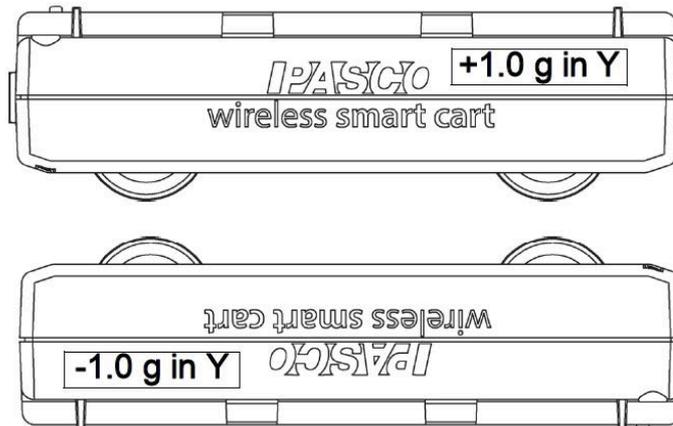
Bei dieser Orientierung ist die X-Achsenrichtung entlang der Längsachse des Smart Cart, die Y-Achsenrichtung ist senkrecht zur Oberseite des Smart Cart. Die Richtung der Z-Achse ist senkrecht zur Längsachse des Smart Cart und parallel zur Oberkante des Wagens.

### Verwendung des Smart Cart unter Einfluss der Schwerkraft

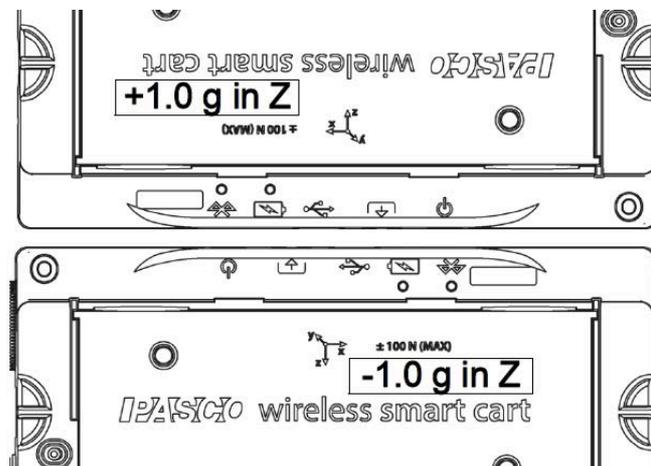
Starten Sie die PASCO-Software. Wenn der Smart Cart so gehalten wird, dass die X-Achse auf der Oberseite des Smart Cart senkrecht steht und nach oben zeigt, beträgt der Messwert der Beschleunigung in Richtung der X-Achse  $+1,0\text{ g}$ . Wenn der Smart Cart so gedreht wird, dass die X-Achse vertikal aber nach unten zeigt, beträgt der Messwert der Beschleunigungs in Richtung der X-Achse  $-1,0\text{ g}$  (wobei "g" die Erdbeschleunigung aufgrund der Schwerkraft darstellt).



Wenn der Smart Cart so gehalten wird, dass sich die Zubehörschale oben und horizontal befindet, beträgt der Messwert der Beschleunigung in Richtung der Y-Achse 1,0 g. Wenn der Smart Cart so gedreht wird, dass die Zubehörschale horizontal und unten ist, beträgt der Messwert der Beschleunigung in Richtung der Y-Achse -1,0 g.



Wenn der Smart Cart so angeordnet ist, dass die Z-Achse auf der Oberseite des Wagens nach oben zeigt, beträgt der Messwert der Beschleunigung in Richtung der Z-Achse 1,0 g. Wenn der Smart Cart auf seiner anderen Seite so platziert ist, dass die Z-Achse nach unten zeigt, beträgt der Messwert der Beschleunigung in Richtung der Z-Achse -1,0 g.

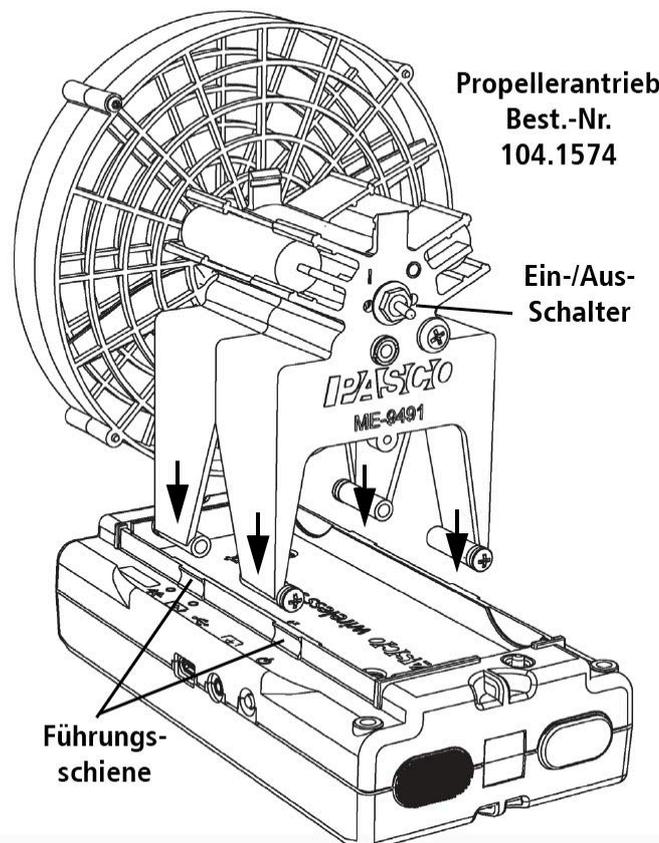


## Smart Cart Zubehör

Prinzipiell kann nahezu jedes Zubehör, das sich für die klassischen PASCO-Fahrbahnwagen eignet, auch für Smart Carts verwendet werden, da der Formfaktor aller PASCO-Fahrbahnwagen identisch ist. Hierzu zählen insbesondere alle Fahrbahnprofile von PASCO, sowie Zubehörteile wie Propellerantrieb (CONATEX-Best.-Nr. 104.1574), magnetische Dämpfung (CONATEX-Best.-Nr. 108.6590) usw.

### Montage des optionalen Propellerantriebes (CONATEX-Best.-Nr. 104.1574)

Schnappen Sie die seitlichen Halteklemmen des Propellerantriebes auf die Oberschale des Smart Carts.



### Hinweise zur wiederaufladbaren Batterie

Der Akku des Smart Cart ist werkseitig teilweise aufgeladen. Blinkt die Batteriestatus-LED rot, verwenden Sie das Micro-USB-Kabel, um den Sensor an einen USB-Anschluss eines Rechners anzuschließen oder verwenden Sie ein externes USB-Ladegerät.

Die Akkulaufzeit ist sehr wichtig, um das Produkt einfach und immer einsatzbereit zu machen. Deshalb sind alle drahtlosen PASCO-Produkte für eine lange Akkulaufzeit ausgelegt. Beispielsweise schaltet sich der Smart Cart nach einigen Minuten Inaktivität aus, um die Lebensdauer der Batterie zu schonen.

Die Akkulaufzeit zwischen den Ladevorgängen des Smart Cart variiert je nach Abtastrate. Die Batteriebensdauer reicht von elf Stunden bei hohen Abtastraten bis hin zu mehr als 70 Stunden bei niedrigen Abtastraten.

Bei einer typischen Verwendung im Klassenzimmer/Labor würde dies zu einer Akkulaufzeit zwischen einer und vier Wochen oder mehr Ladezeiten führen, da eine ganztägige kontinuierliche Probenahme ungewöhnlich wäre. Selbst im extremsten Fall mit einer hohen Abtastrate würde die Smart Cart Batterie durchhalten.

Einer der Faktoren, der die Lebensdauer der Batterie beeinflusst, ist die Lagertemperatur. Vermeiden Sie daher, den Smart Cart in sehr kalten oder sehr heißen Umgebungen zu lagern.

Wenn die Batteriestatus-LED rot blinkt, verwenden Sie das Micro-USB-Kabel, um den Smart Cart an einen USB-Anschluss oder ein USB-Ladegerät anzuschließen.

Wenn die Batterie des Smart Cart nicht aufgeladen wird, muss sie möglicherweise ausgetauscht werden. Kontaktieren Sie in diesem Fall CONATEX-DIDACTIC Lehrmittel für weitere Informationen zum Batteriewechsel.

## Kalibrierung der Sensorik

Der Smart Cart ist werkseitig kalibriert. Eine weitere Kalibrierung ist nicht erforderlich, insbesondere wenn Sie eine Kraft-, Beschleunigungs- oder Bewegungsänderung anstelle von Absolutwerten messen. Es ist jedoch möglich, die Sensoren zu kalibrieren. Für detaillierte Informationen beachten Sie die Anmerkungen *in Anhang C*.

## Technische Daten des Smart Carts

<b><u>Kraftmessung</u></b>	<b><u>Wert</u></b>
Messbereich	±100 N
Auflösung	0,1 N
Genauigkeit	±1 %
Max. Abtastrate	500 Hz
Max. Abtastrate (Burst Modus)*	5 kHz für 1 Sekunde

\*) Im Burst Modus sind alle anderen Sensoren des Smart Carts deaktiviert

<b><u>Wegmessung</u></b>	<b><u>Wert</u></b>
Auflösung	±0,2 mm

<b><u>Geschwindigkeitsmessung</u></b>	<b><u>Wert</u></b>
Max. Geschwindigkeit	±3 m/s
Max. Abtastrate	100 Hz

<b><u>Beschleunigungsmessung</u></b>	<b><u>Wert</u></b>
Messbereich	±16 g ( $g=9,8 \text{ m/s}^2$ )
Max. Abtastrate	500 Hz

**Reichweite des Bluetooth-Signals** : 30 m (ungehindert)

**Anhang A:**  **Bluetooth® Compatibility**

<b>Plattform</b>	<b>Bluetooth Smart-Kompatibilität</b>
<b>iOS</b>	iPad 3 und neuer iPhone 4S und neuer iPod touch 5 und neuer
<b>SPARK Element</b>	alle Modelle
<b>Android</b>	Android 4.3 und neuer
<b>Chromebook</b>	Chrome OS (erfordert Bluetooth-Adapter, CONATEX-Best.-Nr. 116.4025)
<b>Max OS X</b>	Modelle ab Juli 2011 oder neuer <sup>1</sup>
<b>Windows</b>	Windows 7/8/8.1 und 10 vor Creators Update (1703) (erfordert Bluetooth-Adapter, CONATEX-Best.-Nr. 116.4025)

Der USB-Bluetooth-4.0-Adapter 116.4025 ermöglicht bei Anschluss an einen USB-Port die Verbindung von bis zu drei Bluetooth-SMART-Geräten wie diesem kabellosen PASCO-Gerät mit Windows-Computern<sup>2</sup>, Chrombooks und älteren Macintosh-Computern.



**Hinweis:** Der USB Bluetooth 4.0 Adapter (Best.-Nr. 116.4025) ist der einzige Adapter, den wir derzeit empfehlen können. Viele andere Bluetooth 4.0-Adapter sind am Markt vorhanden, aber dieser Adapter hat ein spezifisches Design, das die In-App-Paarung von Bluetooth SMART-Sensoren ermöglicht.

<sup>1</sup>**Um die Bluetooth-Kompatibilität bei Macs zu prüfen**, gehen Sie wie folgt vor:

- Klicken Sie auf  im Apfel-Menü.
- Wählen Sie **Über diesen Mac**
- Klicken Sie auf **Systembericht ...**
- Klicken Sie in der linken Spalte unter **Hardware** auf **Bluetooth**
- Im rechten Fenster finden sie den Eintrag „**LMP-Version**“
- Wenn Ihr Mac mit Bluetooth SMART ausgestattet ist, zeigt die LMP-Version **0x6** an.  
(Was kleiner als 0x6 ist, bedeutet eine ältere Version von Bluetooth. Ihr Gerät benötigt den USB Bluetooth 4.0 Adapter 116.4025)

Der **Mac Mini** und das **MacBook Air** wurden 2011 mit Bluetooth SMART-Unterstützung aktualisiert. **Das MacBook Pro** wurde 2012 aktualisiert. Der **Mac Pro**, der im Dezember 2013 vorgestellt wurde, unterstützt Bluetooth SMART.

## **Was versteht man unter *Bluetooth SMART*<sup>®</sup> ?**

Bluetooth SMART (auch bekannt als Bluetooth Low Energy oder Version 4.0 der Bluetooth-Spezifikation) ist das neueste Protokoll des proprietären offenen drahtlosen Technologiestandards, der 1994 vom Telekommunikationsanbieter Ericsson entwickelt wurde. Es ist die leistungsfähige und anwendungsfreundliche Version von Bluetooth, die für das Internet der Dinge (IoT) entwickelt wurde.

## Anhang B: Initialisieren (Tariieren) der Sensorik

### Tariieren des Smart Carts

Zu Beginn eines Versuchs beträgt der Messwert des eingebauten Kraft- und Beschleunigungssensoren nicht Null, auch wenn keine Kraft oder Beschleunigung auf den Wagen wirkt. Dies ist ein normales Verhalten, das korrigiert wird, wenn Sie den Sensor mit der PASCO-Software auf Null stellen (tariieren). Siehe auch *Anhang B* für Informationen zum Tariieren der eingebauten Sensoren.

Bei SPARKVue gelangen Sie in jedem Fenster über den Hilfe- Button  zu eventuell notwendiger Unterstützung.

In SPARKVue starten Sie zur Tariierung des Smart Carts im Hauptschirm 

3. Um den Kraft-Sensor zu tariieren starten Sie aus dem Startbildschirm eine grafische Darstellung der Kraft vs. Zeit.
4. Klicken Sie nun auf das Werkzeug-Symbol . Es öffnet sich das Fenster **Experiment-Tools**.
5. Wählen Sie im Fenster **Experiment-Tools** den Punkt **Sensor konfigurieren**, um das Fenster Sensorkonfiguration zu öffnen.
6. Wählen Sie im Fenster Sensor-Konfiguration die Schaltfläche **Bearbeiten: Sensor Eigenschaften...**
7. Es klappt eine Auswahlbox mit drei verfügbaren Sensoren aus:
  - **Kabelloser Kraftsensor**
  - **Kabelloser Beschleunigungssensor**
  - **Kabelloses Gyrometer**
6. Wählen Sie **Kabelloser Kraftsensor** aus.
7. Es werden zwei Alternativen angeboten:
  - **Sensor beim Start automatisch nullen**
  - **Sensor nullen**
8. Ist **Sensor beim Start automatisch nullen** eingeschaltet, so wird bei Start einer Messreihe der sensor automatisch tariert (auf null gesetzt). Mit Sensor nullen wird der sensor manuell tariert.
9. Betätigen Sie den OK Button, so gelangen Sie wieder in das Fenster mit der grafischen Darstellung zurück.

Um den Beschleunigungs-Sensor zu tariieren starten Sie aus dem Startbildschirm eine grafische Darstellung der Beschleunigung vs. Zeit. Klicken Sie nun auf das Werkzeug-Symbol . Es öffnet sich das Fenster **Experiment-Tools**.

Führen Sie die Tariierung des Beschleunigungssensors analog zur Tariierung des Kraftsensors durch. Dasselbe gilt sinngemäß für die Tariierung des Gyrometers.

In Capstone stehen mehrere Möglichkeiten zur Tarierung zur Verfügung.

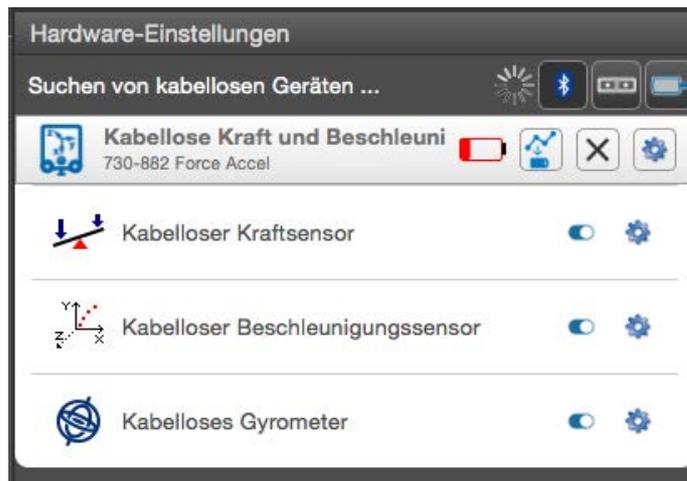
- 1 Eine Möglichkeit ist die Tarierung über einen Button im Abtastraten-Fenster. Wenn Sie auf den Knopf drücken, wird der Sensorwert genullt.



- 2 Wiederholen Sie, falls gewünscht den Vorgang für die anderen Sensoren im Smart Cart.

Eine alternative Möglichkeit der Tarierung ist über das Menü **Hardwareeinstellungen** möglich.

- 1 Klicken Sie hierzu im Hauptfenster auf Hardwareeinstellungen. Es öffnet sich folgendes Fenster:



1. Klicken Sie nun auf das **Zahnrad**symbol im Reiter **Kabelloser Kraftsensor**.
2. Es Öffnet sich nachfolgendes **Eigenschaftsfenster**. Wählen Sie eine der drei Möglichkeiten aus und bestätigen Sie die Eingabe mit **OK**.



- **Sensormessung bei Start nullen** : Tarieren bei Starten einer Messreihe
- **Sensor jetzt nullen** : hat dieselbe Funktion wie der Tarier Button
- **Sensor Nullversatz entfernen** : UNDO-Funktion, setzt Offset auf den letzten Wert zurück.

- 1 Wiederholen Sie ggf. Die Prozedur für Beschleunigung und Gyrometer.

### Anhang C: Kalibrieren der Sensorik

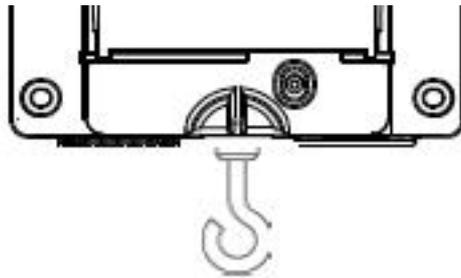
Der Smart Cart ist werkseitig kalibriert, so dass eine Kalibrierung nicht erforderlich ist, besonders wenn Sie eine Kraftänderung anstelle von absoluten Kraftwerten messen. Es ist jedoch möglich, den Sensor zu kalibrieren.

#### Vorbereitung zur Kalibrierung

Die Kalibrierung benötigt eine Masse von 1 Kilogramm, den Hakenaufsatz, eine Schnur und einen horizontal montierten Stützstab, um den Smart Cart senkrecht zu fixieren. Der Smart Cart muss mit einem Tablet oder Computer "verbunden" sein und die Datenerfassungssoftware (z. B. SPARKvue) sollte gestartet sein.

#### Kalibrierung mit SPARKVue

1. Schrauben Sie den Haken an den Smart Cart.
2. Befestigen Sie eine Experimentierschnur an beiden Anhängösen auf der gegenüberliegenden Seite und hängen Sie den Smart Cart an einen horizontalen Stativstab, so dass der Smart Cart mit dem Haken nach unten frei hängt.

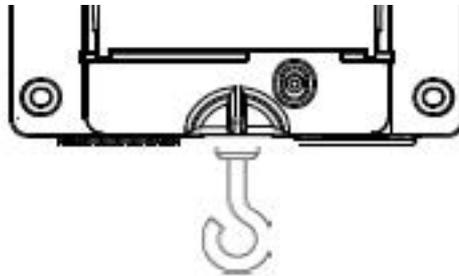


3. Klicken Sie nun auf das Werkzeug-Symbol . Es öffnet sich das Fenster **Experiment-Tools**.
4. Wählen Sie im Fenster **Experiment-Tools** den Punkt **Sensor kalibrieren**, um das Fenster zur Sensorkalibrierung zu öffnen.
5. Wählen Sie die zu kalibrierende Größe bei **Sensor** aus
6. Klicken Sie auf das Feld **Kalibrierungstyp** und wählen die Methode, z.B. **2-Punkt (Steigung und Versatz anpassen)** an.
7. Klicken Sie auf **Weiter**
  - Sie gelangen nun in das Menü **Sensor kalibrieren: Werte eingeben**.
8. Hängen Sie nun das Massestück von 1 kg an den Haken.
9. Die Gravitationskraft auf die Masse zieht in negativer Richtung mit -9,8 Newton (N). Klicken Sie unter Kalibrierpunkt 1 auf das Feld **Standardwert** und geben Sie den bekannten Kraftwert ein (d. h. -9,8).
10. Klicken Sie unter **Kalibrierpunkt 1** auf die Schaltfläche **Vom Sensor ablesen**.
  - Der Messwert wird nun in das Feld **Sensorwert** übertragen.
11. Entfernen Sie das Massestück vom Haken.
12. Unter Kalibrierpunkt 2 wird der zweite bekannte Wert eingetragen. Dies ist z.B. 0. Geben Sie diesen (0) in das Feld **Standardwert** ein.

13. Klicken Sie nun auf Vom Sensor ablesen.
  - Der zweite Wert wird nun ebenfalls in das Feld **Sensorwert** übertragen
14. Klicken Sie nun auf **OK**.

### Kalibrierung mit Capstone

1. Schrauben Sie den Haken an den Smart Cart.
2. Befestigen Sie eine Experimentierschnur an beiden Anhängeseiten auf der gegenüberliegenden Seite und hängen den Smart Cart an einen horizontalen Stab, so dass der Smart Cart mit dem Haken nach unten frei hängt.



3. Klicken Sie in der Werkzeugpalette auf den Button Kalibrierung  .
4. Wählen Sie die zu kalibrierende Größe aus : hier Kraft
5. Klicken Sie auf **Weiter**.
6. Wählen Sie die Kalibrieremethode aus: **Zwei Standards (2 Punkt)**
7. Klicken Sie auf **Weiter**.
8. Hängen Sie nun das Massestück von 1 kg an den Haken.
9. Die Nettokraft beträgt -9,8 N. Übernehmen sie den Wert, indem Sie diesen in das Feld **Standardwert** eintragen.
10. Sobald sich der Messwert stabilisiert hat betätigen sie die Schaltfläche **Aktuellen Wert auf Standardwert einstellen** .
11. Klicken Sie auf **Weiter**.
12. Entfernen Sie das Massestück vom Haken. Der zweite Kraftwert ist 0.
13. Tragen Sie diesen Wert (0) in in das Feld **Standardwert** ein.
14. Sobald sich der Messwert stabilisiert hat betätigen sie die Schaltfläche **Aktuellen Wert auf Standardwert einstellen** .
15. Klicken Sie auf **Weiter**.
16. Klicken Sie auf **Fertig stellen**.

### Theoretische Betrachtungen zur Kalibrierung

Eine der Funktionen der PASCO Messwerverfassungssoftware besteht darin, den Strom von Rohdaten von einem Sensor in die kalibrierten Daten umzuwandeln, die Sie in der Grafik, Tabelle und anderen Anzeigen sehen. Wenn Sie einen Sensor nicht selbst kalibrieren, verwendet die Software eine Standardkalibrierung, die beim Anschließen des Sensors geladen wird.

Man kann sich die Software so vorstellen, dass sie Rohdaten aufnimmt und kalibrierte Daten ausgibt. Wenn Sie eine Kalibrierung durchführen, definiert die Software die lineare Gleichung neu, die die rohen Eingangsdaten in die kalibrierten Daten umwandelt.

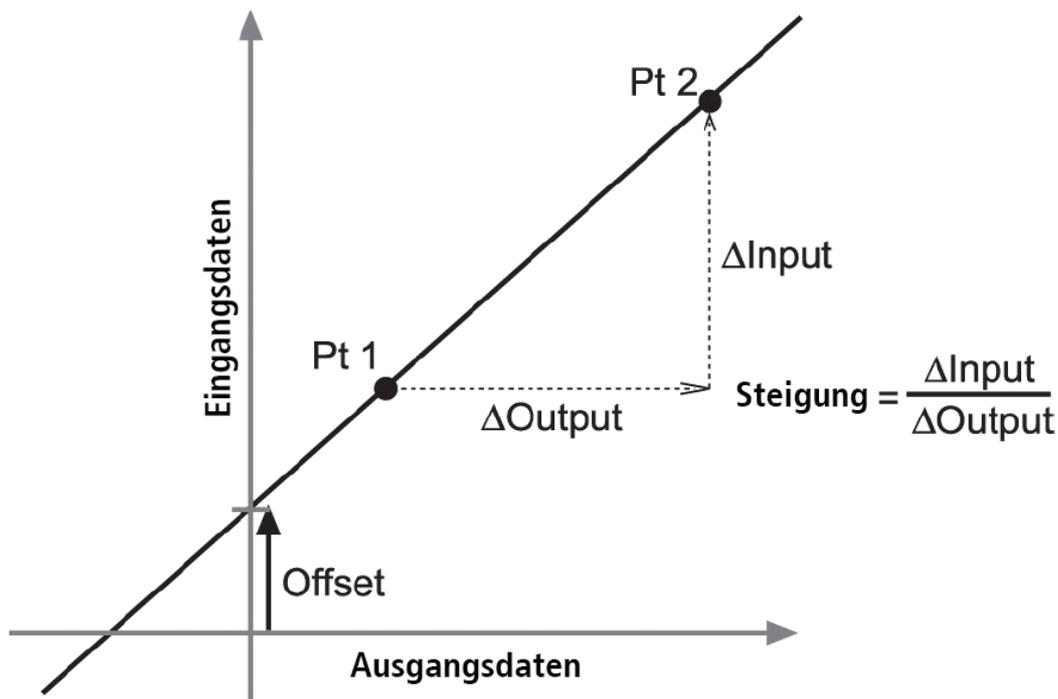
Ausgangsdaten. Die lineare Funktion hat die Form:

$$\text{Roh-Messwert} = \text{Steigung} \times \text{Kalibrierter Wert} + \text{Offset}$$

oder

$$\text{Kalibrierter Wert} = (\text{Roh-Messwert} - \text{Offset}) / \text{Steigung}$$

Die Funktion kann grafisch als Gerade dargestellt werden.



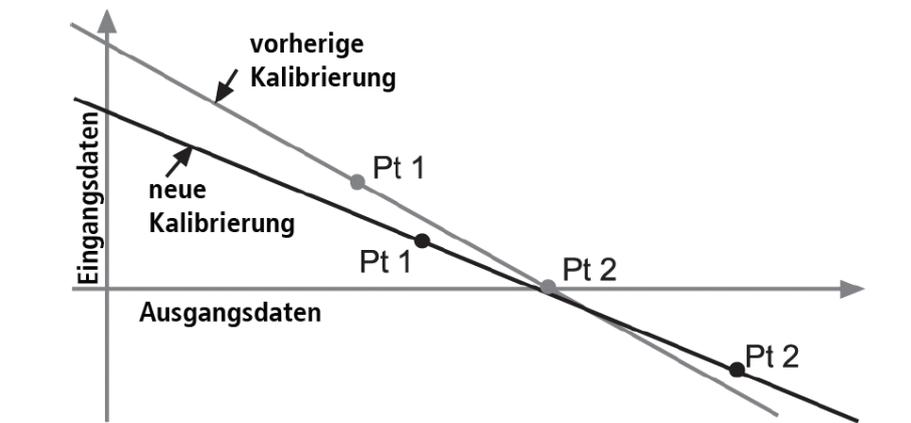
Zwei Punkte, Pt 1 und Pt 2, definieren die Linie. Bei der Zwei-Punkt-Kalibrierung wird jeder Punkt definiert, indem ein bekannter Standardwert (z. B. die Temperatur des Eiswassers) mit einer Eingangsmessung verknüpft wird, die der Sensor ausgibt, wenn er sich in diesem Standard befindet. Bei einer Einpunkt-Kalibrierung wird nur einer der Punkte vom Anwender fest gelegt.

## Typen der Kalibrierung

Es gibt drei Arten der Kalibrierung: Zweipunktkalibrierung, Einpunktkalibrierung unter Berücksichtigung der Steigung und Einpunktkalibrierung mit Versatz. Jede dieser Kalibrierungen kann an einem einzelnen Sensor oder gleichzeitig an mehreren ähnlichen Sensoren durchgeführt werden; für jeden Sensor wählt die Software jedoch automatisch den typischsten Kalibriertyp als Standardeinstellung.

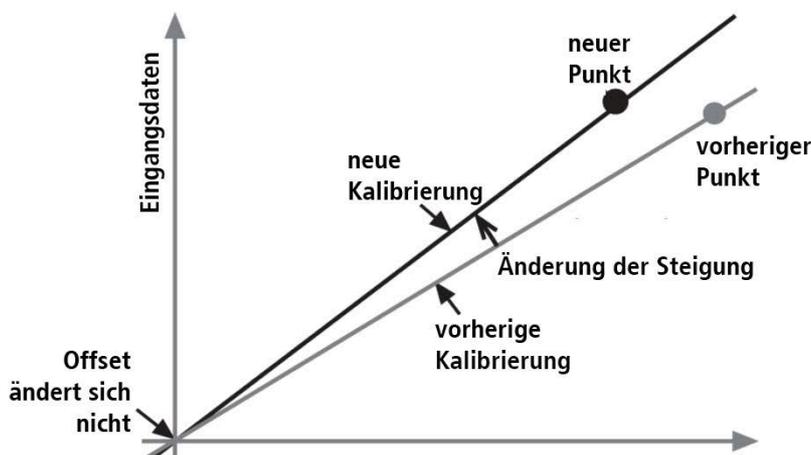
### Die Zweipunkt-Kalibrierung

Bei einer Zweipunkt-Kalibrierung setzen Sie zwei Punkte zurück, um eine neue Linie zu definieren. Diese Art der Kalibrierung wirkt sich sowohl auf die Steigung als auch auf den Offset aus.



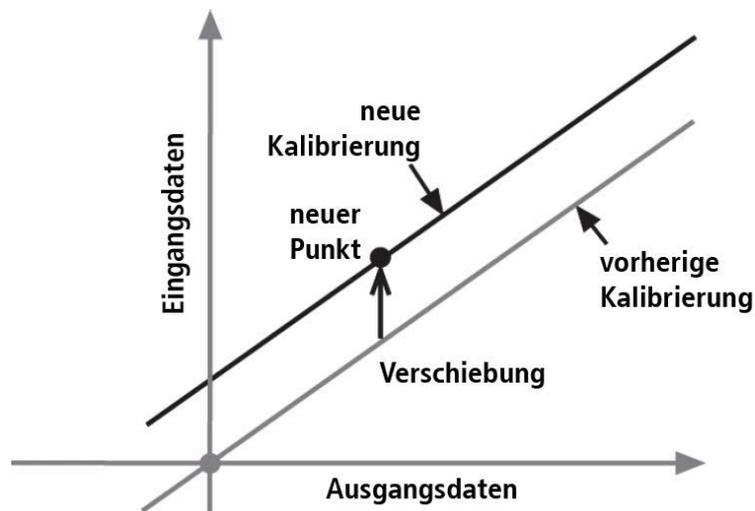
### Die Einpunkt-Kalibrierung (Steigungsmethode)

Bei einer Einpunkt-kalibrierung (Steigungsmethode) setzen Sie nur einen Punkt zurück. Die Steigung der Geraden ändert sich so, dass die Linie den neuen Punkt schneidet, während sich der Offset (oder Y-Achsen-Abschnitt) nicht ändert.



### Die Einpunkt-Kalibrierung (Offset-Methode)

Bei einer Einpunkt-Kalibrierung (Offset-Methode) setzen Sie nur einen Punkt zurück. Die Gerade verschiebt sich so, dass sie den neuen Punkt schneidet, aber ihre Neigung ändert sich nicht.



Diese Methode der Einpunktkalibrierung wird normalerweise verwendet, um einen Sensor mit einem anderen Sensor in Übereinstimmung zu bringen. Aufgrund normaler Schwankungen zwischen den Sonden können die Messwerte einer zweiten Sonde durchweg höher als die erste Sonde sein. Normalerweise wäre dieser Unterschied unbedeutend; allerdings kann eine Offset-Kalibrierung verwendet werden, um die Sensoren vom Messwert anzugleichen.

#### Hinweis:

Die tatsächliche Ausstattung des Versuchssets kann von der Abbildung in dieser Dokumentation leicht abweichen, da unsere Geräte ständig weiterentwickelt werden.

# Smart Lichtschranke

Bestellnummer 119.4005

## Im Lieferumfang enthalten

- Smart Lichtschranke
- Micro USB Kabel (1 Meter)

**Zusätzlich erforderlich:** Software SPARKvue oder Capstone von PASCO

## Schnellstart für Smartphones

### Kostenlose App für Android und iOS



Zur iOS-App

Scannen Sie den QR-Code ein und Sie gelangen direkt zur kostenlosen App „SPARKvue“ in Ihrem AppStore. Sie installieren die App auf Ihrem Endgerät (Tablet / Smartphone mit iOS oder Android).



Zur Android-App

Für Windows PC und Mac finden Sie eine kostenpflichtige Variante unter >><https://www.conatex.com/catalog/sku-1104020>.

### Einschalten



Sie schalten Ihren Sensor auf der Vorderseite ein und starten die SPARKvue App. Auf dem Startbildschirm wählen Sie in der Mitte den Punkt „Messwerte“.

### Verbinden

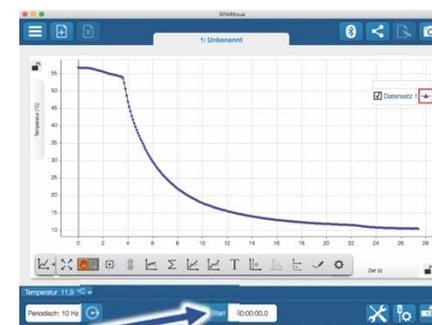


Sensorauswahl

Darstellung

Sie kommen zur Sensor-Konfiguration. In der linken Spalte wählen Sie Ihren Sensor aus. Danach können Sie rechts die Darstellung der Messwerte aussuchen.

### Messen & Auswerten

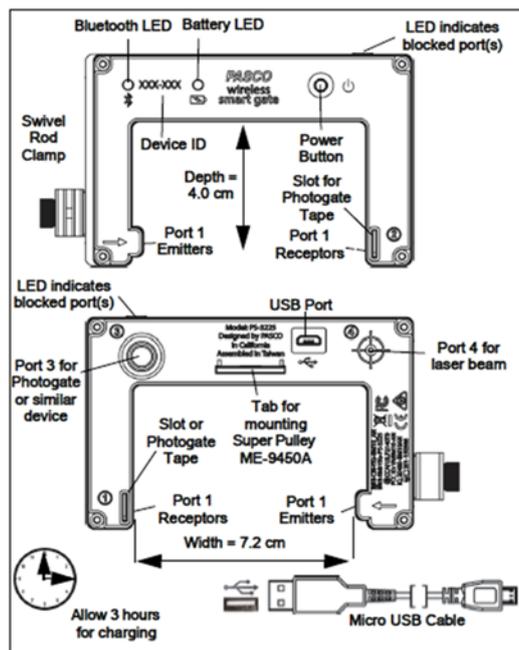


Messung starten & beenden

Um eine Messung zu starten klicken Sie auf den grünen Knopf mittig unten in der Leiste. Die Messung beendet Sie in dem Sie wieder auf das nun rote Quadrat drücken.



Mit folgendem QR-Code gelangen Sie direkt zu unserer kostenlosen Video-Anleitung. Diese finden Sie in unserem Webshop auch bei der Lizenz von SPARKvue unter >><http://www.conatex.com/q1104020>. Dort finden Sie auch Betriebsanleitungen zum kostenlosen Download.



## Zweck und bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die Smart Lichtschranke integriert zwei Lichtschranken im Abstand von 1,5 cm und hat einen Stereo-Klinkenanschluß für eine dritte Lichtschranke oder die Aufprallplatte. Ein zusätzlicher Laserdektor erlaubt den Aufbau einer Lichtschranke mit einer externen Lichtquelle.

Der Sensor lässt sich drahtlos über Bluetooth oder über USB-Kabel (im Lieferumfang enthalten) an Smartphones, Tablets und Computer anschließen.

## Handhabung

Auf der Oberseite der Lichtschranke befindet sich eine mehrfarbige LED-Anzeige, die den Zustand der Ports anzeigt. Sie ist aus, wenn alle Lichtschranken geschlossen sind, wenn kein Port blockiert ist. Blockierte Ports werden mit unterschiedlichen Farben signalisiert:

1: Orange - 2 Grün - 1+2 Rot - 3 (außerhalb) Rot

### Messungen über größere Distanz als 1,5 cm.

Zwei oder mehr Smart Lichtschranken in einem Experiment funktionieren nur zuverlässig, wenn sie mit mindestens einer halben Sekunde Versatz ausgelöst werden.

Für schnellere Experimente, die zwei getrennte Lichtschranken erfordern empfiehlt sich der Anschluss einer Gabellichtschranke mit Klinkenstecker an Port 3.

### Auswahl der Messmethode

Nachdem Sie die Smart Lichtschranke mit SPARKvue verbunden haben, stehen zahlreiche vorkonfigurierte Messmethoden zu Verfügung. Sie erreichen die Auswahl über das Zahlsymbol ganz rechts in der Sensorliste hinter „Smart Gate“.

Bei einigen Messungen sind im Vorhinein Parameter aus Ihrem Versuchsaufbau einzugeben.

### Messungen mit der Umlenkrolle (Speichenrad)

Die Umlenkrolle (Speichenrad) lässt sich mit einer 1/4" Schraube (Stativgewinde) an der vorgesehenen Halterung der Lichtschranke zentral befestigen.

Bei der PASCO Umlenkrolle beträgt der Umfang 15 cm bei Messungen mit einer Schnur in der Führungsrinne und 16 cm wenn das Rad über die äußere Kante angetrieben wird.

Der Winkel zwischen den Speichen beträgt 36°.

Messmethode	Parameter	Meßgrößen	Einheit
unkonfiguriert lassen Smart Gate-Schaltuhr	Es wird keine Lichtschranke aktiviert. Sie machen das später	Betrag der Geschwindigkeit zwischen den beiden internen Lichtschranken	m/s
Lichtschranke und Pendel	Pendellänge	Periode Geschwindigkeit im Durchgang	s m/s
Lichtschranke und Strichblende	Gitterabstand der Strichblende	Position Geschwindigkeit Beschleunigung	m m/s m/s <sup>2</sup>
Speichenrad (linear)	Umfang der Umlenkrolle	Position Geschwindigkeit Beschleunigung	m m/s m/s <sup>2</sup>
Speichenrad (Drehbewegung)	Winkel zwischen zwei Speichen	Winkelposition Winkelgeschwindigkeit Winkelbeschleunigung	° °/s °/s <sup>2</sup>
Digitaleingang		Logikzustand des Port 1	0,00 / 1,00
Lichtschranken-Zeitmessung (eine Lichtschranke)	Länge des Objektes	Zeit in der Lichtschranke Geschwindigkeit beim Passieren der Schranke	s m/s
Allgemeine Zählung	Messintervall	Anzahl der Ereignisse	
<b>Messungen mit Port 3</b>	Benötigen zusätzliches Zubehör (siehe oben)		
Flugzeit	Abstand der Lichtschranke	Anfangsgeschwindigkeit Flugzeit	m/s s
Kollisionszeitgeber	Länge des Objektes	Verschiedenene Geschwindigkeiten	m/s
Lichtschranken-Zeitmessung (zwei Lichtschranken)	Länge des Objektes Abstand der Lichtschranken	Verschiedenene Zeiten Verschiedenene Geschwindigkeiten Beschleunigung zwischen den Schranken	m m/s m/s <sup>2</sup>
Adapter für den freien Fall	Fallhöhe	Fallzeit Beschleunigung	s m/s <sup>2</sup>

## Verbinden

Klicken Sie auf das Feld „Messwerte“. Es erscheint eine Übersicht zur „Sensordaten-konfiguration“. Hier sehen Sie links die Sensoren, die schon verbunden sind, und die, die Sie noch verbinden können. Der oberste Sensor in der zweiten Liste liegt normalerweise am nächsten zu Ihrem Endgerät. Zum Abgleichen hat jeder Sensor eine Geräte-ID, damit Sie diese mit der angezeigten ID vergleichen können.

## Kalibrierung

Bei Verwendung der pH-Sonde und der ORP-Sonde ist eine Kalibrierung möglich, jedoch selten erforderlich. Ionen-selektive Sonden hingegen verlangen besondere Sorgfalt und benötigen wegen ihres Messverfahrens vor jeder Anwendung eine Kalibrierung. ISE-Sonden eignen sich nur für fortgeschrittene Anwender.

## Messen

Um eine Messung zu starten müssen Sie jetzt nur noch in der rechten Spalte eine Vorlage auswählen oder direkt in ein Schnellstart-Experiment springen. Wenn Sie danach unten auf den grünen Start-Knopf klicken erfassen Sie schon Messwerte.

## Data-Logger

Der Menüpunkt „Automatische Messwerterfassung“ führt zunächst zu einer Liste aller erreichbarer Sensoren, sortiert nach Entfernung und danach, ob sie Messwerte gespeichert haben. Im folgenden Dialog wird die Abtastrate eingestellt und nach Abschluss mit „OK“ der Sensor in Bereitschaft versetzt. Die Bluetooth-LED blinkt gleichmäßig gelb. Nachdem Sie Ihren Sensor in die gewünschte Position gebracht haben, starten Sie die Automatik durch eine kurze Betätigung des Einschaltknopfes. Der Rhythmus der Bluetooth-LED wechselt nach Gelb-Rot -Pause. Die automatische Messung endet mit dem Ausschalten des Sensors und durch die erneute Verbindung mit der Software.

Eine Video-Anleitung dazu finden Sie unter >><https://www.youtube.com/watch?v=1lin5ToaxK0>. Die Daten können Sie auf dem gleichen Weg von Sensor herunterladen, indem Sie statt diesen vorzubereiten einfach im Bereich „Sensor mit Messwerten“ auswählen und die Daten herunterladen und sich anzeigen lassen.



## LED-Informationen

Die Leuchtanzeigen für Bluetooth und den Batteriestatus haben folgende Bedeutungen:

Bluetooth-LED	Status
Rot blinkend	Bereit
Grün blinkend	Verbunden
Gelb blinkend	Erfassung läuft Oder Automatik bereit
Gelb-Rot funkelnd	Automat. Erfassung läuft
AUS	Datenerfassung über USB

Akkuanzeige	Status
Rot blinkend	Schwache Akkuladung
Gelb dauernd	Aufladen
Grün dauernd	Vollständig geladen

Entweder überträgt der Sensor laufend Messwerte an ein gekoppeltes Gerät oder er speichert sie intern. Gespeicherte Messreihen können bei der nächsten Verbindung mit PASCO Software ausgelesen werden. Die unabhängige Messwerterfassung empfiehlt sich besonders für Langzeitexperimente.

## Technische Spezifikationen

Anstiegs- und Abfallzeit	Symmetrisch auf allen vier Ports
Infrarot-Lichtquellen	940 nm
Minimale Dauer der Blockierung für Port 1 und Port 2	1,5 ms

## Fehlerbehebung

Versuchen Sie eine abgerissene Bluetooth-Verbindung wiederherzustellen, indem Sie die EIN/AUS-Taste des Sensors gedrückt halten, bis die Status-LEDs nacheinander blinken. Schalten Sie danach den Sensor normal ein. Wenn der Sensor keine Verbindung mehr mit der Software hat, starten Sie bitte zuerst die Software neu. Danach erst verfahren Sie nach dem oben beschriebenen Weg. Versuchen Sie Bluetooth bei Ihrem Endgerät aus und wieder einzuschalten.

## Lagerung und Pflege

Lagern Sie den Sensor an einem kühlen, trockenen Ort. Schützen Sie die den Sensor vor Staub, Feuchtigkeit und Dämpfen. Reinigen Sie das Gerät mit einem leicht feuchten, fusselreifen Tuch. Scharfe Reinigungsmittel oder Lösungsmittel sind ungeeignet.

## Sicherheitshinweise

- Vor Inbetriebnahme des Gerätes ist die Bedienungsanleitung sorgfältig und vollständig zu lesen. Sie schützen sich und vermeiden Schäden an Ihrem Gerät.
- Verwenden Sie das Gerät nur für den vorgesehenen Zweck.
- Das Gerät nicht öffnen.

## Entsorgungshinweise

### Elektro-Altgeräte Entsorgung



Es obliegt Ihrer Verantwortung, Ihr elektronisches Gerät gemäß den örtlichen Umweltgesetzen und -vorschriften zu recyceln, um sicherzustellen, dass es auf eine Weise recycelt wird, die die menschliche Gesundheit und die Umwelt schützt. Um zu erfahren, wo Sie Ihre Altgeräte zum Recycling abgeben können, wenden Sie sich bitte an Ihren örtlichen Abfallentsorgungsdienst oder an den Ort, an dem Sie das Produkt gekauft haben. Das WEEE-Symbol der Europäischen Union und auf dem Produkt oder seiner Verpackung weist darauf hin, dass dieses Produkt NICHT mit dem normalen Hausmüll entsorgt werden darf.

### Batterie Entsorgung



Batterien enthalten Chemikalien, die, wenn sie freigesetzt werden, die Umwelt und die menschliche Gesundheit beeinträchtigen können. Batterien sollten für das Recycling getrennt gesammelt und an einer örtlichen Entsorgungsstelle für gefährliche Stoffe unter Einhaltung der Vorschriften Ihres Landes und der örtlichen Behörden wiederverwertet werden. Um herauszufinden, wo Sie Ihre Altbatterie zum Recycling abgeben können, wenden Sie sich bitte an Ihren örtlichen Abfallentsorgungsdienst oder an den Produktvertreter. Die in diesem Produkt verwendete Batterie ist mit den internationalen Symbolen gekennzeichnet, um die Notwendigkeit der getrennten Sammlung und des Recyclings von Batterien anzuzeigen.

## Technische Unterstützung

Für weitere technische Unterstützung wenden Sie sich an:

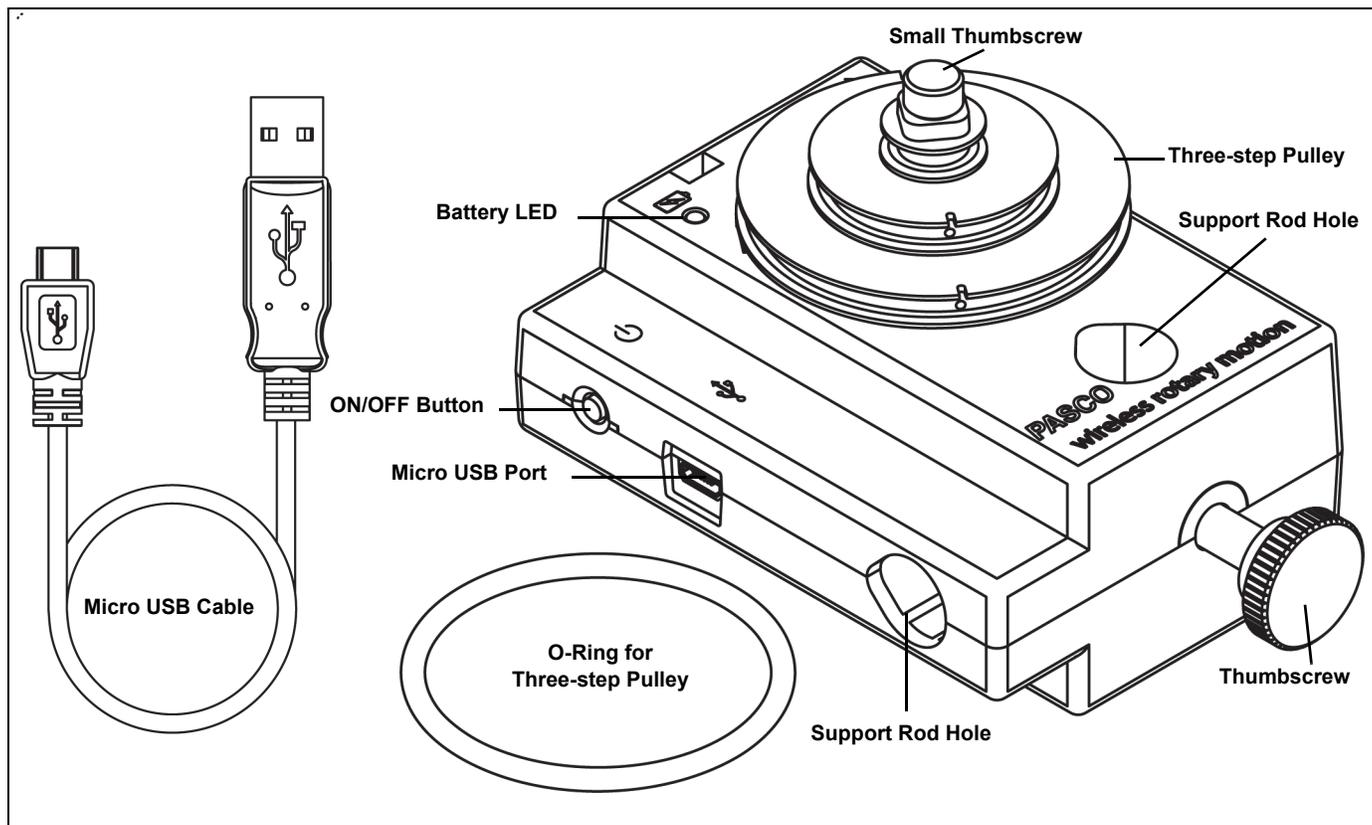
CONATEX DIDACTIC Lehrmittel GmbH  
Zinzinger Straße 11  
66117 Saarbrücken - Deutschland

**Hotline Digital-Team:** +49 (0)6849 – 99 296-54  
**Kundenservice (kostenfrei):** 00800 0266 2839 oder +49 (0) 6849 – 99 296-0

Internet: <https://www.conatex.com>  
Email: [digital-team@conatex.com](mailto:digital-team@conatex.com)

## Wireless Rotary Motion Sensor

PS-3220



Equipment Included	Equipment Included
Wireless Rotary Motion Sensor	Three-step Pulley
O-ring	Small Thumbscrew
Micro USB Cable (1 meter)	Thumbscrew

Required Item*	Part Number
PASCO Data Collection Software: Capstone or SPARKvue	see <a href="http://www.pasco.com">www.pasco.com</a>

\*See the PASCO catalog or the PASCO web site for more information.

[www.pasco.com](http://www.pasco.com)

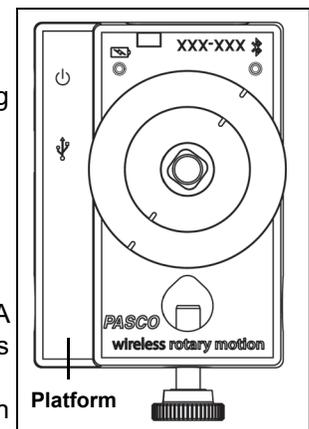
For downloadable experiments, go to [www.pasco.com](http://www.pasco.com) and enter PS-3220 in the Search window. Check under Resources.

Equipment used with the sensor	Equipment used with the sensor
Rotational Inertia Accessory Kit (ME-3420) (includes Ring and Disk Set (ME-3419), Pendulum Accessory (ME-8969), and Super Pulley with Clamp (ME-9444B))	
Physical Pendulum Set (ME-9633)	Track String Adapter (ME-6569)
Rotating Platform (ME-8951)	Centripetal Force Pendulum (ME-9821)
Gyroscope Mounting Bracket (ME-8963)	Polarization Analyzer (OS-8533A)
Dynamics Track Mount Accessory (CI-6692)	Three-Axis Gyroscope (ME-8960)
Three-Step Pulley Accessory (CI-6693)	

## Introduction

The PASCO Wireless Rotary Motion Sensor is a versatile position and motion measuring device. It measures angles to a resolution of  $0.18^\circ$ , and detects the direction of motion. Markings on the outside of the case indicate which is the default positive direction. The maximum speed is between 20 and 80 revolutions per second.

The sensor comes with a removable three-step pulley (10 millimeter (mm), 29 mm, and 48 mm diameters), and a rubber “O”-ring that fits into the largest diameter step. The three-step pulley can be placed large-diameter down or large-diameter up on the shaft. A tab on the inside of the pulley matches a notch on the outside of the shaft. The pulley has a notch and a small hole in the outer edge of the largest and second largest steps for attaching a string. One side of the sensor has a platform for mounting a Super Pulley with Table Clamp (optional).



## Using the Sensor

The sensor is designed to work with PASCO data collection software to measure position, velocity, and acceleration. Use it to study optics, dynamics, centripetal force, or motion of a pendulum.

## Data Collection Software

### PASCO Capstone



- Mac OS X
- Windows

### SPARKvue



- Mac OS X
- Windows
- iOS
- Android
- Chromebook

See the PASCO web site at

[www.pasco.com/software](http://www.pasco.com/software)

for help in selecting the right PASCO software and to check for the latest versions.

## Software Help

See the SPARKvue Help or PASCO Capstone Help for information about collecting, displaying, and analyzing data.

- In SPARKvue, select the HELP button (  ) in any screen including the Home Screen.
- In PASCO Capstone, select **PASCO Capstone Help** from the **Help** menu, or press **F1**.

## Bluetooth<sup>®</sup> Compatibility

For more information about wireless compatibility, see the PASCO website at:

[www.pasco.com/compatibility](http://www.pasco.com/compatibility)

Platform	Bluetooth SMART Compatibility
iOS	iPad 3 and later iPhone 4S and later iPod touch 5 and later
SPARK LX / LXi	All models
Android	Android 4.4 and later
Chromebook	Chrome OS (requires PS-3500 Adapter*)
Mac OS X	Models introduced July 2011 or later*
Windows	Windows 7 and later (requires PS-3500 Adapter*)

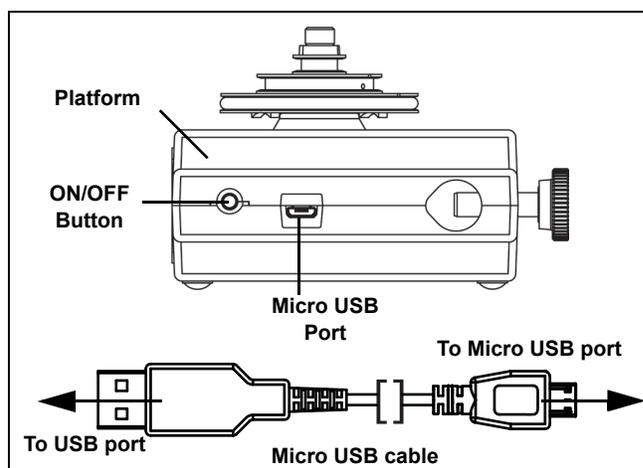
See Appendix B for more information about the PS-3500 Adapter and Mac OS X models.

## Initial Step: Charge the Battery

- **Connect the Cable:** Use the Micro USB Cable to connect the micro USB port on the side of the sensor to a USB **port** or USB **charger** such as the PASCO PS-2575 USB Single Port Charger. Charging begins automatically. The charger circuit inside the sensor turns itself off when the unit is fully charged. The battery status LED will shine yellow as the battery is charging, and will shine green when the battery is charged. The battery is partially charged at the factory. Initial charging time may be three hours or longer depending on the power source and the condition of the battery.

## ON/OFF Information

To turn the sensor on, press the ON button. The status LEDs will blink. To turn the sensor off, press and **hold** the ON button for a moment until the status LEDs stop blinking. The sensor puts itself to sleep after one hour of inactivity if connected, and after several minutes if not connected.



## LED Information

The Bluetooth and the Battery Status LEDs operate as follows:

### For a wireless Bluetooth connection:

Bluetooth LED	Status
Red blink	Ready to pair
Green blink	Connected
Yellow blink	Logging*

Battery LED	Status
Red blink	Low power

### For a micro USB cable connection to a USB port:

Bluetooth LED	Status
OFF	--
OFF	--
Yellow blink	Logging*

Battery LED	Status
Yellow ON	Charging
Green ON	Charged

### For a micro USB cable connection to a USB charger:

Bluetooth LED	Status
Red blink	Ready to pair
Green blink	Connected
Yellow blink	Logging*

Battery LED	Status
Yellow ON	Charging
Green ON	Charged

\***Logging:** PASCO wireless sensors can either stream live data to a compatible device or log data (save it to the sensor's memory). The data can then be uploaded to the device for display and analysis at a later time. Logging capability supports long-term or remote data collection while not connected to the device.

Note: The latest versions of SPARKvue and PASCO Capstone support logging. Check the PASCO Web page at:

[www.pasco.com/software](http://www.pasco.com/software)

for the latest software version.

## Set Up the Software

### SPARKvue

#### Connecting the Sensor to a Tablet or a Computer via Bluetooth

- For SPARKvue, select the Bluetooth icon. In the **Wireless Devices** list. The sensors are ordered by proximity to the device. Select the correct address that matches the Device ID XXX-XXX number found on the sensor. Select **Done**.

#### Connecting the Sensor to a Computer with the Micro USB Cable

- Connect the micro end of the included Micro USB Cable into the micro USB port on the side of the sensor. Connect the other end of the Micro USB Cable to a USB port on the computer, or into a powered USB hub connected to the computer.
- In the SPARKvue Home Screen, select a measurement from the list under the sensor's name. A graph of the measurement versus time opens.

### Collecting Data

- Select the Start button to begin collecting data.

## PASCO Capstone

### Connecting the Sensor to a Tablet or a Computer via Bluetooth

- For PASCO Capstone, select **Hardware Setup** in the Tools palette. In **Hardware Setup** the sensors are ordered by proximity to the device. Select the address that matches the Device ID XXX-XXX number on the sensor.

Select a display in the main window or from the **Display** palette. In the display, use the **<Select Measurement>** menu to pick a measurement to be shown.

### Connecting the Sensor to a Computer with the Micro USB Cable

- Connect the micro end of the included Micro USB Cable into the micro USB port on the end of the sensor. Connect the other end of the Micro USB Cable to a USB port on the computer, or into a powered USB hub connected to the computer.
- In PASCO Capstone, select a display in the main window or from the **Displays** palette. In the display, use the **<Select Measurement>** menus to pick the measurement to be shown.

### Collecting Data

- Select **Record** to begin recording data.

### Troubleshooting the Sensor

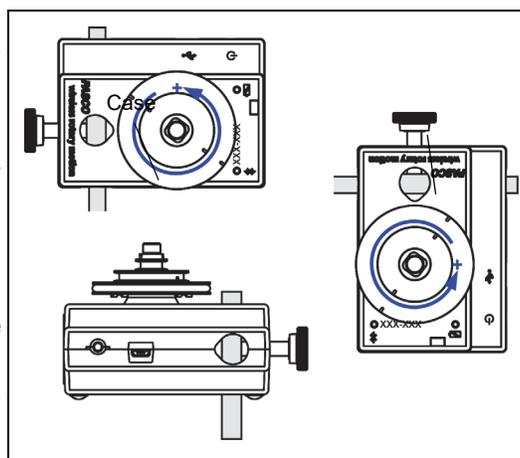
- If the sensor loses Bluetooth connection and will not reconnect, try cycling the ON button. Press and briefly **hold** the button until the status LEDs blink in sequence, and then release the button. Start the sensor in the usual way.
- If the sensor stops communicating with the computer software or tablet application, try restarting the software or application. If the problem remains, press and **hold** the ON button for 10 seconds and then release. Start the sensor in the usual way.
- Turn Bluetooth off and then back on. Retry.

## Mounting the Wireless Rotary Motion Sensor

The sensor case has two support rod holes that fit rods up to 12.7 mm in diameter, such as the ME-8736 45 cm Stainless Steel Rod, and the case can be put on the support rod using either of the support rod holes.

It is possible to mount the Wireless Rotary Motion Sensor horizontally on a support rod with the Three-step Pulley facing up or facing sideways. You can mount the sensor vertically with the pulley facing forward.

When mounted on a track as shown, a Rotary Motion Sensor could be used to measure the motion of a PASCO Cart as it is pulled by a string suspended over the Three-step Pulley of the sensor and attached to a hanging mass.



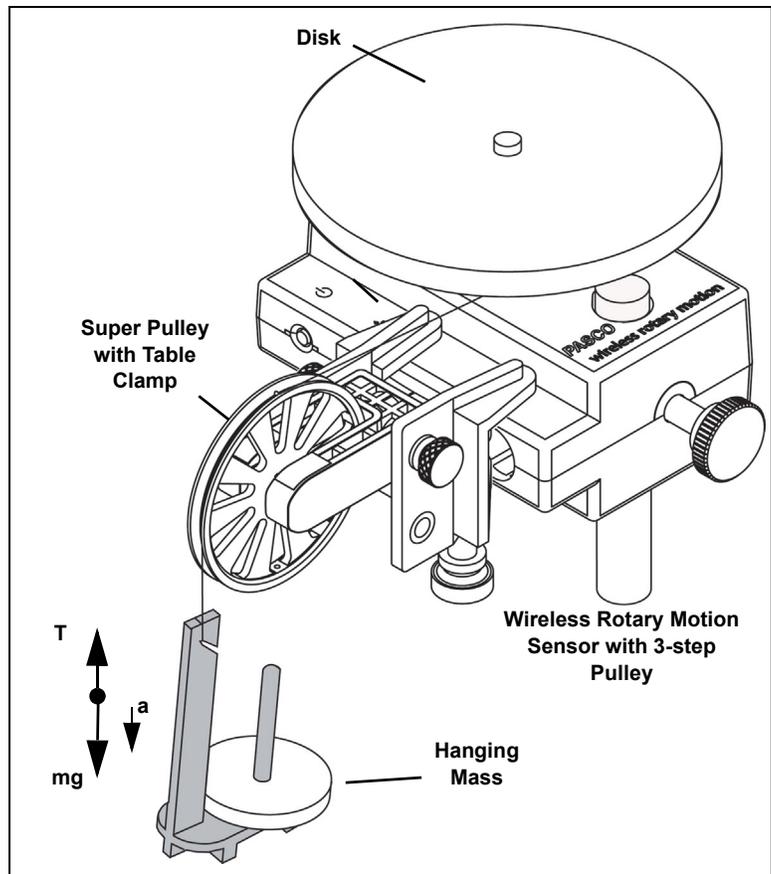
## Attaching Accessories to the Wireless Rotary Motion Sensor

### Using the Disk from the Disk and Ring Set (ME-3419)

For rotational inertia experiments, mount the Wireless Rotary Motion Sensor with the Disk horizontal. The underside of the Disk has a square shaped indent that fits the square-shaped top of the 3-Step Pulley. Mount a Super Pulley with Clamp (ME-9448B) on the platform at the side of the sensor. To provide a known torque, wrap a string around one of the steps of the 3-step Pulley. Arrange the end of the string over the Super Pulley and attach a hanging mass.

Adjust the Super Pulley on the platform so that the string is tangent to the step on the 3-step Pulley on the sensor.

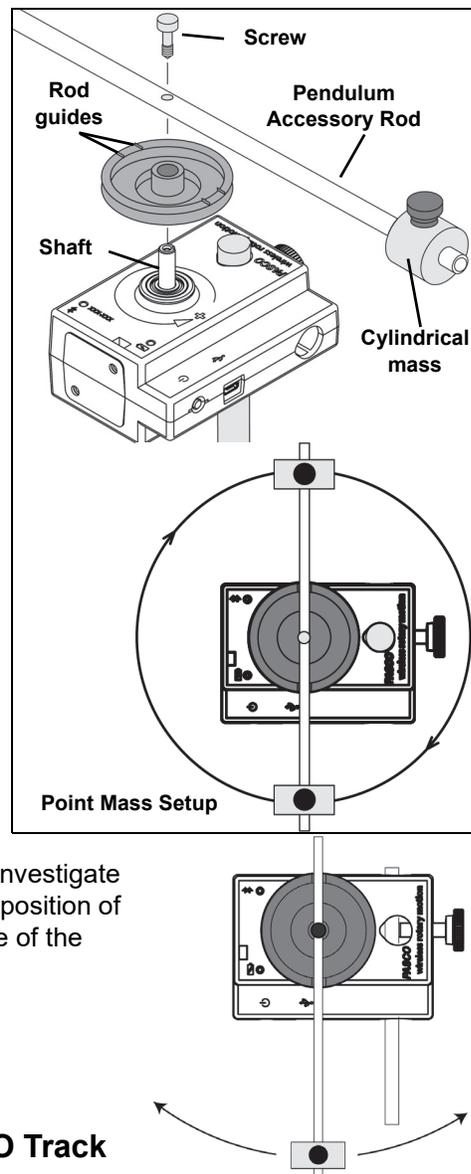
Perform a conservation of angular momentum experiment by dropping a second Disk onto the first Disk as it is rotating. Alternately, attach one of the Ring Alignment Devices to the first Disk and then drop the Ring onto the first disk. (See the suggested experiments.)



### Attaching the Pendulum Accessory Rod (part of ME-8969 Pendulum Accessory) to the Wireless Rotary Motion Sensor

To mount the rod of the Pendulum Accessory to the Wireless Rotary Motion Sensor, orient the 3-step Pulley so that the large diameter step is away from the sensor case. The large diameter step has two pair of rod guides opposite each other on the top edge. Align the rod with the rod guides and use the captive screw in the center of the rod to attach the rod and pulley onto the sensor's shaft.

**Point Mass Setup** Attach the center of the rod to the 3-step Pulley and shaft and mount the cylindrical masses at the ends of the rod to investigate the rotational inertia (moment of inertia) of point masses.



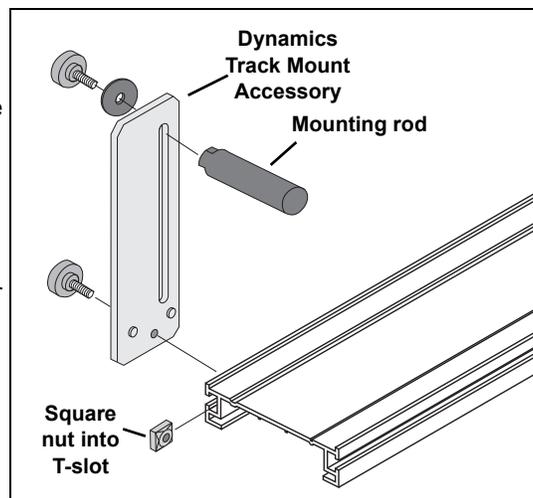
**Pendulum Setup** Attach the end of the rod to the 3-step Pulley and shaft. Mount a cylindrical mass on the rod to use the rod as a pendulum. Investigate the period of oscillation of the pendulum when the amount of mass or the position of the mass is changed. Investigate the period of oscillation as the amplitude of the swing is changed.

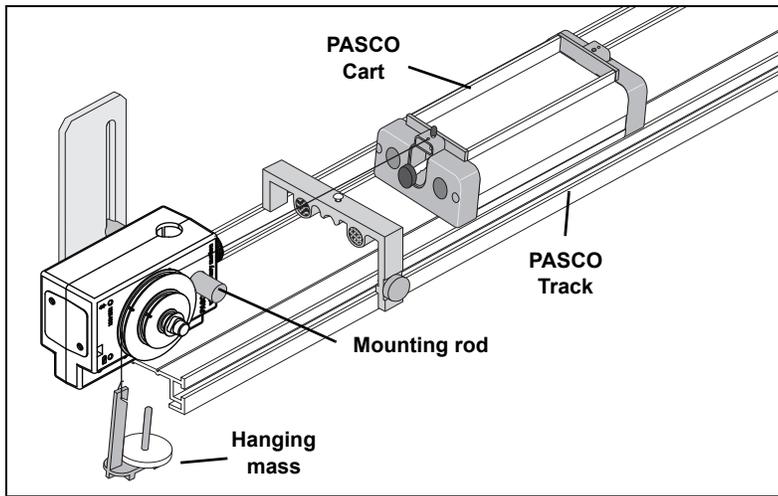
### Mounting the Wireless Rotary Motion Sensor on a PASCO Track

The sensor can also be mounted on the short rod that is part of the Dynamics Track Mount Accessory (CI-6692).

Slide the square nut of the Dynamics Track Mount Accessory into the T-slot on the side of the track. Adjust the position of the mounting rod on the Dynamics Track Mount Accessory.

When mounted on the track as shown, the Wireless Rotary Motion Sensor could be used to measure the motion of a PASCO Cart as it is pulled by a string suspended over the Three-step Pulley of sensor and attached to a mass hanger.



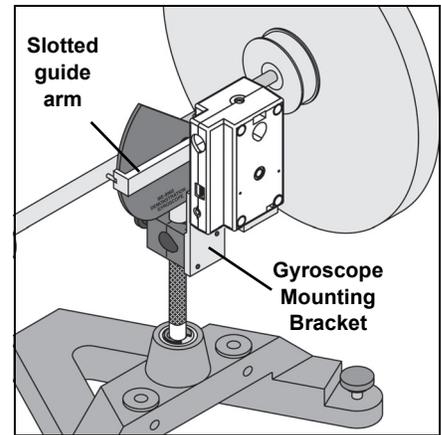


See the PASCO web site at [www.pasco.com](http://www.pasco.com) for more information.

### Mounting the Wireless Rotary Motion Sensor to a Gyroscope

Use the Gyroscope Mounting Bracket (ME-8963, available separately) to mount the Wireless Rotary Motion Sensor to the Three-Axis Gyroscope (ME-8960). Remove the gyroscope assembly from the vertical shaft of the large “A” base. Mount the Gyroscope Mounting Bracket onto the vertical shaft. Remove the three-step pulley from the Wireless Rotary Motion Sensor, and mount the sensor on the Gyroscope Mounting Bracket with the thumbscrews included with the bracket. Mount the slotted guide arm onto the shaft of the Wireless Rotary Motion Sensor. Replace the gyroscope assembly on the vertical shaft.

See the PASCO web site at [www.pasco.com](http://www.pasco.com) for more information.



## Experiments

Experiments for the Wireless Rotary Motion Sensor in electronic format are available to download from the PASCO web site.

[www.pasco.com](http://www.pasco.com)

Go to the web site, enter PS-3220 in the Search window, and check under Resources.

Three suggested experiments are:

- Rotational Inertia of a Point Mass
- Rotational Inertia of Disk and Ring
- Conservation of Angular Momentum.

### Specifications

Item:	Value
Three-step Pulley	10, 29 and 48 mm diameter
Sensor Dimensions	9 cm by 6.5 cm by 4 cm, 6.35 mm diameter shaft
Resolution	$\pm 0.09^\circ$ or 0.0078 mm 0.02 mm (linear) and $0.09^\circ$ (angular) at 2,000 points per revolution

<b>Item:</b>	<b>Value</b>
<b>Rotational Resolution</b>	0.00157 radian
<b>Maximum Rotation Rate</b>	30 rotations per second
<b>Optical Encoder</b>	Bidirectional, indicates direction of motion, 4,000 divisions/rotation

## Technical Support

For assistance with any PASCO product, contact PASCO at:

Address: PASCO scientific 10101 Foothills Blvd. Roseville, CA 95747-7100	Web: <a href="http://www.pasco.com">www.pasco.com</a>
Phone: +1 916-462-8384 (worldwide) 877-373-0300 (U.S.)	Email <a href="mailto:support@pasco.com">support@pasco.com</a>

Check the PASCO website for the latest version of the instruction manual.

[www.pasco.com/manuals](http://www.pasco.com/manuals)

**Limited Warranty** For a description of the product warranty, see the PASCO catalog. **Copyright** The PASCO scientific *Instruction Manual* is copyrighted with all rights reserved. Permission is granted to non-profit educational institutions for reproduction of any part of this manual, providing the reproductions are used only in their laboratories and classrooms, and are not sold for profit. Reproduction under any other circumstances, without the written consent of PASCO scientific, is prohibited. Rev: 11/18. **Trademarks** PASCO, PASCO Capstone, and SPARKvue are trademarks or registered trademarks of PASCO scientific, in the United States and/or in other countries. For more information visit

[www.pasco.com/legal](http://www.pasco.com/legal).

### Product End of Life Disposal Instructions:

This electronic product is subject to disposal and recycling regulations that vary by country and region. It is your responsibility to recycle your electronic equipment per your local environmental laws and regulations to ensure that it will be recycled in a manner that protects human health and the environment. To find out where you can drop off your waste equipment for recycling, please contact your local waste recycle/disposal service, or the place where you purchased the product.

The European Union WEEE (Waste Electronic and Electrical Equipment) symbol (to the right) and on the product or its packaging indicates that this product **must not** be disposed of in a standard waste container.



## Appendix A: Bluetooth<sup>®</sup> SMART Compatibility

Check the PASCO Web page at

[www.pasco.com/compatibility](http://www.pasco.com/compatibility)

for the latest information on Bluetooth SMART compatibility.

Platform	Bluetooth SMART Compatibility
iOS	iPad 3 and later iPhone 4S and later iPod touch 5 and later
SPARK Element	All models
Android	Android 4.3 and later
Chromebook	Chrome OS (requires PS-3500 Adapter*)
Mac OS X <sup>1</sup>	Models introduced July 2011 or later
Windows 7 and 8	Requires PS-3500 Adapter*
Windows 10	Bluetooth SMART compatible

\*The PS-3500 USB Bluetooth 4.0 Adapter, when connected to a USB port, allows up to three Bluetooth SMART devices, such as this PASCO wireless device, to connect to Windows computers, Chromebooks, and older Macintosh computers.

Note: The PS-3500 USB Bluetooth 4.0 Adapter is the only adapter we can currently recommend. Many other Bluetooth 4.0 adapters are available but this adapter has a specific design that enables in-app pairing of Bluetooth SMART sensors.



<sup>1</sup>To check the Mac computer's Bluetooth compatibility, do the following:

- Click the  (Apple) Menu.
- Select *About This Mac*
- Click the *More Info...* button.
- Click the *System Report...* button.
- Select *Bluetooth* from the sidebar on the left, underneath *Hardware*.
- Scan down the list of information until you find "LMP Version".
- If your Mac is equipped with Bluetooth SMART, the LMP Version will show **0x6**. (Anything lower than **0x6** means an older version of Bluetooth. Your device will need the PS-3500 USB Bluetooth 4.0 Adapter.)

<sup>1</sup>The Mac Mini and MacBook Air were updated with Bluetooth SMART support in 2011. The MacBook Pro was updated in 2012. The Mac Pro that debuted in December 2013 has Bluetooth SMART support.

**Exception:** Before you upgrade to El Capitan (Mac OS X 10.11.x), if you have a Macintosh with LMP version "0x4" that requires the PS-3500 USB Bluetooth 4.0 Adapter, please contact PASCO Technical Support for further instructions.



## Experiment 1: Rotational Inertia of a Point Mass

### Equipment Required\*

Wireless Rotary Motion Sensor (PS-3220)  
 PASCO Data Collection Software  
 Rotational Inertia Accessory Kit (ME-3420)  
 Calipers (SF-8711)

### Equipment Required\*

Base and Support Rod (ME-9355)  
 Mass and Hanger Set (ME-8979)1  
 Triple Beam Balance (SE-8723)  
 Paper clips (for masses <1g)

\*See the PASCO Web site at [www.pasco.com](http://www.pasco.com) for more information

### Purpose

The purpose of this experiment is to find the rotational inertia of a point mass experimentally and to verify that this value corresponds to the calculated theoretical value.

### Theory

Theoretically, the rotational inertia,  $I$ , of a point mass is given by  $I = MR^2$ , where  $M$  is the mass, and  $R$  is the distance the mass is from the axis of rotation. Since this experiment uses two masses equidistant from the center of rotation, the total rotational inertia will be

$$I_{total} = M_{total}R^2$$

where  $M_{total} = M_1 + M_2$ , the total mass of both point masses.

To find the rotational inertia experimentally, a known torque is applied to the object and the resulting angular acceleration is measured. Since  $\tau = I\alpha$ ,

$$I = \tau/\alpha$$

where  $\alpha$  is the angular acceleration, which is equal to  $a/r$  ( $a$  = linear acceleration), and  $\tau$  is the torque caused by the weight hanging from the thread that is wrapped around the 3-step Pulley.

$$\tau = rT$$

where  $r$  is the radius of the chosen pulley about which the thread is wound, and  $T$  is the tension in the thread when the apparatus is rotating.

Applying Newton's Second Law for the hanging mass,  $m$ , gives

$$\Sigma F = mg - T = ma$$

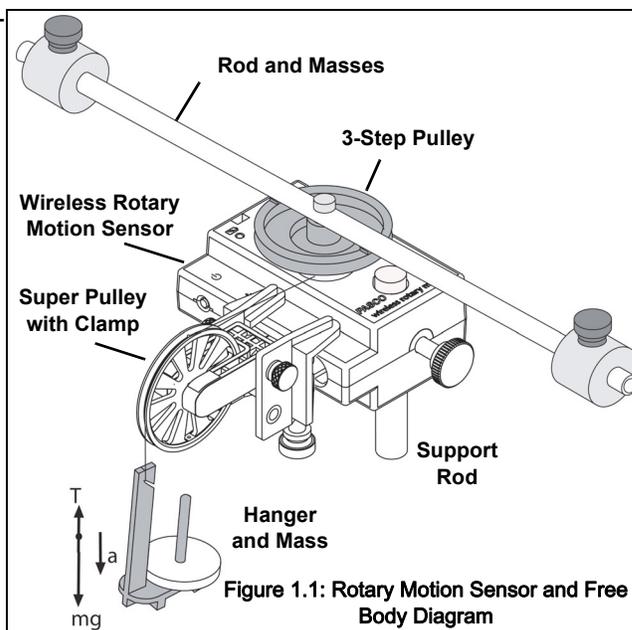
(see Figure 1.1). Solving for the tension in the thread gives:

$$T = m(g - a)$$

After the angular acceleration of the mass ( $m$ ) is measured, the torque and the linear acceleration can be obtained for the calculation of the rotational inertia.

## Equipment Setup

1. Attach a mass on each end of the rod (part of the Rotational Inertia I Accessory Kit) equidistant from the rod center. You may choose any radius you wish.
2. Tie one end of a thread to a Mass Hanger and tie the other end to one of the levels of the 3-step Pulley on the Wireless Rotary Motion Sensor (WRMS).
3. Mount the rod and masses to the pulley on the Wireless Rotary Motion Sensor. Please note the orientation of the 3-step Pulley.
4. Mount the WRMS on a support rod. Make sure that the support rod does not interfere with the rotation of the rod and masses. See Figure 1.1.
5. Mount the Super Pulley with Clamp (part of the ME-3420) on the platform of the Wireless Rotary Motion Sensor.
6. Drape the thread over the Super Pulley such that the thread is in the groove of the pulley and the Mass Hanger hangs freely (see Figure 1.1).



Note: The Super Pulley with Clamp must be adjusted at an angle, so that the thread runs in a line tangent to the point where it leaves the 3-step Pulley and straight down the middle of the groove on the clamp-on Super Pulley.

7. Adjust the Super Pulley height so that the thread is level with the 3-step pulley.

## Procedure

### Part 1: Measurements for the Theoretical Rotational Inertia

1. Weigh the two masses from the ends of the thin rod to find the total mass  $M_{total}$  and record the value in Data Table 1.
2. Measure the distance from the axis of rotation to the center of the masses and record this radius in Data Table 1.

Data Table 1: Theoretical Rotational Inertia

Total Mass	
Radius	

### Part 2: Measurement for the Experimental Method

#### A. Finding the Acceleration of the Point Masses and Apparatus

1. In the data collection software, create an experiment to measure the angular velocity (in radians per second) versus time (in seconds) of the point masses and apparatus.
  - In PASCO Capstone, for example, drag the Graph icon from the Displays palette to the workbook. Select “Angular Velocity (rad/s)” for the vertical axis, and “Time (s)” for the horizontal axis.
  - Click the Hardware Setup icon in the Tools palette to open the “Hardware Setup” panel. In the panel, click the properties button (it looks like a gear wheel in the lower right corner).

- In the Properties window for Linear Accessory, select the size of the 3-step Pulley you are using. The default setting is "Large Pulley (Groove)". Click OK.
- 2. Put a 50-g mass on the Mass Hanger and turn the 3-step Pulley to wind up the thread so the hanger is just below the Super Pulley. Hold the 3-step Pulley.
- 3. Click Record to begin recording data, and release the 3-step Pulley, allowing the hanger to fall.
- 4. Caution! Click Stop to end data recording BEFORE the hanger reaches the floor or the thread completely unwinds from the 3-step Pulley.
- 5. In the Graph display, select the region of the data that represents when the Point Masses and Apparatus were accelerating.
- 6. In the display, select "Linear" from the curve fit menu.

The slope,  $m$ , of the linear fit represents the angular acceleration ( $a$ ) for the Point Mass and Apparatus

- 7. Record the value of the slope,  $m$ , as the angular acceleration in Data Table 2.
- 8. Using calipers, measure the diameter of the pulley about which the thread is wrapped and calculate the radius. Record the radius in Data Table 2.

In the previous procedure, the apparatus is rotating and contributing to the total rotational inertia. The next step is to find the rotational inertia of the apparatus by itself so that this rotational inertia can be subtracted from the total.

**B. Finding the Acceleration of the Apparatus Alone**

1. Take the point masses off the ends of the rod.
2. Repeat the procedure from Part A for finding the angular acceleration of the apparatus alone.
  - You may need to decrease the amount of hanging mass so that the apparatus does not accelerate too fast for smooth data collection.
  - Remember that the value of the slope,  $m$ , is the angular acceleration.
3. Record the data in Data Table 2.

**Data Table 2: Experimental Rotational Inertia Data**

	Point Masses and Apparatus	Apparatus Alone
Hanging Mass		
Slope, $m$		
Radius		

**Calculations**

1. Calculate the experimental value of the rotational inertia of the point masses and apparatus together and record the calculation in Data Table 3.
2. Calculate the experimental value of the rotational inertia of the apparatus alone and record the calculation in Data Table 3.
3. Subtract the rotational inertia of the apparatus from the total rotational inertia of the point masses and apparatus together. Record this in Data Table 3 as the rotational inertia of the point masses alone.
4. Calculate the theoretical value of the rotational inertia of the point masses and record the calculation in Data Table 3.
5. Calculate the percent difference to compare the experimental value to the theoretical value, and record the percent difference in Data Table 3.

**Data Table 3: Results**

Component	Rotational Inertia
Point Masses and Apparatus Combined	
Apparatus Alone	
Point Masses (experimental value)	
Point Masses (theoretical value)	
Percent Difference	

## Experiment 2: Rotational Inertia of Disk and Ring

### Equipment Required\*

Wireless Rotary Motion Sensor (PS-3220)  
 PASCO Data Collection Software  
 Rotational Inertia Accessory Kit (ME-3420)  
 Calipers (SF-8711)

### Equipment Required\*

Base and Support Rod (ME-9355)  
 Mass and Hanger Set (ME-8979)1  
 Triple Beam Balance (SE-8723)  
 Paper clips (for masses <1g)

\*See the PASCO Web site at [www.pasco.com](http://www.pasco.com) for more information

### Purpose

The purpose of this experiment is to experimentally find the rotational inertia of a ring and a disk and verify that these values correspond to the calculated theoretical values.

### Theory

Theoretically, the rotational inertia,  $I$ , of a ring about its center of mass is given by:

$$I = \frac{1}{2}M(R_1^2 + R_2^2)$$

where  $M$  is the mass of the ring,  $R_1$  is the inner radius of the ring, and  $R_2$  is the outer radius of the ring. See Figure 2.1.

The rotational inertia of a disk about its center of mass is given by:

$$I = \frac{1}{2}MR^2$$

where  $M$  is the mass of the disk and  $R$  is the radius of the disk. See Figure 2.2. To find the rotational inertia experimentally, a known torque is applied to the object and the resulting angular acceleration is measured. Since  $\tau = I\alpha$ ,

$$I = \frac{\tau}{\alpha}$$

where  $\alpha$  is the angular acceleration, which is equal to  $a/r$  ( $a$  = acceleration), and  $\tau$  is the torque caused by the weight hanging from the thread that is wrapped about the 3-step Pulley on the Rotary Motion Sensor. The torque is given by:

$$\tau = rT$$

where  $r$  is the radius of the pulley step about which the thread is wound, and  $T$  is the tension in the thread when the apparatus is rotating.

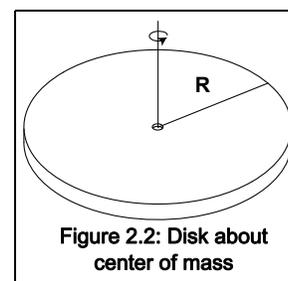
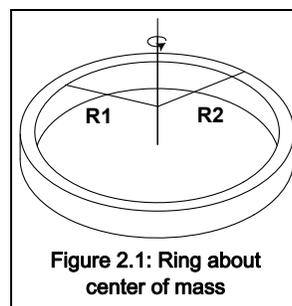
Applying Newton's Second Law for the hanging mass,  $m$ , gives:

$$\Sigma F = mg - T = ma$$

See Figure 2.3. Solving for the tension in the thread gives:

$$T = m(g - a)$$

Once the angular acceleration is measured, the radius and the linear acceleration,  $a$ , can be obtained for the calculation of the torque.



## Procedure

### Measurements for the Theoretical Rotational Inertia

1. Weigh the ring and the disk to find their masses and record these masses in Data Table 1.
2. Measure the inside and outside diameters of the ring and calculate the radii,  $R_1$  and  $R_2$ . Record in Data Table 1.
3. Measure the diameter of the disk and calculate the radius,  $R$ , and record into Data Table 1.

Data Table 1: Theoretical Rotational Inertia.

Mass of ring	
Mass of disk	
Inner radius of ring	
Outer radius of ring	
Radius of disk	

## Setup

1. Mount the Wireless Rotary Motion Sensor (WRMS) on a support rod.
2. Mount the Super Pulley with Clamp on the side of the WRMS as shown in Figure 2.3.
3. Tie one end of a thread to a Mass Hanger and the other end of the thread to one of the levels of the 3-step Pulley on the RMS.
4. Drape the thread over the Super Pulley such that the thread is in the groove of the Super Pulley and the Mass Hanger hangs freely.
5. Adjust the Super Pulley with Clamp to an angle so that the thread runs in a line tangent to the point where it leaves the 3-step Pulley and is straight down the middle of the groove on the Super Pulley.
6. Remove the thumbscrew from the 3-Step Pulley. Place the disk directly on the square-shaped top of the 3-step Pulley as shown in Figure 2.3.
7. Place one of the disk alignment guides on the disk. Replace the thumbscrew to the 3-Step Pulley so that the disk alignment guide is firmly held in place.
8. Place the thin ring on the disk alignment guide on top of the disk as shown in figure 2.3..

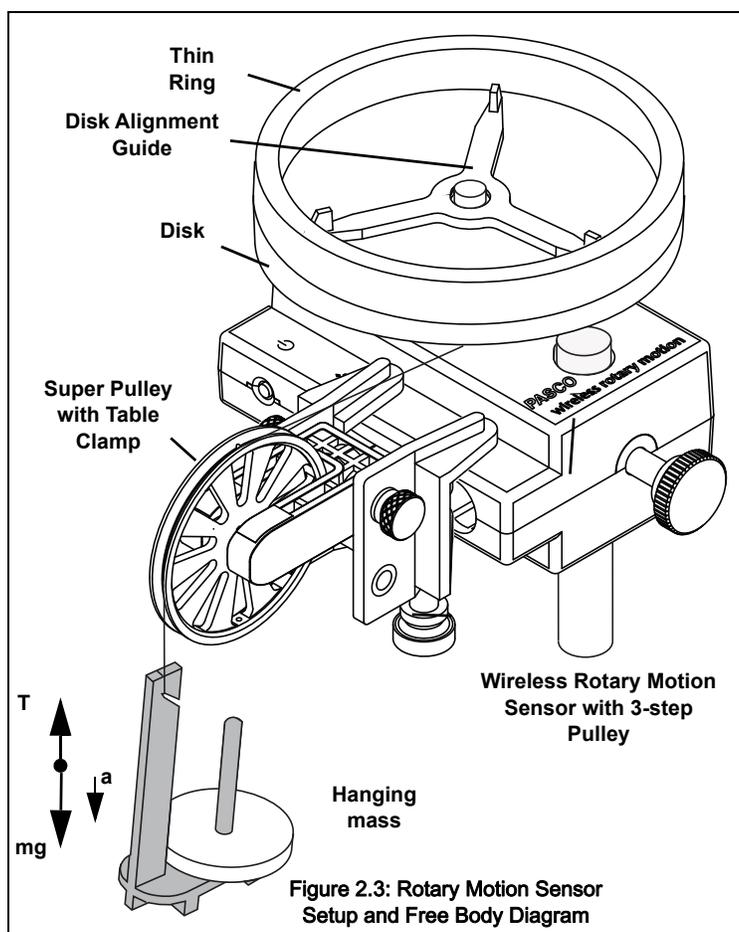


Figure 2.3: Rotary Motion Sensor Setup and Free Body Diagram

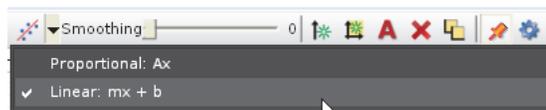
## Procedure

### Measurements for the Experimental Method

#### A. Finding the Acceleration of the Ring and Disk

- In the data collection software, create an experiment to measure the angular velocity (in radians per second) versus time (in second) of the ring and disk.
  - In PASCO Capstone, for example, drag the Graph icon from the Displays palette to the workbook. Select “Angular Velocity (rad/s)” for the vertical axis, and “Time (s)” for the horizontal axis.
  - Click the Hardware Setup icon in the Tools palette to open the “Hardware Setup” panel. In the panel, click the properties button (it looks like a gear wheel in the lower right corner).
  - In the Properties window for Linear Accessory, select the size of the 3-step Pulley you are using. The default setting is “Large Pulley (Groove)”. Click OK.
- Put a 50-g mass on the Mass Hanger and turn the 3-step Pulley to wind up the thread so the hanger is just below the Super Pulley. Hold the 3-step Pulley.
- Click Record to begin recording data, and release the 3-step Pulley, allowing the hanger to fall.
- Caution! Click Stop to end data recording BEFORE the hanger reaches the floor or the thread completely unwinds from the 3-step Pulley.
- In the Graph display, select the region of the data that represents when the ring and disk were accelerating.
- In the Graph display, select “Linear” from the curve fit menu.

The slope,  $m$ , of the linear fit represents the angular acceleration ( $\alpha$ ) for the Point Mass and Apparatus



- Record the value of the slope,  $m$ , as the angular acceleration in Data Table 2.

**Data Table 2: Experimental Rotational Inertia Data**

	Ring and Disk Combined	Disk Alone
Hanging Mass		
Slope, $m$		
Radius		

#### C. Finding the Acceleration of the Disk Alone

- In “Finding the Acceleration of Ring and Disk,” both the disk and the ring are rotating; therefore, it is necessary to determine the acceleration and the rotational inertia of the disk by itself so this rotational inertia can be subtracted from the total, leaving only the rotational inertia of the ring.
- Take the ring off the apparatus and repeat the steps under “Finding the Acceleration of the Ring and Disk” for the disk alone. Record the results in Data Table 3.

## Calculations

- Calculate the experimental value of the rotational inertia of the ring and disk together, and record the value in Data Table 3.

4. Calculate the experimental value of the rotational inertia of the disk alone and record the value in Data Table 3.
5. Subtract the rotational inertia of the disk from the total rotational inertia of the ring and disk, and record this as the rotational inertia of the ring alone.
6. Use a percent difference to compare the experimental values to the theoretical values.

**Data Table 3: Results**

Item	Rotational Inertia
Ring and Disk	
Disk alone	
Ring alone	
Percent difference for the disk	
Percent difference for the ring	

## Experiment 3: Conservation of Angular Momentum

### Equipment Required\*

Wireless Rotary Motion Sensor (PS-3220)  
 PASCO Data Collection Software  
 Mini-Rotational Accessory (CI-6691)  
 Calipers (SF-8711)

### Equipment Required\*

Base and Support Rod (ME-9355)  
 Mass and Hanger Set (ME-8979)1  
 Triple Beam Balance (SE-8723)  
 Paper clips (for masses <1g)

\*See the PASCO Web site at [www.pasco.com](http://www.pasco.com) for more information

### Purpose

A non-rotating thin ring is dropped onto a rotating disk, and the final angular speed of the system is compared with the value predicted using the principle of the conservation of angular momentum.

### Theory

When the ring is dropped onto the rotating disk, there is no net torque on the system since the torque on the ring is equal and opposite to the torque on the disk. Therefore, there is no change in angular momentum; angular momentum ( $L$ ) is conserved.

$$L = I_i\omega_i = I_f\omega_f$$

where  $I_i$  is the initial rotational inertia and  $\omega_i$  is the initial angular speed of the disk and  $I_f$  is the final rotational inertia and  $\omega_f$  is the final angular speed of the disk and the ring together.

The rotational inertia of a disk is given as:

$$I_i = \frac{1}{2}M_1R^2$$

and the final rotational inertia of a disk and ring together is:

$$I_f = \frac{1}{2}M_1R^2 + \frac{1}{2}M_2(r_1^2 + r_2^2)$$

where  $M_1$  is the mass of the disk,  $M_2$  is the mass of the ring,  $R$  is the radius of the disk, and  $r_1$  and  $r_2$  are the inner and outer radii of the ring.

Based on this, the final rotational speed is given by:

$$\omega_f = \frac{M_1R^2}{M_1R^2 + M_2(r_1^2 + r_2^2)}\omega_i$$

### Setup

1. Mount the Wireless Rotary Motion Sensor to a support rod. Remove the thumbscrew from the 3-Step Pulley. Place the disk directly on the square-shaped top of the 3-step Pulley as shown in Figure 3.1.
2. Place one of the disk alignment guides on the disk. Replace the thumbscrew to the 3-Step Pulley so that the disk alignment guide is firmly held in place.

3. In the data collection software, create an experiment to measure the angular velocity (in radians per second) versus time (in second) of the disk before and after the ring is dropped on top of it.
- In PASCO Capstone, for example, drag the Graph icon from the Displays palette to the workbook. Select “Angular Velocity (rad/s)” for the vertical axis, and “Time (s)” for the horizontal axis.

## Procedure

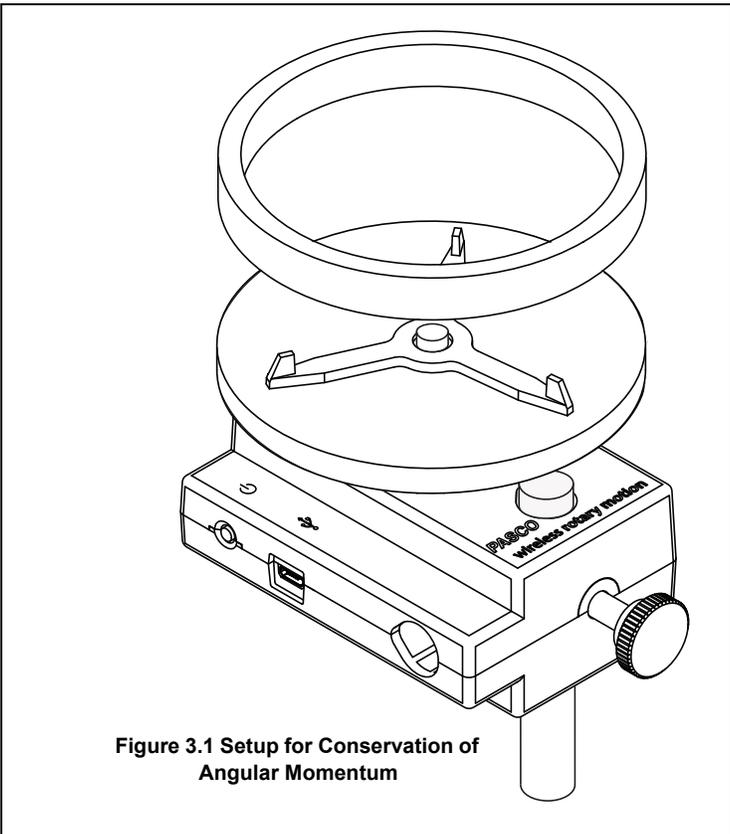
1. Hold the thin ring just above the disk alignment guide that is on the top of the disk.
  2. Give the disk a spin with your hand and click Record to begin recording data.
  3. After about 25 data points have been recorded, drop the thin ring onto the spinning disk. See Figure 3.1.
  4. Click Stop to end data recording after the disk and ring have made a few rotations.
- 
5. In the Graph display, select the region of the data that represents when the ring was dropped onto the disk.
  6. In the Graph display, select the data analysis tool that shows the coordinates of any point in the plot of data and move the cursor to the data point that is immediately before the collision. Record the Angular Velocity at this point as the initial angular velocity in the Data Table.
  7. Move the cursor to the data point immediately after the collision. Record the Angular Velocity at this point as the final angular velocity in the Data Table.
  8. Weigh the ring and disk and record their masses. Measure the inner and outer radii of the ring, and the radius of the disk. Record these values in the Data Table.

Figure 3.1 Setup for Conservation of Angular Momentum

## Analysis

1. Calculate the theoretical value for the final angular velocity and record this value in the Data Table.
2. Calculate the percent difference between the experimental and theoretical values of the final angular velocity and record it in the Data Table.

**Questions**

1. How does the experimental result for the final angular velocity compare with the theoretical value for the final angular velocity?
2. What percentage of the rotational kinetic energy was “lost” during the collision? Calculate the energy lost and record the results in the Data Table.

$$\% \text{ KE lost} = \left( \frac{\frac{1}{2}I_i\omega_i^2 + \frac{1}{2}I_f\omega_f^2}{\frac{1}{2}I_i^2\omega_i^2} \right)$$

**.Data Table: Data and Results**

Initial angular velocity	
Final angular velocity (experimental value)	
Mass of disk (M1)	
Mass of ring (M2)	
Inner radius of ring (r1)	
Outer radius of ring (r2)	
Radius of disk (R)	
Final angular velocity (theoretical value)	
Percent difference between experimental and theoretical values	
Percent of kinetic energy lost	

# Smart Spannungssensor

Bestellnummer 116.4028

## Im Lieferumfang enthalten

- Smart Spannungssensor
- Micro USB Kabel (1 Meter)
- Zwei berührungssichere Messleitungen mit Sicherheitsstecker und Krokodilklemme, rot und schwarz



**Zusätzlich erforderlich:** Software SPARKvue oder Capstone von PASCO

## Schnellstart für Smartphones

### Kostenlose App für Android und iOS



Zur iOS-App

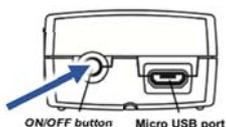
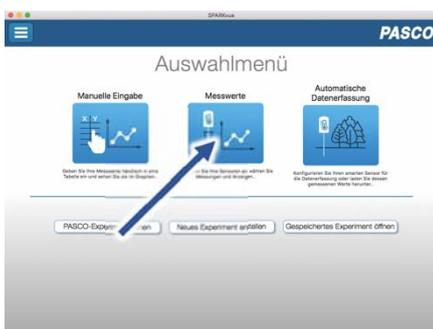
Scannen Sie den QR-Code ein und Sie gelangen direkt zur kostenlosen App „SPARKvue“ in Ihrem AppStore. Sie installieren die App auf Ihrem Endgerät (Tablet / Smartphone mit iOS oder Android).



Zur Android-App

Für Windows PC und Mac finden Sie eine kostenpflichtige Variante unter >><https://www.conatex.com/catalog/sku-1104020>.

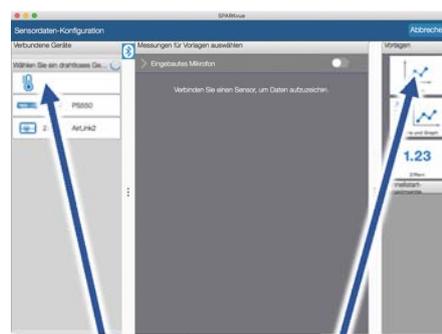
### Einschalten



Rückansicht

Sie schalten Ihren Sensor auf der Rückseite ein und starten die SPARKvue App. Auf dem Startbildschirm wählen Sie in der Mitte den Punkt „Messwerte“.

### Verbinden

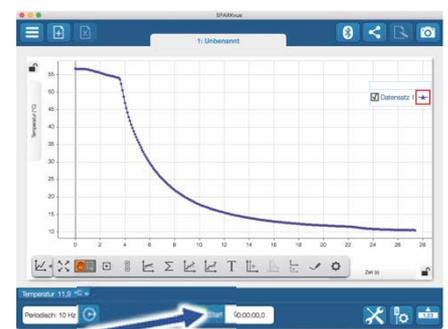


Sensorauswahl

Darstellung

Sie kommen zur Sensor-Konfiguration. In der linken Spalte wählen Sie Ihren Sensor aus. Danach können Sie rechts die Darstellung der Messwerte aussuchen.

### Messen & Auswerten

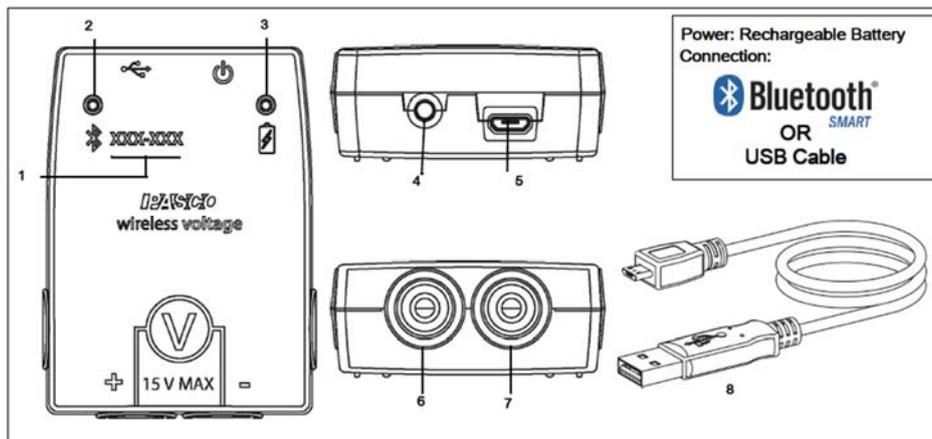


Messung starten & beenden

Um eine Messung zu starten klicken Sie auf den grünen Knopf mittig unten in der Leiste. Die Messung beendet Sie in dem Sie wieder auf das nun rote Quadrat drücken.



Mit folgendem QR-Code gelangen Sie direkt zu unserer kostenlosen Video-Anleitung. Diese finden Sie in unserem Webshop auch bei der Lizenz von SPARKvue unter >><http://www.conatex.com/q1104020>. Dort finden Sie auch Betriebsanleitungen zum kostenlosen Download.



## Zweck und bestimmungsgemäßer Gebrauch

Der Sensor lässt sich drahtlos über Bluetooth oder über USB-Kabel (im Lieferumfang enthalten) an Smartphones, Tablets und Computer anschließen.

Mit einem eigenen Speicher ausgestattet, ist er außerdem in der Lage Messwerte selbstständig zu erfassen und anschließend als Block zu übertragen.

Der Sensor misst elektrische Spannung wahlweise in zwei Messbereichen:  $\pm 5\text{ V}$  oder  $\pm 15\text{ V}$ .

Die Messung erfolgt potentialfrei, so dass mehrere Sensoren in einem Schaltkreis möglich sind.

Ein Überspannungsschutz ist integriert.

von einer 3 Volt Knopfzelle, deren Lebensdauer im Normalfall ein Jahr übersteigt.

## Handhabung

Die schwarze Laborbuchse legt den Bezugspunkt Ihrer Messung fest.

Der Potentialunterschied zur roten Laborbuchse wird als Spannungswert gemessen.

Wie jedes Voltmeter verfügt der Smart-Spannungssensor über einen sehr hohen Innenwiderstand und wird stets in Parallelschaltung betrieben. In Reihe geschaltet benimmt sich der Sensor ungefähr wie eine offene Leitung.

### Verbinden

Klicken Sie auf das Feld „Messwerte“. Es erscheint eine Übersicht zur „Sensordaten-konfiguration“. Hier sehen Sie links die Sensoren, die schon verbunden sind, und die, die Sie noch verbinden können. Der oberste Sensor in der zweiten Liste liegt normalerweise am nächsten zu Ihrem Endgerät. Zum Abgleichen hat jeder Sensor eine Geräte-ID, damit Sie diese mit der angezeigten ID vergleichen können.

### Kalibrierung

Bei Verwendung der pH-Sonde und der ORP-Sonde ist eine Kalibrierung möglich, jedoch selten erforderlich.

Ionen-selektive Sonden hingegen verlangen besondere Sorgfalt und benötigen wegen ihres Messverfahrens vor jeder Anwendung eine Kalibrierung. ISE-Sonden eignen sich nur für fortgeschrittene Anwender.

### Messen

Um eine Messung zu starten müssen Sie jetzt nur noch in der rechten Spalte eine Vorlage auswählen oder direkt in ein Schnellstart-Experiment springen. Wenn Sie danach unten auf den grünen Start-Knopf klicken erfassen Sie schon Messwerte.

### Data-Logger

Der Menüpunkt „Automatische Messwertaufzeichnung“ führt zunächst zu einer Liste aller erreichbarer Sensoren, sortiert nach Entfernung und danach, ob sie Messwerte gespeichert haben. Im folgenden Dialog wird die Abtastrate eingestellt und nach Abschluss mit „OK“ der Sensor in Bereitschaft versetzt. Die Bluetooth-LED blinkt gleichmäßig gelb. Nachdem Sie Ihren Sensor in die gewünschte Position gebracht haben, starten Sie die Automatik durch eine kurze Betätigung des Einschaltknopfes. Der

Rhythmus der Bluetooth-LED wechselt nach Gelb-Rot -Pause. Die automatische Messung endet mit dem Ausschalten des Sensors und durch die erneute Verbindung mit der Software.

Eine Video-Anleitung dazu finden Sie unter >><https://www.youtube.com/watch?v=1lin5ToaxK0>. Die Daten können Sie auf dem gleichen Weg von Sensor herunterladen, indem Sie statt diesen vorzubereiten einfach im Bereich „Sensor mit Messwerten“ auswählen und die Daten herunterladen und sich anzeigen lassen.



## LED-Informationen

Die Leuchtanzeigen für Bluetooth und den Batteriestatus haben folgende Bedeutungen:

Bluetooth-LED	Status
Rot blinkend	Bereit
Grün blinkend	Verbunden
Gelb blinkend	Erfassung läuft Oder Automatik bereit
Gelb-Rot funkelnd	Automat. Erfassung läuft
AUS	Datenerfassung über USB

Akkuanzeige	Status
Rot blinkend	Schwache Akkuladung
Gelb dauernd	Aufladen
Grün dauernd	Vollständig geladen

Entweder überträgt der Sensor laufend Messwerte an ein gekoppeltes Gerät oder er speichert sie intern. Gespeicherte Messreihen können bei der nächsten Verbindung mit PASCO Software ausgelesen werden. Die unabhängige Messwerterfassung empfiehlt sich besonders für Langzeitexperimente.

## Technische Spezifikationen

Messbereich	±5 V
Genauigkeit	±1%
Auflösung	2 mV
Max. Abtastrate	1 kHz über Bluetooth-Verbindung 100 kHz über USB-Verbindung
Eingangswiderstand	> 1 MOhm
Überspannungsschutz	bis 250V AC

## Fehlerbehebung

Versuchen Sie eine abgerissene Bluetooth-Verbindung wiederherzustellen, indem Sie die EIN/AUS-Taste des Sensors gedrückt halten, bis die Status-LEDs nacheinander blinken. Schalten Sie danach den Sensor normal ein. Wenn der Sensor keine Verbindung mehr mit der Software hat, starten Sie bitte zuerst die Software neu. Danach erst verfahren Sie nach dem oben beschriebenen Weg.

Versuchen Sie Bluetooth bei Ihrem Endgerät aus und wieder einzuschalten.

## Lagerung und Pflege

Lagern Sie den Sensor an einem kühlen, trockenen Ort. Schützen Sie die den Sensor vor Staub, Feuchtigkeit und Dämpfen. Reinigen Sie das Gerät mit einem leicht feuchten, fusseligen Tuch. Scharfe Reinigungsmittel oder Lösungsmittel sind ungeeignet.

## Sicherheitshinweise

- Vor Inbetriebnahme des Gerätes ist die Bedienungsanleitung sorgfältig und vollständig zu lesen. Sie schützen sich und vermeiden Schäden an Ihrem Gerät.
- Verwenden Sie das Gerät nur für den vorgesehenen Zweck.
- Das Gerät nicht öffnen.

## Entsorgungshinweise

### Elektro-Altgeräte Entsorgung



Es obliegt Ihrer Verantwortung, Ihr elektronisches Gerät gemäß den örtlichen Umweltgesetzen und -vorschriften zu recyceln, um sicherzustellen, dass es auf eine Weise recycelt wird, die die menschliche Gesundheit und die Umwelt schützt. Um zu erfahren, wo Sie Ihre Altgeräte zum Recycling abgeben können, wenden Sie sich bitte an Ihren örtlichen Abfallentsorgungsdienst oder an den Ort, an dem Sie das Produkt gekauft haben. Das WEEE-Symbol der Europäischen Union und auf dem Produkt oder seiner Verpackung weist darauf hin, dass dieses Produkt NICHT mit dem normalen Hausmüll entsorgt werden darf.

### Batterie Entsorgung



Batterien enthalten Chemikalien, die, wenn sie freigesetzt werden, die Umwelt und die menschliche Gesundheit beeinträchtigen können. Batterien sollten für das Recycling getrennt gesammelt und an einer örtlichen Entsorgungsstelle für gefährliche Stoffe unter Einhaltung der Vorschriften Ihres Landes und der örtlichen Behörden wiederverwertet werden. Um herauszufinden, wo Sie Ihre Altbatterie zum Recycling abgeben können, wenden Sie sich bitte an Ihren örtlichen Abfallentsorgungsdienst oder an den Produktvertreter. Die in diesem Produkt verwendete Batterie ist mit den internationalen Symbolen gekennzeichnet, um die Notwendigkeit der getrennten Sammlung und des Recyclings von Batterien anzuzeigen.

## Technische Unterstützung

Für weitere technische Unterstützung wenden Sie sich an:

CONATEX DIDACTIC Lehrmittel GmbH  
Zinzinger Straße 11  
66117 Saarbrücken - Deutschland

**Hotline Digital-Team:** +49 (0)6849 – 99 296-54  
**Kundenservice (kostenfrei):** 00800 0266 2839 oder +49 (0) 6849 – 99 296-0

Internet: <https://www.conatex.com>  
Email: [digital-team@conatex.com](mailto:digital-team@conatex.com)

# Smart Stromsensor

Bestellnummer 116.4029

## Im Lieferumfang enthalten

- Smart Stromsensor
- Micro USB Kabel (1 Meter)
- Zwei berührungssichere Messleitungen mit Sicherheitsstecker und Krokodilklemme, rot und schwarz

**Zusätzlich erforderlich:** Software SPARKvue oder Capstone von PASCO



## Schnellstart für Smartphones

### Kostenlose App für Android und iOS



Zur iOS-App

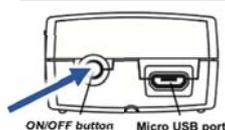
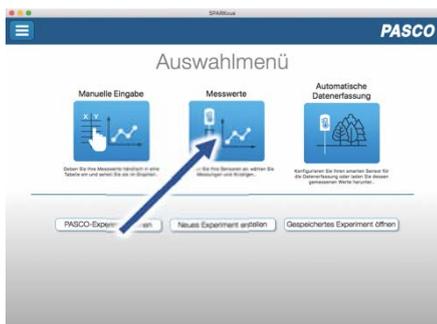
Scannen Sie den QR-Code ein und Sie gelangen direkt zur kostenlosen App „SPARKvue“ in Ihrem AppStore. Sie installieren die App auf Ihrem Endgerät (Tablet / Smartphone mit iOS oder Android).



Zur Android-App

Für Windows PC und Mac finden Sie eine kostenpflichtige Variante unter >><https://www.conatex.com/catalog/sku-1104020>.

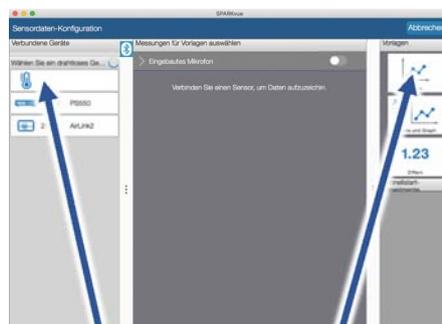
### Einschalten



Rückansicht

Sie schalten Ihren Sensor auf der Rückseite ein und starten die SPARKvue App. Auf dem Startbildschirm wählen Sie in der Mitte den Punkt „Messwerte“.

### Verbinden

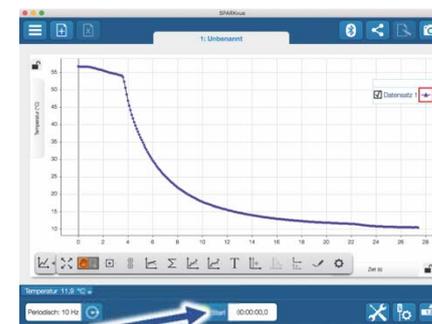


Sensorauswahl

Darstellung

Sie kommen zur Sensor-Konfiguration. In der linken Spalte wählen Sie Ihren Sensor aus. Danach können Sie rechts die Darstellung der Messwerte aussuchen.

### Messen & Auswerten

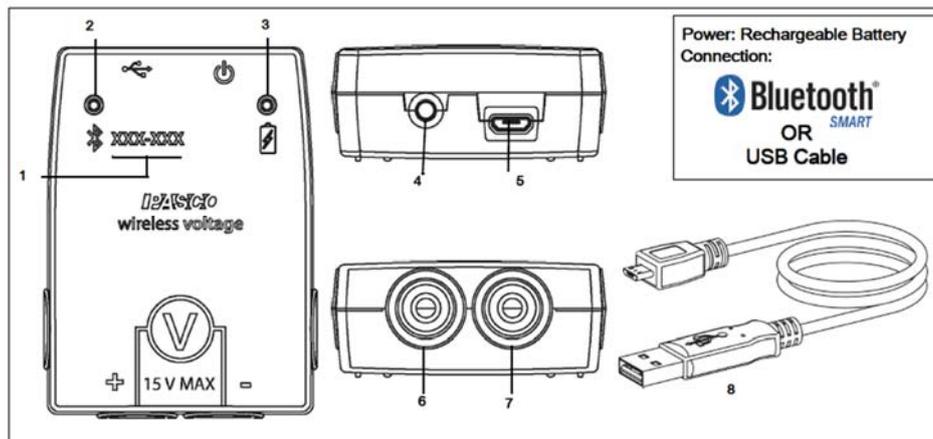


Messung starten & beenden

Um eine Messung zu starten klicken Sie auf den grünen Knopf mittig unten in der Leiste. Die Messung beendet Sie in dem Sie wieder auf das nun rote Quadrat drücken.



Mit folgendem QR-Code gelangen Sie direkt zu unserer kostenlosen Video-Anleitung. Diese finden Sie in unserem Webshop auch bei der Lizenz von SPARKvue unter >><http://www.conatex.com/q1104020>. Dort finden Sie auch Betriebsanleitungen zum kostenlosen Download.



## Zweck und bestimmungsgemäßer Gebrauch

Der Sensor lässt sich drahtlos über Bluetooth oder über USB-Kabel (im Lieferumfang enthalten) an Smartphones, Tablets und Computer anschließen.

Mit einem eigenen Speicher ausgestattet, ist er außerdem in der Lage Messwerte selbstständig zu erfassen und anschließend als Block zu übertragen.

Der Sensor misst elektrischen Strom wahlweise in zwei Messbereichen:  $\pm 100$  mA oder  $\pm 1$  A.

## Handhabung

Der Sensor misst die technische Stromrichtung, von der roten + Buchse zur schwarzen – Buchse. Sein Innenwiderstand ist nahe 0 Ohm. Das bedeutet, dass man sich die Verbindung zwischen den beiden Messpunkten als Kurzschluss (wie ein Stück Draht) vorstellen kann.

### ACHTUNG !

Wenn man den Stromsensor in einen Schaltkreis einbringt, muss man dafür **IMMER** eine Leitung auftrennen und diese über den Sensor wieder schließen. Der Sensor darf **NIEMALS** wie ein Spannungssensor in Parallelschaltung benutzt werden. Das kann sowohl Bauteile in der Schaltung, als auch den Sensor selbst **zerstören**.

### Verbinden

Klicken Sie auf das Feld „Messwerte“. Es erscheint eine Übersicht zur „Sensordaten-konfiguration“. Hier sehen Sie links die Sensoren, die schon verbunden sind, und die, die Sie noch verbinden können. Der oberste Sensor in der zweiten Liste liegt normalerweise am nächsten zu Ihrem Endgerät. Zum Abgleichen hat jeder Sensor eine Geräte-ID, damit Sie diese mit der angezeigten ID vergleichen können.

### Kalibrierung

Bei Verwendung der pH-Sonde und der ORP-Sonde ist eine Kalibrierung möglich, jedoch selten erforderlich. Ionen-selektive Sonden hingegen verlangen besondere Sorgfalt und benötigen wegen ihres Messverfahrens vor jeder Anwendung eine Kalibrierung. ISE-Sonden eignen sich nur für fortgeschrittene Anwender.

### Messen

Um eine Messung zu starten müssen Sie jetzt nur noch in der rechten Spalte eine Vorlage auswählen oder direkt in ein Schnellstart-Experiment springen. Wenn Sie danach unten auf den grünen Start-Knopf klicken erfassen Sie schon Messwerte.

### Data-Logger

Der Menüpunkt „Automatische Messwernerfassung“ führt zunächst zu einer Liste aller erreichbarer Sensoren, sortiert nach Entfernung und danach, ob sie Messwerte gespeichert haben. Im folgenden Dialog wird die Abtastrate eingestellt und nach Abschluss mit „OK“ der Sensor in Bereitschaft versetzt. Die Bluetooth-LED blinkt gleichmäßig gelb. Nachdem Sie Ihren Sensor in die gewünschte Position gebracht haben, starten Sie die Automatik durch eine kurze Betätigung des Einschaltknopfes. Der

Rhythmus der Bluetooth-LED wechselt nach Gelb-Rot -Pause. Die automatische Messung endet mit dem Ausschalten des Sensors und durch die erneute Verbindung mit der Software.

Eine Video-Anleitung dazu finden Sie unter >><https://www.youtube.com/watch?v=1lin5ToaxK0>. Die Daten können Sie auf dem gleichen Weg von Sensor herunterladen, indem Sie statt diesen vorzubereiten einfach im Bereich „Sensor mit Messwerten“ auswählen und die Daten herunterladen und sich anzeigen lassen.



## LED-Informationen

Die Leuchtanzeigen für Bluetooth und den Batteriestatus haben folgende Bedeutungen:

Bluetooth-LED	Status
Rot blinkend	Bereit
Grün blinkend	Verbunden
Gelb blinkend	Erfassung läuft Oder Automatik bereit
Gelb-Rot funkelnd	Automat. Erfassung läuft
AUS	Datenerfassung über USB

Akkuanzeige	Status
Rot blinkend	Schwache Akkuladung
Gelb dauernd	Aufladen
Grün dauernd	Vollständig geladen

Entweder überträgt der Sensor laufend Messwerte an ein gekoppeltes Gerät oder er speichert sie intern. Gespeicherte Messreihen können bei der nächsten Verbindung mit PASCO Software ausgelesen werden. Die unabhängige Messwerterfassung empfiehlt sich besonders für Langzeitexperimente.

## Technische Spezifikationen

Messbereich	±100 mA
Genauigkeit	±1%
Auflösung	0,02 mA
Max. Abtastrate	1 kHz über Bluetooth-Verbindung 100 kHz über USB-Verbindung
Eingangswiderstand	0,1 Ohm
Messbereich	±100 mA

## Fehlerbehebung

Versuchen Sie eine abgerissene Bluetooth-Verbindung wiederherzustellen, indem Sie die EIN/AUS-Taste des Sensors gedrückt halten, bis die Status-LEDs nacheinander blinken. Schalten Sie danach den Sensor normal ein. Wenn der Sensor keine Verbindung mehr mit der Software hat, starten Sie bitte zuerst die Software neu. Danach erst verfahren Sie nach dem oben beschriebenen Weg. Versuchen Sie Bluetooth bei Ihrem Endgerät aus und wieder einzuschalten.

## Lagerung und Pflege

Lagern Sie den Sensor an einem kühlen, trockenen Ort. Schützen Sie die den Sensor vor Staub, Feuchtigkeit und Dämpfen. Reinigen Sie das Gerät mit einem leicht feuchten, fusseligen Tuch. Scharfe Reinigungsmittel oder Lösungsmittel sind ungeeignet.

## Sicherheitshinweise

- Vor Inbetriebnahme des Gerätes ist die Bedienungsanleitung sorgfältig und vollständig zu lesen. Sie schützen sich und vermeiden Schäden an Ihrem Gerät.
- Verwenden Sie das Gerät nur für den vorgesehenen Zweck.
- Das Gerät nicht öffnen.

## Entsorgungshinweise

### Elektro-Altgeräte Entsorgung



Es obliegt Ihrer Verantwortung, Ihr elektronisches Gerät gemäß den örtlichen Umweltgesetzen und -vorschriften zu recyceln, um sicherzustellen, dass es auf eine Weise recycelt wird, die die menschliche Gesundheit und die Umwelt schützt. Um zu erfahren, wo Sie Ihre Altgeräte zum Recycling abgeben können, wenden Sie sich bitte an Ihren örtlichen Abfallentsorgungsdienst oder an den Ort, an dem Sie das Produkt gekauft haben. Das WEEE-Symbol der Europäischen Union und auf dem Produkt oder seiner Verpackung weist darauf hin, dass dieses Produkt NICHT mit dem normalen Hausmüll entsorgt werden darf.

### Batterie Entsorgung



Batterien enthalten Chemikalien, die, wenn sie freigesetzt werden, die Umwelt und die menschliche Gesundheit beeinträchtigen können. Batterien sollten für das Recycling getrennt gesammelt und an einer örtlichen Entsorgungsstelle für gefährliche Stoffe unter Einhaltung der Vorschriften Ihres Landes und der örtlichen Behörden wiederverwertet werden. Um herauszufinden, wo Sie Ihre Altbatterie zum Recycling abgeben können, wenden Sie sich bitte an Ihren örtlichen Abfallentsorgungsdienst oder an den Produktvertreter. Die in diesem Produkt verwendete Batterie ist mit den internationalen Symbolen gekennzeichnet, um die Notwendigkeit der getrennten Sammlung und des Recyclings von Batterien anzuzeigen.

## Technische Unterstützung

Für weitere technische Unterstützung wenden Sie sich an:

CONATEX DIDACTIC Lehrmittel GmbH  
Zinzinger Straße 11  
66117 Saarbrücken - Deutschland

**Hotline Digital-Team:** +49 (0)6849 – 99 296-54  
**Kundenservice (kostenfrei):** 00800 0266 2839 oder +49 (0) 6849 – 99 296-0

Internet: <https://www.conatex.com>  
Email: [digital-team@conatex.com](mailto:digital-team@conatex.com)

# Smart Drucksensor

Bestellnummer 116.4023

## Im Lieferumfang enthalten

- Smart Drucksensor
- Micro USB Kabel (1 Meter)
- 1 x Luer-Lock Schlauchverbinder (A)
- 2 x Luer-Lock Verbinder männlich (B)
- 1 x Luer-Lock Verbinder weiblich (C)
- 2 x Polyurethanschlauch 60 cm (D)
- 1 x Spritze 60 ml (E)



**Zusätzlich erforderlich:** Software SPARKvue oder Capstone von PASCO

## Schnellstart für Smartphones

### Kostenlose App für Android und iOS



Zur iOS-App

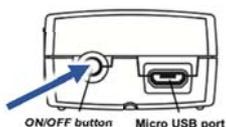
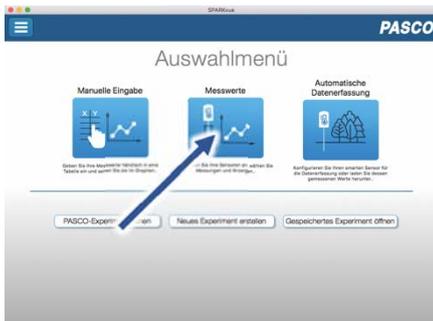
Scannen Sie den QR-Code ein und Sie gelangen direkt zur kostenlosen App „SPARKvue“ in Ihrem AppStore. Sie installieren die App auf Ihrem Endgerät (Tablet / Smartphone mit iOS oder Android).



Zur Android-App

Für Windows PC und Mac finden Sie eine kostenpflichtige Variante unter >><https://www.conatex.com/catalog/sku-1104020>.

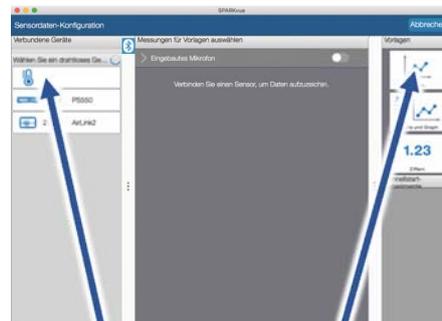
### Einschalten



Rückansicht

Sie schalten Ihren Sensor auf der Rückseite ein und starten die SPARKvue App. Auf dem Startbildschirm wählen Sie in der Mitte den Punkt „Messwerte“.

### Verbinden

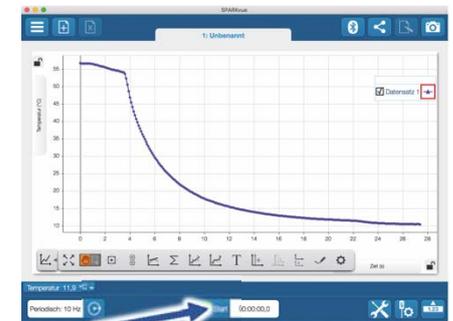


Sensorauswahl

Darstellung

Sie kommen zur Sensor-Konfiguration. In der linken Spalte wählen Sie Ihren Sensor aus. Danach können Sie rechts die Darstellung der Messwerte aussuchen.

### Messen & Auswerten

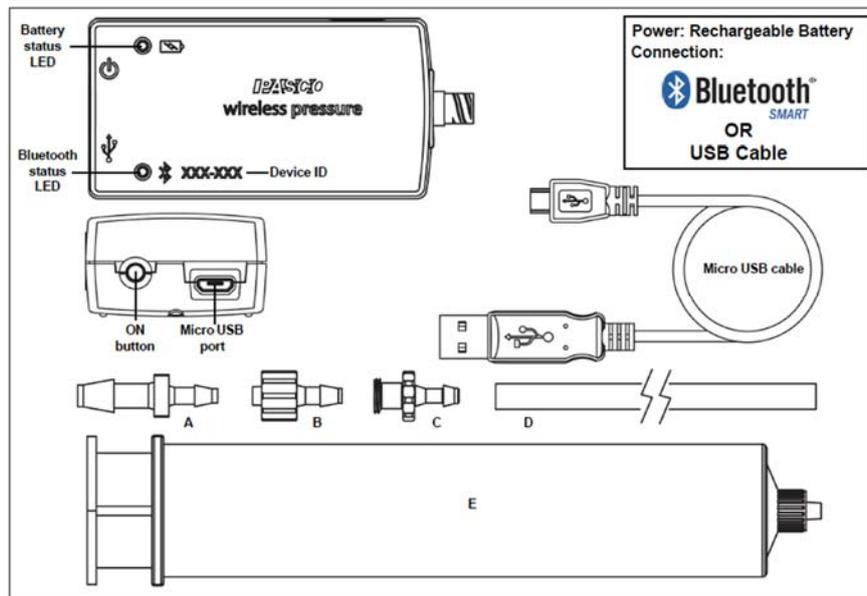


Messung starten & beenden

Um eine Messung zu starten klicken Sie auf den grünen Knopf mittig unten in der Leiste. Die Messung beendet Sie in dem Sie wieder auf das nun rote Quadrat drücken.



Mit folgendem QR-Code gelangen Sie direkt zu unserer kostenlosen Video-Anleitung. Diese finden Sie in unserem Webshop auch bei der Lizenz von SPARKvue unter >><http://www.conatex.com/q1104020>. Dort finden Sie auch Betriebsanleitungen zum kostenlosen Download.



## Zweck und bestimmungsgemäßer Gebrauch

Der Smart-Drucksensor lässt sich drahtlos über Bluetooth oder über USB-Kabel (im Lieferumfang enthalten) an Smartphones, Tablets und Computer anschließen.

Mit einem eigenen Speicher ausgestattet, ist er außerdem in der Lage Messwerte selbstständig zu erfassen und anschließend als Block zu übertragen.

Der Sensor misst Gasdruck Gas im Bereich von 0 kPa und 400 kPa.

## Handhabung

Der Sensor selbst verfügt über einen Luer-Lock Anschluss und lässt sich problemlos, auch über die mitgelieferten Verbinder, an Ihrem Versuchsaufbau anschließen. Typische Anwendungen sind Experimente zu den Gasgesetzen, Abhängigkeit von Dampfdruck und Temperatur, Untersuchung chemischer Reaktionen sowie Messungen von Fülldrücken in Behältern.

Für eine einfache Fixierung an Ihrem Versuchsaufbau verfügt der Sensor auf der Seite über ein Standard-Stativgewinde 1/4" 20mm

### ACHTUNG!

Um Beschädigungen durch Abbrechen oder Splintern am Sensor und an der Spritze zu vermeiden, sollten diese niemals starr miteinander oder mit Ihrem Versuchsaufbau gekoppelt werden. Verwenden Sie immer ein Stückchen Schlauch, der bei unbeabsichtigtem Verkanten nachgibt anstatt zu brechen.

### Verbinden

Klicken Sie auf das Feld „Messwerte“. Es erscheint eine Übersicht zur „Sensordaten-konfiguration“. Hier sehen Sie links die Sensoren, die schon verbunden sind, und die, die Sie noch verbinden können. Der oberste Sensor in der zweiten Liste liegt normalerweise am nächsten zu Ihrem Endgerät. Zum Abgleichen hat jeder Sensor eine Geräte-ID, damit Sie diese mit der angezeigten ID vergleichen können.

### Messen

Um eine Messung zu starten müssen Sie jetzt nur noch in der rechten Spalte eine Vorlage auswählen oder direkt in ein Schnellstart-Experiment springen. Wenn Sie danach unten auf den grünen Start-Knopf klicken erfassen Sie schon Messwerte.

### Data-Logger

Der Menüpunkt „Automatische Messwernerfassung“ führt zunächst zu einer Liste aller erreichbarer Sensoren, sortiert nach Entfernung und danach, ob sie Messwerte gespeichert haben. Im folgenden Dialog wird die Abtastrate eingestellt und nach Abschluss mit „OK“ der Sensor in Bereitschaft versetzt.

Die Bluetooth-LED blinkt gleichmäßig gelb. Nachdem Sie Ihren Sensor in die gewünschte Position gebracht haben, starten Sie die Automatik durch eine kurze Betätigung des Einschaltknopfes. Der Rhythmus der Bluetooth-LED wechselt nach Gelb-Rot -Pause. Die automatische Messung endet mit dem Ausschalten des Sensors und durch die erneute Verbindung mit der Software.

Eine Video-Anleitung dazu finden Sie unter >><https://www.youtube.com/watch?v=1lin5ToaxK0>. Die Daten können Sie auf dem gleichen Weg von Sensor herunterladen, indem Sie statt diesen vorzubereiten einfach im Bereich „Sensor mit Messwerten“ auswählen und die Daten herunterladen und sich anzeigen lassen.



## LED-Informationen

Die Leuchtanzeigen für Bluetooth und den Batteriestatus haben folgende Bedeutungen:

Bluetooth-LED	Status
Rot blinkend	Bereit
Grün blinkend	Verbunden
Gelb blinkend	Erfassung läuft Oder Automatik bereit
Gelb-Rot funkelnd	Automat. Erfassung läuft
AUS	Datenerfassung über USB

Akkuanzeige	Status
Rot blinkend	Schwache Akkuladung
Gelb dauernd	Aufladen
Grün dauernd	Vollständig geladen

Entweder überträgt der Sensor laufend Messwerte an ein gekoppeltes Gerät oder er speichert sie intern. Gespeicherte Messreihen können bei der nächsten Verbindung mit PASCO Software ausgelesen werden. Die unabhängige Messwernerfassung empfiehlt sich besonders für Langzeitexperimente.

## Technische Spezifikationen

Messbereich	0 – 400 kPa
Genauigkeit	±2 kPa
Auflösung	0,1 kPa
Max. Abtastrate	1 kHz

## Fehlerbehebung

Versuchen Sie eine abgerissene Bluetooth-Verbindung wiederherzustellen, indem Sie die EIN/AUS-Taste des Sensors gedrückt halten, bis die Status-LEDs nacheinander blinken. Schalten Sie danach den Sensor normal ein. Wenn der Sensor keine Verbindung mehr mit der Software hat, starten Sie bitte zuerst die Software neu. Danach erst verfahren Sie nach dem oben beschrieben Weg. Versuchen Sie Bluetooth bei Ihrem Endgerät aus und wieder einzuschalten.

## Lagerung und Pflege

Lagern Sie den Sensor an einem kühlen, trockenen Ort. Schützen Sie die den Sensor vor Staub, Feuchtigkeit und Dämpfen. Reinigen Sie das Gerät mit einem leicht feuchten, fusselfreien Tuch. Scharfe Reinigungsmittel oder Lösungsmittel sind ungeeignet.

## Sicherheitshinweise

- Vor Inbetriebnahme des Gerätes ist die Bedienungsanleitung sorgfältig und vollständig zu lesen. Sie schützen sich und vermeiden Schäden an Ihrem Gerät.
- Verwenden Sie das Gerät nur für den vorgesehenen Zweck.
- Das Gerät nicht öffnen.

## Entsorgungshinweise

### Elektro-Altgeräte Entsorgung



Es obliegt Ihrer Verantwortung, Ihr elektronisches Gerät gemäß den örtlichen Umweltgesetzen und -vorschriften zu recyceln, um sicherzustellen, dass es auf eine Weise recycelt wird, die die menschliche Gesundheit und die Umwelt schützt. Um zu erfahren, wo Sie Ihre Altgeräte zum Recycling abgeben können, wenden Sie sich bitte an Ihren örtlichen Abfallentsorgungsdienst oder an den Ort, an dem Sie das Produkt gekauft haben. Das WEEE-Symbol der Europäischen Union und auf dem Produkt oder seiner Verpackung weist darauf hin, dass dieses Produkt NICHT mit dem normalen Hausmüll entsorgt werden darf.

### Batterie Entsorgung



Batterien enthalten Chemikalien, die, wenn sie freigesetzt werden, die Umwelt und die menschliche Gesundheit beeinträchtigen können. Batterien sollten für das Recycling getrennt gesammelt und an einer örtlichen Entsorgungsstelle für gefährliche Stoffe unter Einhaltung der Vorschriften Ihres Landes und der örtlichen Behörden wiederverwertet werden. Um herauszufinden, wo Sie Ihre Altbatterie zum Recycling abgeben können, wenden Sie sich bitte an Ihren örtlichen Abfallentsorgungsdienst oder an den Produktvertreter. Die in diesem Produkt verwendete Batterie ist mit den internationalen Symbolen gekennzeichnet, um die Notwendigkeit der getrennten Sammlung und des Recyclings von Batterien anzuzeigen.

## Technische Unterstützung

Für weitere technische Unterstützung wenden Sie sich an:

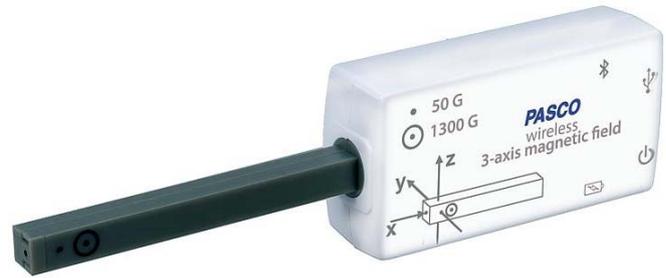
CONATEX DIDACTIC Lehrmittel GmbH  
Zinzinger Straße 11  
66117 Saarbrücken - Deutschland

**Hotline Digital-Team:** +49 (0)6849 – 99 296-54  
**Kundenservice (kostenfrei):** 00800 0266 2839 oder +49 (0) 6849 – 99 296-0

Internet: <https://www.conatex.com>  
Email: [digital-team@conatex.com](mailto:digital-team@conatex.com)

# Smart Magnetfeldsensor 3-achsig

Bestellnummer 119.4000



## Im Lieferumfang sind enthalten:

- Smart Magnetfeldsensor, 3-achsig
- Micro USB Kabel (1 Meter)

**Erforderliches Zubehör:** Software SPARKvue oder Capstone von PASCO

## Schnellstart für Smartphones

### Kostenlose App für Android und iOS



Zur iOS-App

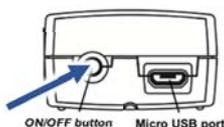
Scannen Sie den QR-Code ein und Sie gelangen direkt zur kostenlosen App „SPARKvue“ in Ihrem AppStore. Sie installieren die App auf Ihrem Endgerät (Tablet / Smartphone mit iOS oder Android).



Zur Android-App

Für Windows PC und Mac finden Sie eine kostenpflichtige Variante unter >><https://www.conatex.com/catalog/sku-1104020>.

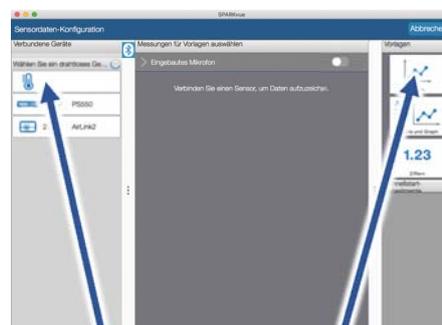
### Einschalten



Rückansicht

Sie schalten Ihren Sensor auf der Rückseite ein und starten die SPARKvue App. Auf dem Startbildschirm wählen Sie in der Mitte den Punkt „Messwerte“.

### Verbinden

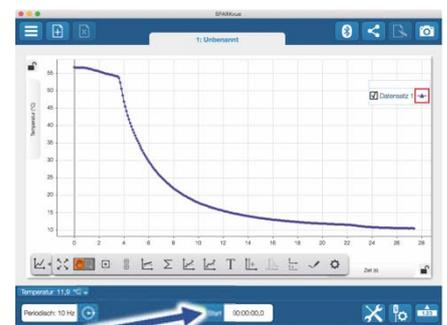


Sensorauswahl

Darstellung

Sie kommen zur Sensor-Konfiguration. In der linken Spalte wählen Sie Ihren Sensor aus. Danach können Sie rechts die Darstellung der Messwerte aussuchen.

### Messen & Auswerten

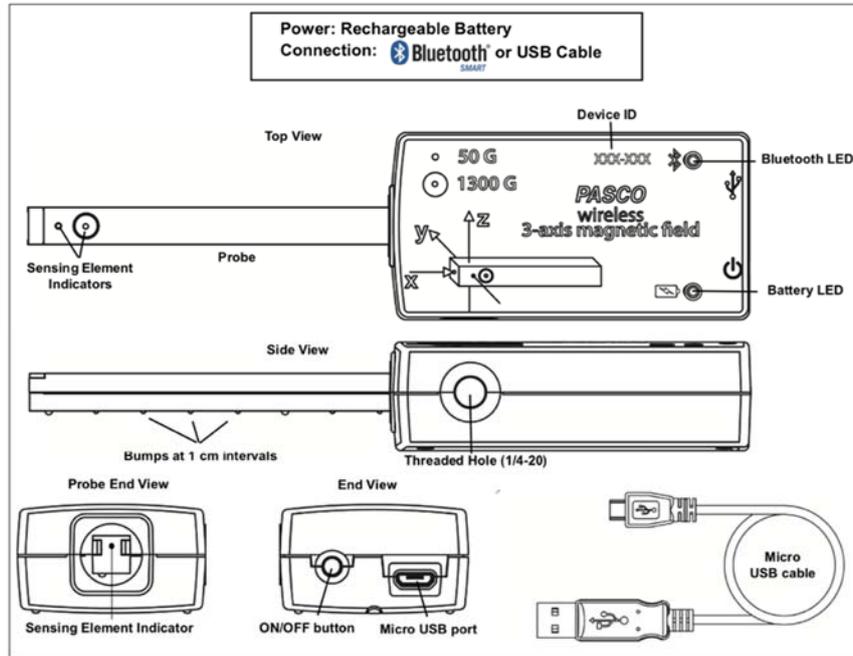


Messung starten & beenden

Um eine Messung zu starten klicken Sie auf den grünen Knopf mittig unten in der Leiste. Die Messung beendet Sie in dem Sie wieder auf das nun rote Quadrat drücken.



Mit folgendem QR-Code gelangen Sie direkt zu unserer kostenlosen Video-Anleitung. Diese finden Sie in unserem Webshop auch bei der Lizenz von SPARKvue unter >><http://www.conatex.com/q1104020>. Dort finden Sie auch Betriebsanleitungen zum kostenlosen Download.



## Zweck und bestimmungsgemäßer Gebrauch

Der Sensor misst die magnetische Flussdichte gleichzeitig in drei Raumachsen und zeigt diese wahlweise in Tesla, Millitesla oder Gauss an. Wie die Raumachsen X, Y und Z an der Sensorspitze ausgerichtet sind, ist auf dem Sensorgehäuse graphisch dargestellt.

Die beiden Sensorelemente befinden sich an der Spitze der Sonde. Ein dreiachsiger  $\pm 50$  Gauß (G)-Sensor, befindet sich unter dem vorderen -, ein weiterer dreiachsiger  $\pm 1300$  G-Sensor unter dem hinteren Punkt mit dem Ring. Auf der Unterseite der Sonde befindet sich eine fühlbare 1 cm Abstands-Skala.

Der Sensor lässt sich drahtlos über Bluetooth oder über USB-Kabel (im Lieferumfang enthalten) an Smartphones, Tablets und Computer anschließen.

Mit einem eigenen Speicher ausgestattet, ist er außerdem in der Lage Messwerte selbstständig zu erfassen und anschließend als Block zu übertragen.

## Handhabung

Der 3-Achsen-Magnetfeldsensor kann das Erdmagnetfeld sowie Felder von Spulen, Dauermagneten und stromführenden Leitungen erfassen. Er verfügt über zwei Messbereiche. Die räumlichen Komponenten des Magnetfeldes werden wahlweise einzeln und als Resultierende ausgegeben.

Wenn der ungefähre Verlauf der Feldlinien bekannt ist, ist es in der Praxis günstig die Y-Z Ebene danach auszurichten.

### Verbinden

Klicken Sie auf das Feld „Messwerte“. Es erscheint eine Übersicht zur „Sensordaten-konfiguration“. Hier sehen Sie links die Sensoren, die schon verbunden sind, und die, die Sie noch verbinden können. Der oberste Sensor in der zweiten Liste liegt normalerweise am nächsten zu Ihrem Endgerät. Zum Abgleichen hat jeder Sensor eine Geräte-ID, damit Sie diese mit der angezeigten ID vergleichen können.

### Messen

Um eine Messung zu starten müssen Sie jetzt nur noch in der rechten Spalte eine Vorlage auswählen oder direkt in ein Schnellstart-Experiment springen. Wenn Sie danach unten auf den grünen Start-Knopf klicken erfassen Sie schon Messwerte.

### Data-Logger

Der Menüpunkt „Automatische Messwerterfassung“ führt zunächst zu einer Liste aller erreichbarer Sensoren, sortiert nach Entfernung und danach, ob sie Messwerte gespeichert haben. Im folgenden Dialog wird die Abtastrate eingestellt und nach Abschluss mit „OK“ der Sensor in Bereitschaft versetzt.

Die Bluetooth-LED blinkt gleichmäßig gelb. Nachdem Sie Ihren Sensor in die gewünschte Position gebracht haben, starten Sie die Automatik durch eine kurze Betätigung des Einschaltknopfes. Der Rhythmus der Bluetooth-LED wechselt nach Gelb-Rot -Pause. Die automatische Messung endet mit dem Ausschalten des Sensors und durch die erneute Verbindung mit der Software.

Eine Video-Anleitung dazu finden Sie unter >><https://www.youtube.com/watch?v=1lin5ToaxK0>. Die Daten können Sie auf dem gleichen Weg von Sensor herunterladen, indem Sie statt diesen vorzubereiten einfach im Bereich „Sensor mit Messwerten“ auswählen und die Daten herunterladen und sich anzeigen lassen.



## LED-Informationen

Die Leuchtanzeigen für Bluetooth und den Batteriestatus haben folgende Bedeutungen:

Bluetooth-LED	Status
Rot blinkend	Bereit
Grün blinkend	Verbunden
Gelb blinkend	Erfassung läuft Oder Automatik bereit
Gelb-Rot funkelnd	Automat. Erfassung läuft
AUS	Datenerfassung über USB

Akkuanzeige	Status
Rot blinkend	Schwache Akkuladung
Gelb dauernd	Aufladen
Grün dauernd	Vollständig geladen

Entweder überträgt der Sensor laufend Messwerte an ein gekoppeltes Gerät oder er speichert sie intern. Gespeicherte Messreihen können bei der nächsten Verbindung mit PASCO Software ausgelesen werden. Die unabhängige Messwernerfassung empfiehlt sich besonders für Langzeitexperimente.

## Technische Spezifikationen

Messbereich	±5 mT	±130 mT
Genauigkeit*	±0,01 mT	±1 mT
Auflösung**	0,0015 mT	0,1 mT
Max. Abtastrate	20 Hz	20 Hz
Wiederholbarkeit	±0,0025 mT	±0,5 mT
Verfügbare Einheiten	T, mT, G	T, mT, G

\* Nach einer Kalibrierung in einer Nullgausskammer

\*\* Bester Fall ohne Rauschen

## Fehlerbehebung

Versuchen Sie eine abgerissene Bluetooth-Verbindung wiederherzustellen, indem Sie die EIN/AUS-Taste des Sensors gedrückt halten, bis die Status-LEDs nacheinander blinken. Schalten Sie danach den Sensor normal ein.

Wenn der Sensor keine Verbindung mehr mit der Software hat, starten Sie bitte zuerst die Software neu. Danach erst verfahren Sie nach dem oben beschriebenen Weg.

Versuchen Sie Bluetooth bei Ihrem Endgerät aus und wieder einzuschalten.

## Lagerung und Pflege

Lagern Sie den Sensor an einem kühlen, trockenen Ort. Schützen Sie die den Sensor vor Staub, Feuchtigkeit und Dämpfen. Reinigen Sie das Gerät mit einem leicht feuchten, fusselfreien Tuch. Scharfe Reinigungsmittel oder Lösungsmittel sind ungeeignet.

## Sicherheitshinweise

- Vor Inbetriebnahme des Gerätes ist die Bedienungsanleitung sorgfältig und vollständig zu lesen. Sie schützen sich und vermeiden Schäden an Ihrem Gerät.
- Verwenden Sie das Gerät nur für den vorgesehenen Zweck.
- Das Gerät nicht öffnen.

## Entsorgungshinweise

### Elektro-Altgeräte Entsorgung



Es obliegt Ihrer Verantwortung, Ihr elektronisches Gerät gemäß den örtlichen Umweltgesetzen und -vorschriften zu recyceln, um sicherzustellen, dass es auf eine Weise recycelt wird, die die menschliche Gesundheit und die Umwelt schützt. Um zu erfahren, wo Sie Ihre Altgeräte zum Recycling abgeben können, wenden Sie sich bitte an Ihren örtlichen Abfallentsorgungsdienst oder an den Ort, an dem Sie das Produkt gekauft haben. Das WEEE-Symbol der Europäischen Union und auf dem Produkt oder seiner Verpackung weist darauf hin, dass dieses Produkt NICHT mit dem normalen Hausmüll entsorgt werden darf.

### Batterie Entsorgung



Batterien enthalten Chemikalien, die, wenn sie freigesetzt werden, die Umwelt und die menschliche Gesundheit beeinträchtigen können. Batterien sollten für das Recycling getrennt gesammelt und an einer örtlichen Entsorgungsstelle für gefährliche Stoffe unter Einhaltung der Vorschriften Ihres Landes und der örtlichen Behörden wiederverwertet werden. Um herauszufinden, wo Sie Ihre Altbatterie zum Recycling abgeben können, wenden Sie sich bitte an Ihren örtlichen Abfallentsorgungsdienst oder an den Produktvertreter. Die in diesem Produkt verwendete Batterie ist mit den internationalen Symbolen gekennzeichnet, um die Notwendigkeit der getrennten Sammlung und des Recyclings von Batterien anzuzeigen.

## Technische Unterstützung

Für weitere technische Unterstützung wenden Sie sich an:

CONATEX DIDACTIC Lehrmittel GmbH  
Zinzinger Straße 11  
66117 Saarbrücken - Deutschland

**Hotline Digital-Team:** +49 (0)6849 – 99 296-54  
**Kundenservice (kostenfrei):** 00800 0266 2839 oder +49 (0) 6849 – 99 296-0

Internet: <https://www.conatex.com>  
Email: [digital-team@conatex.com](mailto:digital-team@conatex.com)