

PHYWE Systeme GmbH & Co. KG  
Robert-Bosch-Breite 10  
D-37079 Göttingen

Telefon +49 (0) 551 604-0  
Fax +49 (0) 551 604-107  
E-mail info@phywe.de

## Betriebsanleitung

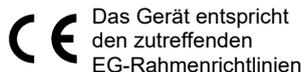


Abb. 35620-00 Spektrometer Pro LED

## INHALTSVERZEICHNIS

- 1 SICHERHEITSHINWEISE
- 2 ZWECK UND EIGENSCHAFTEN
- 3 FUNKTIONS- UND BEDIENELEMENTE
- 4 HANDHABUNG
- 5 TECHNISCHE DATEN
- 6 ENTSORGUNG

### 1 SICHERHEITSHINWEISE



**Achtung!**

- Vor Inbetriebnahme des Gerätes ist die Betriebsanleitung sorgfältig und vollständig zu lesen. Sie schützen sich und vermeiden Schäden an Ihrem Gerät.
- Das Gerät nicht in Betrieb nehmen, wenn Beschädigungen am Gerät sichtbar sind.
- Verwenden Sie das Gerät nur für den dafür vorgesehene Zweck.

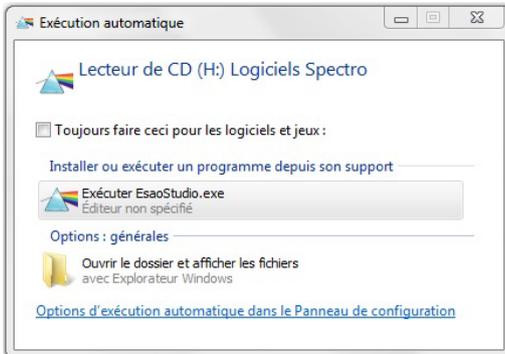
### 2 ZWECK UND EIGENSCHAFTEN

Das Spektrometer Pro LED ist ein speziell entwickeltes Messgerät für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Es ist einfach zu bedienen und bietet mit seiner intuitiven integrierten Software eine einzigartige Umgebung zum Visualisieren, Messen, Vergleichen und Auswerten. Damit Sie Ihre Hände während der Experimente frei haben, ist eine Glasfaser-Halterung verfügbar. Das zu untersuchende Licht wird über die Lichtwellenleiter-Faser an das Spektrometer gekoppelt, wo es auf ein fest verbautes Gitter geleitet und damit spektral zerlegt wird. Die Aufzeichnung des Spektrums erfolgt mit Hilfe eines CCD-Array, sodass das vollständige Spektrum auf einen Schlag erfasst wird, was es ermöglicht, auch schnelle Änderungen in einem Spektrum sicher zu erfassen. Die im Gerät integrierte Software benötigt keine Installation und kann nach dem Anschließen des Spektrometers via USB-Schnittstelle mit dem PC sofort verwendet werden. Die Stromversorgung erfolgt über ein separates 12V Netzteil, welches im Lieferumfang enthalten ist.

### 3 FUNKTIONS- UND BEDIENELEMENTE

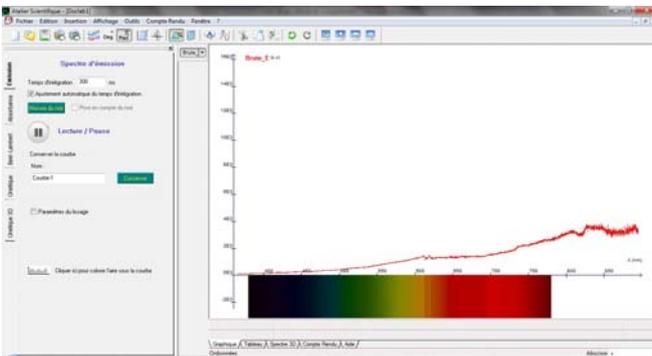
#### 3.1 Installation

- Schalten Sie Ihren Computer ein.
- Schließen Sie das Gerät an das Stromnetz an.
- Schließen Sie die Kamera über USB an den Computer an.
- Klicken Sie in dem folgenden Fenster auf Ausführen um die Software zu starten.



#### 3.2 Inbetriebnahme

Nach dem Start der Software erscheint das Fenster der Benutzeroberfläche und das Spektrum wird angezeigt.



#### Integrationszeit

Ermöglicht Ihnen, die Intensität der Grafik einzustellen. Standardmäßig wird die Integrationszeit automatisch angepasst. Um diese Funktion zu deaktivieren, deaktivieren Sie einfach das Kontrollkästchen und stellen Sie dann die Integrationszeit so ein, dass das Spektrum den größten Teil des Fensters einnimmt.

Durch die Erhöhung der Integrationszeit erhöhen Sie die Intensität, aber Sie bewegen den Nullpunkt, es ist daher ratsam, die Integrationszeit vor der Durchführung der Softwarekalibrierung anzupassen. Seien Sie vorsichtig, wenn Sie die Integrationszeit erhöhen, Sie erhöhen auch die Intensität des Rauschens.

#### Dunkelmessung

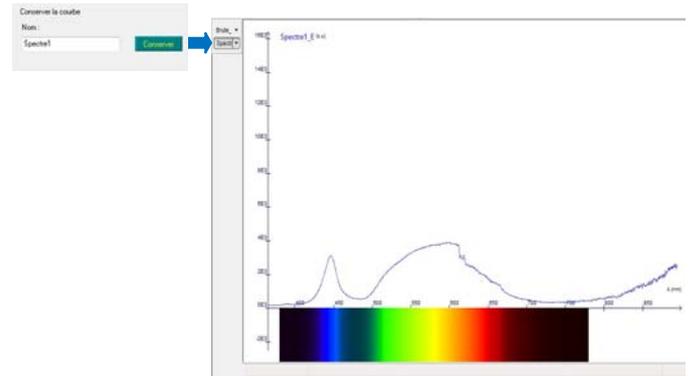
Wenn Sie sich nicht in perfekten experimentellen Bedingungen befinden, können Sie das parasitäre Spektrum vom Umgebungslicht abziehen, indem Sie das Dunkelspektrum aufnehmen.

#### Spektrenanalyse

Durch Klicken auf  wird die Kurve eingefroren. Nach der Unterbrechung der Aufnahme können Sie alle Auswertefunktionen der Software nutzen. Um die Spektrenaufnahme neu zu starten, klicken Sie auf .

#### Aufnehmen einer Kurve

Benennen Sie die Kurve und klicken Sie auf speichern. Der Name erscheint in der linken oberen Ecke des Grafikfensters. Die Kurve "Brute\_E" entspricht der Erfassung des Spektrums in Echtzeit (die Zeichen "\_E" bedeuten, dass es sich um ein Emissionsspektrum handelt).

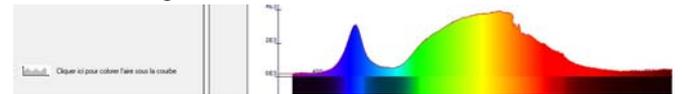


#### Spektrum ein-/ausblenden

Klicken Sie auf den Namen des Spektrums, das Sie anzeigen möchten klicken Sie erneut auf seinen Namen, um es wieder auszublenden. Es ist auch möglich, mehrere gespeicherte Kurven gleichzeitig anzuzeigen.

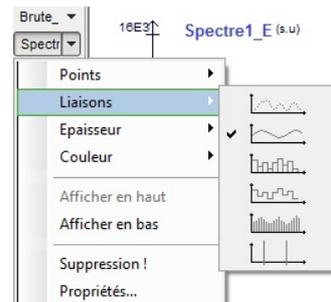
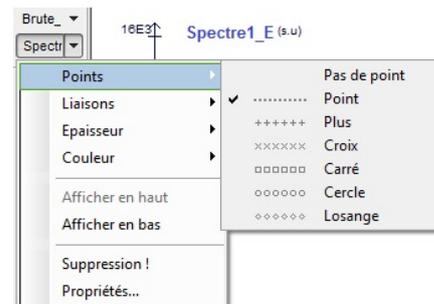
#### Einfärbung der Fläche unter der Kurve

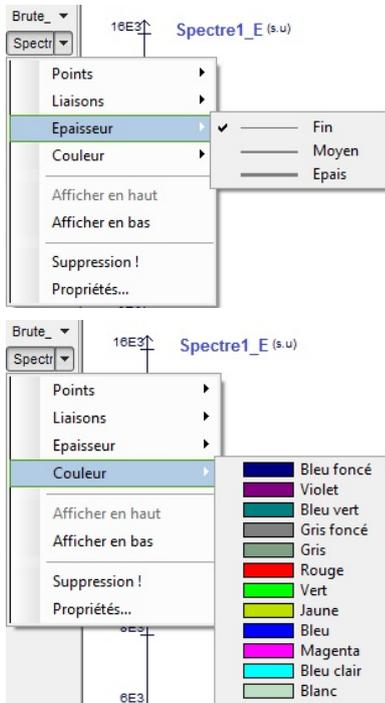
Diese Farbgebung ermöglicht eine einfache Visualisierung der Wellenlängen.



#### Optionen für die Kurvenanzeige

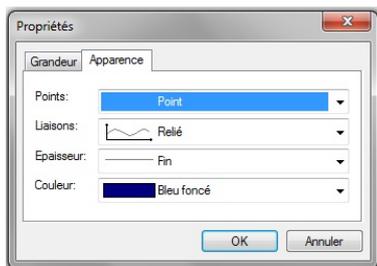
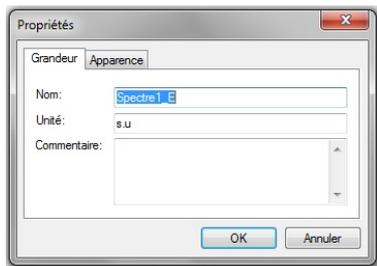
Die Optionen zur Kurvenanzeige sind verfügbar, wenn Sie mit der rechten Maustaste auf den Kurvennamen klicken. Es ist dann möglich, den Stil der Punkte, die Verbindungen (Punktmodus, gebundener Modus, Histogramm, Treppe, vertikale oder vertikale gerade Segmente), die Dicke der Linie und ihre Farbe zu ändern.





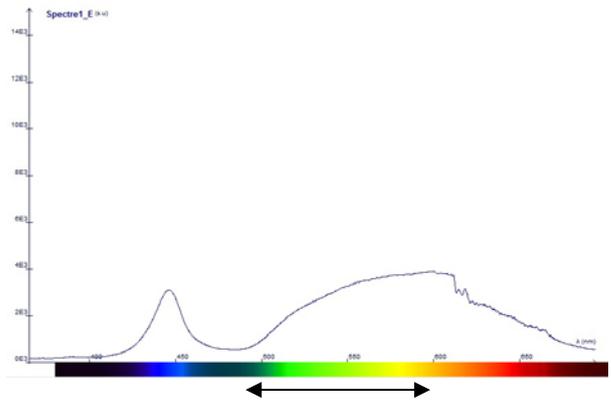
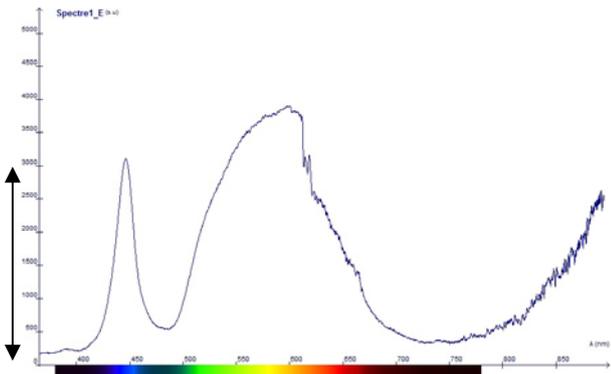
Es ist möglich, die Kurve zu löschen, indem man Delete! wählt.

Die Option Properties fasst alle Formatierungsoptionen zusammen.



### Erweitern der Skala

Zeigen Sie mit der Maus auf eine der Skalen, klicken und ziehen Sie, um die Skalen zu dehnen oder zu komprimieren.

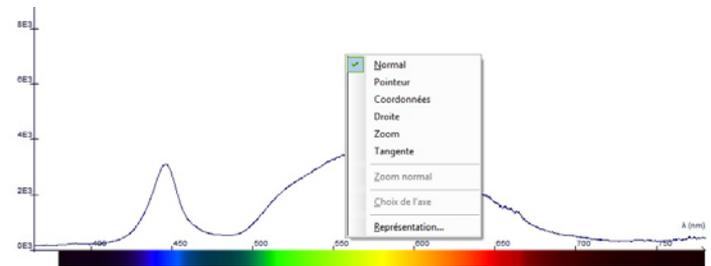


### Übersetzen der Skala

Halten Sie die STRG-Taste gedrückt, während Sie auf eine der Achsen klicken und ziehen, um das Spektrum entlang der entsprechenden Achse zu verschieben.

### Normaler Modus

Ermöglicht es Ihnen, durch das Spektrum zu navigieren, Skalen zu dehnen und zu verschieben.



### Positionieren eines Zeigers

Positionieren Sie Ihre Maus an der gewünschten Stelle auf dem Spektrum, um die Wellenlänge und Intensität anzuzeigen.

### Koordinaten anzeigen

Platzieren Sie Ihre Maus auf dem Spektrum an der gewünschten Stelle und tippen Sie auf "Enter", um die Position Ihres Markers zu bestätigen und festzulegen. Dieser Marker bleibt dauerhaft im Spektrum. Um ihn zu löschen, wiederholen Sie den Vorgang der Anzeige des Markers an der gleichen Stelle wie die, die Sie löschen möchten.

### Eine Zeile einfügen

Platzieren Sie Ihre Maus an der gewünschten Stelle auf dem Spektrum, ziehen Sie sie nach rechts und tippen Sie auf "Enter", um die Position Ihrer Rechten zu bestätigen und festzulegen.

### Eine Tangente einfügen

Platzieren Sie Ihre Maus auf dem Spektrum an der gewünschten Stelle und tippen Sie auf "Enter", um die Position Ihrer Tangente zu bestätigen und festzulegen.

### Vergrößern

Zeichne ein Rechteck, das den Teil des Spektrums darstellt, in das du zoomen möchtest.

Klicken Sie auf Normalzoom, um zur Ausgangsanzeige zurückzukehren.

## Modellierungsoptionen

Klicken Sie auf das entsprechende Symbol, um den Modellierungsassistenten anzuzeigen.

Es stehen verschiedene Arten der mathematischen Modellierung zur Verfügung.



## 4 HANDHABUNG

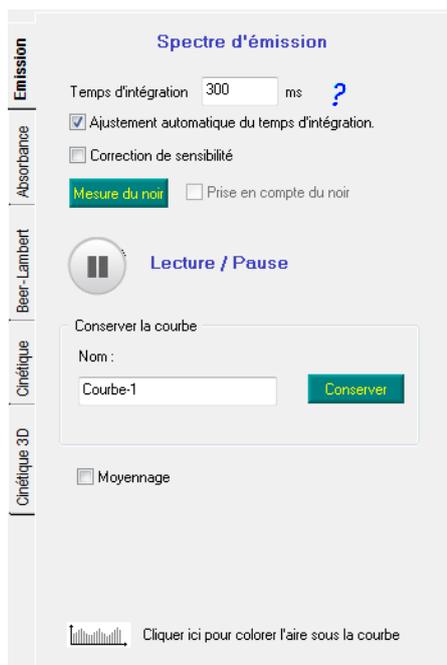
### Emissionsmodus

Der Emissionsmodus ermöglicht die Messung des Emissionsspektrums der Lichtquellen, dieses Spektrum kann roh oder in der Amplitude korrigiert dargestellt werden.

Das Gerät, das Ihnen zur Verfügung steht, verfügt über die Empfindlichkeitskorrektur, die es ihm ermöglicht, ein reales Spektrum zu transkribieren und nicht ein Spektrum, das durch die Empfindlichkeit des Geräts bei verschiedenen Wellenlängen moduliert wird. Die Verwendung dieser Funktion ist sehr wichtig für die Visualisierung kontinuierlicher Spektren: Glühlampe, Sonnenspektrum.....

Wählen Sie dazu die Registerkarte 'Senden'.

Passen Sie die Integrationszeit so an, dass das Spektrum den größten Teil des Fensters einnimmt, ohne zusammenzubrechen.



### Absorption und Transmission

Vor jeder Absorptions- oder Transmissionsmessung müssen Sie eine Kalibrierung von Null- (auch "Dunkelmessung" genannt) und Referenzspektrum durchführen.

Der Absorptionsmodus ermöglicht es, die optische Dichte und/oder den Transmissionskoeffizienten einer Probe entsprechend den Wellenlängen zu messen.

Wählen Sie dazu die Registerkarte 'Absorption'.

Passen Sie die Integrationszeit so an, dass das Spektrum den größten Teil des Fensters einnimmt, ohne zusammenzubrechen.

Dann messen Sie die Referenzprobe. Diese bestimmt die Referenzmenge des Lichts entsprechend der jeweiligen Wellenlänge.

Schalten Sie die Lichtquelle aus und messen Sie den Hintergrund. Dieser bestimmt den Rauschpegel, der während der Messung von der Kurve abgezogen werden soll.

Setzen Sie die Küvette mit der farbigen Lösung ein. Benennen Sie Ihre Lösung und starten Sie die Erfassung, indem Sie auf "Messung" klicken.

Auf der Grafik finden Sie die Darstellung der folgenden Kurven: roh, weiß, schwarz, schwarz, schwarz, Lösungsname 'A' (für Absorption), Lösungsname 'T' (für Transmission).



### Kinetischer Modus

Für die Untersuchung langsamer Reaktionen, die eine Veränderung der Farbe der Lösung bewirken, wie z.B. die Oxidation von Iodidionen, kann das LED Spektrometer verwendet werden, um die Kinetik dieser Reaktion zu bestimmen.

Wählen Sie dazu die Registerkarte 'Kinetik'. Sie erhalten das folgende Fenster:

Vor der Aufnahme muss das Gerät kalibriert werden. Setzen Sie eine Zelle mit Ihrer Referenzlösung in den Küvettenhalter ein und klicken Sie dann auf 'Kalibrierung'.

Das Gerät führt zunächst die Dunkelkalibrierung durch und fordert Sie über ein Dialogfenster auf, die Lampenstromversorgung auszuschalten.

Wenn die Kalibrierungsphase abgeschlossen ist, können Sie die Stromversorgung der Lampe wiederherstellen (die Software wird es Ihnen mitteilen).

Es ist möglich, die Kinetik bei zwei verschiedenen Wellenlängen zu untersuchen. Wenn Sie nur eine Wellenlänge untersuchen möchten, stellen Sie den gleichen Wert für  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$  ein.

Wählen Sie das Zeitintervall zwischen zwei Aufnahmen und starten Sie die Aufnahme.

Es ist dann möglich, die Aufnahme durch Anklicken von "Stop" zu beenden.

**Cinétique**

Calibration

Insérer une cuve remplie de solvant dans le porte cuve. Fermer le capot. **Calibration**

Paramètres d'acquisition

**Choix de longueur(s) d'onde**

$\lambda 1$   nm

$\lambda 2$   nm

**Paramètres temporels**

Durée entre deux acquisitions (en s)

Acquisition en fonction du temps

Insérer la cuve contenant la solution dans le porte cuve. Fermer le capot.

**Démarrer**

Etalonnage du noir...

Couper l'alimentation de la lampe, puis cliquer sur 'ok'

**OK**

Acquisition en fonction du temps

Insérer la cuve contenant la solution dans le porte cuve. Fermer le capot.

**Arrêter**

Das Gerät führt zunächst die Dunkelkalibrierung durch und fordert Sie über ein Dialogfenster auf, die Lampenstromversorgung auszuschalten.

Etalonnage du noir...

Couper l'alimentation de la lampe, puis cliquer sur 'ok'

**OK**

Wenn die Kalibrierungsphase abgeschlossen ist, können Sie die Stromversorgung der Lampe wiederherstellen (die Software wird es Ihnen mitteilen).

Sie können nun eine Aufnahme starten:

- geben Sie die Wellenlänge an, bei der Sie arbeiten möchten,
- geben Sie die charakteristische Größe von  $v$  sowie dessen Einheit an, im Allgemeinen die Konzentration der analysierten Lösungen,
- geben Sie für jede Probe den Wert ihrer Konzentration an und klicken Sie auf 'Validierung'.

Etalonnage

**Choix de longueur(s) d'onde** **Nouveau**

$\lambda 1$   nm

**Grandeur mesurée en abscisse**

Nom

Unité

**Acquisition manuelle**

Valeur en X  mol/L **Validation**

Nach der Erfassung jeder Probe wird ein Punkt zur Kurve hinzugefügt, der die Entwicklung der Absorption von Lösungen entsprechend ihrer Konzentration darstellt. Diese Kurve veranschaulicht direkt das Beer-Lambert-Gesetz.

### Beer-Lambert

Das Gesetz von Beer-Lambert kann direkt an der Software überprüft werden, ohne eine externe Kalkulationstabelle durchlaufen zu müssen.

Wählen Sie dazu die Registerkarte 'Beer-Lambert'. Sie erhalten das folgende Fenster:

**Acquisition manuelle**

Calibration

Insérer une cuve remplie de solvant dans le porte cuve. Fermer le capot. **Calibration**

Etalonnage

**Choix de longueur(s) d'onde** **Nouveau**

$\lambda 1$   nm

**Grandeur mesurée en abscisse**

Nom

Unité

**Acquisition manuelle**

Valeur en X  **Validation**

Solution inconnue

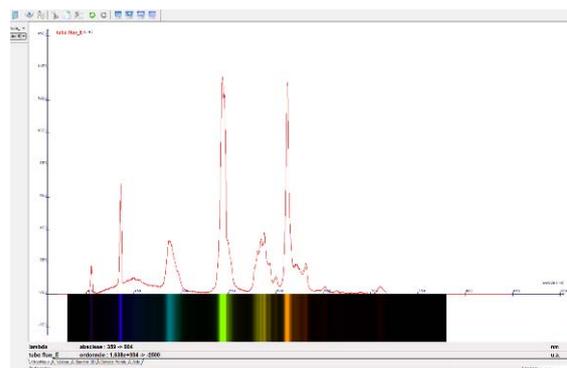
Insérer une cuve contenant la solution inconnue dans le porte cuve. **Mesure** **?**

Vor der Aufnahme muss das Gerät kalibriert werden. Setzen Sie eine Zelle mit Ihrer Referenzlösung in den Küvettenhalter ein und klicken Sie dann auf 'Kalibrierung'.

### Alltagsspektren Leuchtstoffröhre

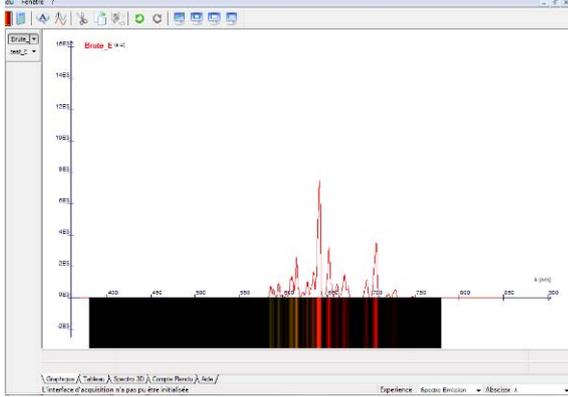
Es gibt gut markierte Emissionslinien und eine kontinuierliche Emissionszone. Alle Leuchtstofflampen erzeugen sichtbares Licht durch zwei gleichzeitige Prozesse. Einerseits erzeugt die Ionisation einer Mischung aus Argon- und Quecksilberdampf bei niedrigem Druck und unter Einwirkung eines elektrischen Stroms Licht im ultravioletten Bereich. Diese Strahlung wird dann durch das fluoreszierende Pulver, dessen Zusammensetzung spezifisch für den Lichtschatten ist, auf der Oberfläche der Röhre in sichtbares Licht umgewandelt.

Die mit dem Spektrometer beobachteten Linien sind daher die Gasemissionslinien und das kontinuierliche Spektrum ist das des fluoreszierenden Pulvers, das durch die ultraviolette Emission des Argon- und Quecksilberdampfgemischs angeregt wird.



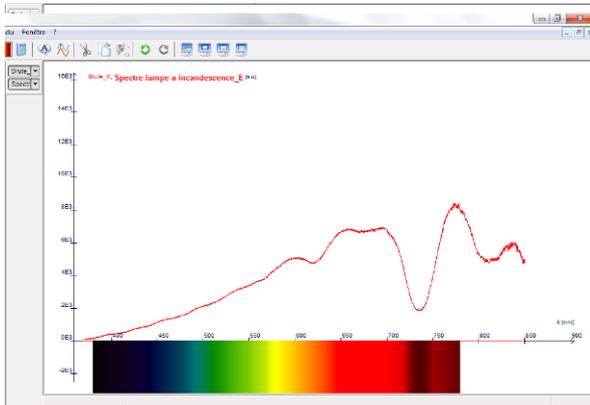
## Neonlicht: preiswerte Spektrallampe

Das Neonlicht ist die am weitesten verbreitete und billigste "reine" Spektralquelle auf dem Markt. Sie zeichnet sich durch eine große Anzahl von Linien von gelb bis infrarot aus.



## Glühlampe: das kontinuierliche Spektrum

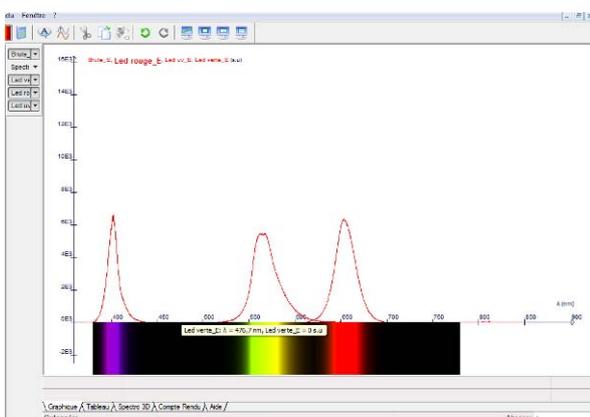
Die Glühlampe emittiert ein kontinuierliches Spektrum von nahem Ultraviolett (sehr niedrig) bis Infrarot. Abhängig von der verwendeten Glühbirne gibt es eine höhere oder niedrigere Intensität im Infrarot (Standardfaden, Wolfram, Metallreflektorbirne, dichroitisch...). Auch der blaue Himmel oder die Emission der Sonne kann beobachtet werden.



## Violette, grüne und rote LED

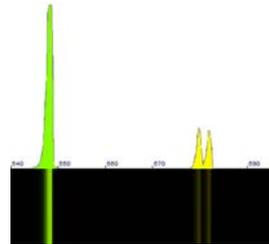
Eine LED ist eine elektronische Komponente, die in der Lage ist, Licht zu emittieren, wenn ein elektrischer Strom durch sie fließt.

Seine Strahlung ist spektral gut markiert, auch wenn sie noch lange nicht monochromatisch ist (die Emissionsbande liegt im Bereich von 50 bis 100 nm).



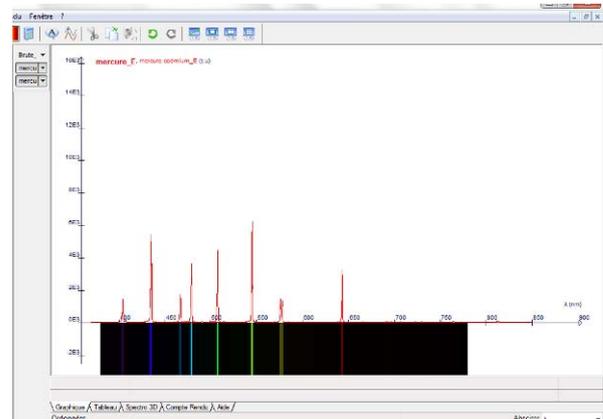
## Quecksilberquelle

Eine Quecksilberlampe besteht aus einem mit Gas gefüllten Glaskolben unter niedrigem Druck, durch den ein elektrischer Strom geleitet wird, der zur Produktion von Photonen führt. Die Niederdruck-Quecksilberlampe hat ein Linienspektrum im ultravioletten und sichtbaren Bereich. Das Ultraviolett wird durch das Schutzfenster weitgehend blockiert. Die Linien bei 404.7, 408, 435.8, 546.1, 577, 579.1 nm können mit den in der Registerkarte "Tools" verfügbaren Zeigern leicht gemessen werden.



## Quelle Quecksilber-Cadmium

Die Quecksilber- und Cadmiumquelle überlappt die Linien der beiden Quellen. Es ist eine sehr praktische Quelle, wenn Sie ein Gerät identifizieren oder kalibrieren wollen, da die Anzahl der Leitungen bei vergleichbarer Intensität so hoch und in regelmäßigen Abständen ist.



## Laserstrahlen

Man kann nicht nur Linien zu identifizieren, Sie können auch charakterisiert werden.

So wird beispielsweise die Analyse der Lasermonochromie immer präziser: Es ist möglich, die Breite der Emissionspitze eines Gaslasers (z.B. Helium-Neon) von der einer Laserdiode zu unterscheiden, ohne dass die Messung tatsächlich den Auflösungsgrenzen des Gerätes entspricht.



## 5 TECHNISCHE DATEN

### Spektrometer

- Abmessungen (mm): 133x120x60
- Masse: 950 g
- Material: Metallgehäuse
- Spektralbereich: 350 - 900 nm
- Auflösung: 1 nm
- lineares CCD 3600 Pixel
- Integrationszeit: einstellbar von 0,1 ms bis 60 s
- Montagetyp: Czerny Turner
- Gitter: 600 Linien / mm
- Schnittstelle: USB 2.0
- Faseranschluss: SMA 905 - Faser: 2 m + Faserhalter am Stiel
- Software: eingebettet (keine Installation notwendig)
- Kompatibel: Windows 2000 / XP / Vista / 7 / 8 / 10 in 32 und 64 Bit

### Spezifikationen des Küvettenhalters

- Abmessungen: 65x100x55
- Masse: 250 g
- Kalibrierte Niederspannungslichtquelle
- Stromversorgung: 12V
- Küvettenmaße 10 x 10 mm
- 2 Slots für Filter im Format 50 x 50 mm
- 1 Slot für einen Chip D40 mm

## 6 ENTSORGUNG

Die Verpackung besteht überwiegend aus umweltverträglichen Materialien, die den örtlichen Recyclingstellen zugeführt werden sollten.



Dieses Produkt gehört nicht in die normale Müllentsorgung (Hausmüll). Soll dieses Gerät entsorgt werden, so senden Sie es bitte zur fachgerechten Entsorgung an die unten stehende Adresse.

PHYWE Systeme GmbH & Co. KG  
Abteilung Kundendienst  
Robert-Bosch-Breite 10  
D-37079 Göttingen

Telefon +49 (0) 551 604-274  
Fax +49 (0) 551 604-246