

# Pyranometer

## PYR-BTA

Das Vernier Pyranometer misst elektromagnetische Strahlung in Watt pro Quadratmeter.

Es ist empfindlich für den Bereich vom UV-Licht über das sichtbare Licht bis in den nahen infraroten Bereich. Dies ist auch das Spektrum, in dem fast die gesamte Sonnenenergie konzentriert ist.

Der Sensor eignet sich sehr gut für Experimente mit Solarzellen und zur Berechnung von deren Effizienz. Er ist wasserdicht und besitzt eine abgerundete Oberseite, um für einen großen Bereich an Sonnenwinkeln erreichbar zu sein.



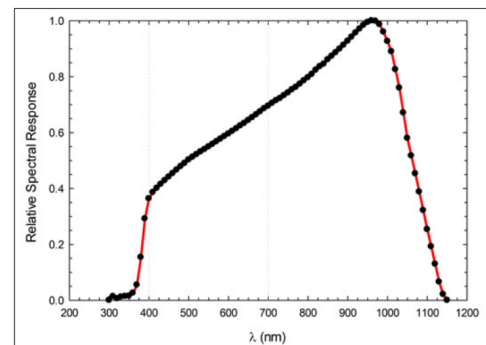
Pyranometer

Ein ideales Pyranometer misst das gesamte Sonnenspektrum von 280 nm - 2800 nm. 90% der Sonnenenergie ist jedoch in den Wellenlängen zwischen 300 nm und 1100 nm enthalten. Das Vernier Pyranometer arbeitet in diesem Bereich.

Das Pyranometer ist kosinuskorrigiert und ist so gebaut, dass es seine Genauigkeit beibehält, wenn Strahlung aus verschiedenen Winkeln eintrifft.

Bedingt durch diese Korrektur beträgt die Genauigkeit  $\pm 5\%$ , wenn die Sonne  $75^\circ$  zum Zenit steht. Zenitwinkel größer als  $75^\circ$  machen weniger als 3% der täglichen Strahlung aus.

Es wurde entwickelt für die dauerhafte Verwendung im Außenbereich. Der Sensor kann in Wasser getaucht werden, die schwarze Elektronikbox sollte jedoch trocken bleiben.



Spektralbereich des Vernier Pyranometers

### Lieferumfang

- Vernier Pyranometer mit sechs Meter langem Kabel
- Abdeckung für die Linse des Pyranometers
- Handbuch (diese Anleitung)

Bitte beachten Sie, dass die Produkte von Vernier speziell für Unterrichtszwecke entwickelt werden. Sie sind für Industrie-, Medizin-, Forschungs- und Produktionszwecke nicht geeignet.

### Unterstützte Geräte

Aufzeichnung der Messwerte von Strahlungssensoren								
Referenz	LabQuest2	LabQuest	LabQuest Mini mit Computer	GO!Link	Sensor DAQ	TI Nspire / LabCradle	LabQuest Stream	GW Link
PAR-BTA	•	•	•	•	•	•	○ <sup>1</sup>	○ <sup>1</sup>
PYR-BTA	•	•	•	•	•	•	•	•

<sup>1</sup> mit der Standard-Kalibrierung (eigene Kalibrierung soll in einer künftigen Version unterstützt werden).

Unter [www.vernier.com/manuals/pyr-bta](http://www.vernier.com/manuals/pyr-bta) finden Sie eine aktuelle Liste zur Unterstützung auch neuer Interfaces wie GW-LINK und LabQuest Stream mit zugehöriger Software.

### Software zur Messwernerfassung

Sie benötigen ein Interface mit BTA-Anschluss und eine geeignete Software zur Darstellung und Auswertung der Daten.

- Logger Pro (in Verbindung mit LabQuest, LabQuest Mini oder Go!Link)
- Logger Lite (in Verbindung mit LabQuest, LabQuest Mini oder Go!Link)
- LabQuest App (in Verbindung mit LabQuest als eigenständigem Gerät)

Weitere Informationen z.B. zur drahtlosen Übertragung auf iOS und Android Geräte finden Sie unter [www.vernier.com/pyr-bta](http://www.vernier.com/pyr-bta).

# Messungen mit dem Pyranometer durchführen

## Befestigung des Pyranometers

Das Pyranometer kann dauerhaft im Außenbereich befestigt und verwendet werden. Es ist wasserdicht und seine Linse eignet sich für einen großen Bereich an Sonnenwinkeln. Die schwarze Elektronikbox sollte hingegen trocken gehalten werden. Der Sensor sollte so befestigt werden, dass die weiße Linse gerade nach oben zeigt und mit dem Kabel in Richtung Norden (auf der Nordhalbkugel) bzw. in Richtung Süden (auf der Südhalbkugel). Die Nylon-Befestigungsschraube sollte zur Befestigung an massiven Objekten verwendet werden.

## Reinigung des Pyranometers

Ablagerungen auf der Linse des Pyranometers ergeben verringerte Messwerte. Salzablagerungen können sich auf dem Sensor durch Verdunstung von Wasser aus Berieselungsanlagen ansammeln und Staub durch Perioden mit geringen Niederschlägen. Salzablagerungen sollten mit Essig und einem weichen Tuch oder einem Wattestäbchen entfernt werden. Staub und andere organischen Ablagerungen werden am besten mit Wasser, Reinigungsalkohol oder Fensterreiniger entfernt. Verwenden Sie niemals aggressive Reinigungsmittel auf der Linse.

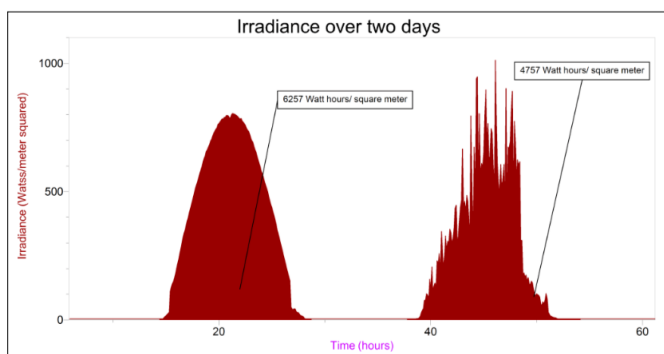
## Allgemeine Vorgehensweise

1. Verbinden Sie den Sensor mit dem Interface.
2. Starten Sie die Messwerterfassungssoftware.
3. Die Software erkennt den Sensor und lädt die Standardeinstellungen. Sie können nun mit der Messwerterfassung beginnen.
4. Wenn Sie eine ältere Software-Version oder ein fremdes Interface verwenden könnte es vorkommen, dass der Sensor nicht automatisch erkannt wird. Sie können in diesem Fall die Spannungswerte (0-5 Volt) unverarbeitet vom Sensor lesen und eine neue Berechnungsspalte anlegen, um den Spannungswert mit 250 zu multiplizieren und die Spannung so in die Bestrahlungsstärke in Watt pro Quadratmeter umzuwandeln.

## Mögliche Experimente

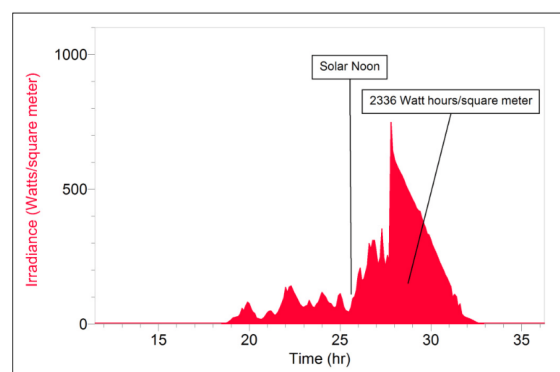
### Die Energie der Sonne mehrere Tage lang überwachen

Die Abbildung zeigt Daten eines Pyranometers, die an zwei aufeinanderfolgenden Tagen erfasst wurden. Am ersten Tag war der Himmel fast klar, der zweite Tag war teilweise bewölkt. Das Integral der Bestrahlungsstärke über die Zeit ist ein Maß für die Energie pro Quadratmeter.



Die nächste Abbildung zeigt die Daten eines Tages mit recht ähnlichem Witterungsverlauf mit dicken Wolken am Morgen, die sich am Nachmittag auflösen.

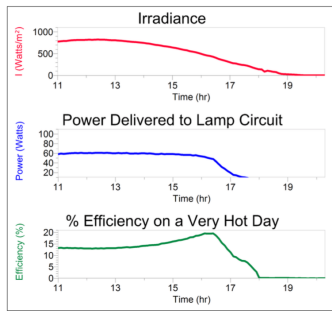
Die insgesamt verfügbare Sonnenenergie an diesem Tag ist erheblich geringer.



### Die Effizienz von Solarzellen

Da das Pyranometer Watt pro Quadratmeter misst, ermöglicht es die Effizienz einer Photovoltaikanlage einfach zu bestimmen. Sie müssen die Oberfläche der Solarzellen messen und anschließend den an den Stromkreis gelieferten Strom und die Spannung überprüfen. Für die Graphen in der Abbildung wurde ein Autoscheinwerfer von einer ziemlich großen (etwa einen halben Quadratmeter) Solarzelle gespeist. Die Zelle wurde im für den Ort empfohlenen Winkel angebracht. Das Experiment wurde an einem sehr heißen Tag durchgeführt (39°C).

Der Strom im Stromkreis wurde mit dem Vernier Hochstromsensor (HCS-BTA) gemessen und die Spannung mit dem Vernier 30 Volt-Spannungssensor (30V-BTA). Die Leistung wurde als Produkt aus Strom und Spannung berechnet. Beachten Sie dass die Effizienz des Systems zwischen 13 % und 20 % variiert.



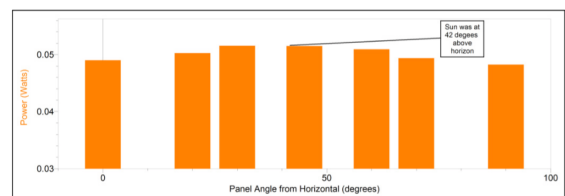
## Untersuchung zur Steuerung von Solarzellen

Mit Solarzellen können viele Experimente durchgeführt werden. Einige Beispiele:

- Wie ist die optimale Neigung für die Solarzelle?
- Inwieweit verbessert es die Effizienz der Zellen, wenn die Sonne in vertikaler Richtung verfolgt wird (d. h. der Neigungswinkel über den Tag verändert wird)?
- Inwieweit beeinflusst es die Effizienz der Zellen, wenn die Sonne in horizontaler Richtung verfolgt wird (d. h. die Zellen von Ost nach West bewegt werden)?
- Wie verändert sich die Effizienz der Zellen mit der Temperatur?
- Welche Auswirkungen haben geringe Mengen von Staub und Dreck auf die Effizienz der Zellen?

Wird das Pyranometer als Kontrolle während der Experimente verwendet, kann sichergestellt werden, dass die Menge der verfügbaren Solarenergie während des Experiments konstant war und die Effizienz der Zellen unter verschiedenen Bedingungen berechnet werden kann.

Die Abbildung zeigt die Ergebnisse eines Experiments mit einer kleinen Solarzelle. Hier wurde der Neigungswinkel mit dem Pyranometer überprüft um sicher zu gehen, dass die Bestrahlungsstärke während der Messwerterfassung konstant blieb.



## Videos

Unter [www.vernier.com/pyr-bta](http://www.vernier.com/pyr-bta) finden Sie Videos zu diesem Sensor.

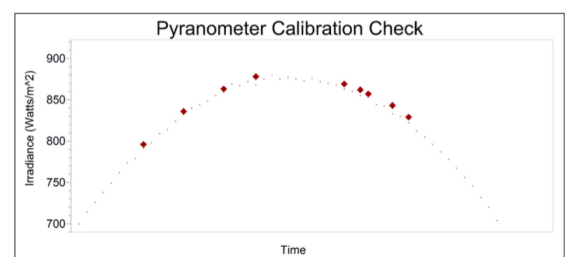
## Kalibrierung

Es ist nicht nötig den Sensor zu kalibrieren, da er vor dem Versand werksseitig kalibriert wurde. Sie können einfach die passende Datei verwenden, die in Ihrem Datenerfassungsprogramm von Vernier gespeichert ist.

## Überprüfung der Kalibrierung

Die Kalibrierung des Sensors kann mit der sogenannten *Clear Sky Calibration* überprüft werden. Das zugrundeliegende Konzept besagt, dass wenn Sie Breitengrad, Längengrad, Höhe, Tageszeit, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit kennen, die Bestrahlungsstärke an einem Tag mit vollkommen klarem Himmel (keine Wolken oder Verunreinigungen) bekannt ist. Die Daten erhalten Sie an einem solchen Tag unter [www.clearskycalculator.com](http://www.clearskycalculator.com).

Ist der Messwert des Pyranometers dauerhaft niedriger als der berechnete Wert von der Internetseite, sollte das Pyranometer gereinigt oder neu abgeglichen werden.



Auf der Internetseite wird die Bestrahlungsstärke in Watt pro Quadratmeter angegeben, ein vollkommen klarer Himmel vorausgesetzt. Den berechneten Wert, den Sie von der Homepage erhalten, können Sie mit dem Messwert des Pyranometers vergleichen. Wiederholen Sie die Prozedur wenn möglich mehrere Male an verschiedenen Tagen um die Mittagszeit.

Die Abbildung zeigt eine beispielhafte Überprüfung der Kalibrierung. Die Messwerte des Pyranometers sind als Punkte dargestellt, die berechneten Werte der Internetseite als Rauten.

## Problembehandlung

Unter [www.vernier.com/til/2777](http://www.vernier.com/til/2777) finden Sie weitere Informationen zur Problembehandlung sowie einen FAQ-Bereich.

## Technische Daten

Bestrahlungsstärke-Bereich:	0 bis 1100 W/m <sup>2</sup> (in direkter Sonne)
Absolute Genauigkeit:	±5%
Wiederholbarkeit:	±1%
Langzeitabweichung:	weniger als 3% pro Jahr
Kosinus-Verhalten:	
45° Scheitelwinkel	1 %
75° Scheitelwinkel	±5%
Abgedeckte Wellenlängen:	370-1140 nm
Stromaufnahme:	300 µA
12-bit Auflösung (LabQuest, LabQuest2, LabQuest Mini, Lab-Pro, Go!Link):	0,3 W/m <sup>2</sup>
10-bit Auflösung (CBL2):	1,2 W/m <sup>2</sup>
Sensorabmessungen:	
Durchmesser:	2,4 cm
Höhe:	2,75 cm
Material:	Eloxiertes Aluminium mit gegossener Acryllinse
Betriebsumgebung:	
Temperatur:	-25°C bis 55°C
relative Luftfeuchtigkeit:	0-100%
Gespeicherte Kalibrierungswerte:	
Steigung:	250 W/m <sup>2</sup> / Volt
Achsenabschnitt:	0 W/m <sup>2</sup>

## Zubehör

Dieser Sensor eignet sich für die Verwendung mit Strom- und Spannungssensoren bei Untersuchungen von Solarenergie mit kleinen Solarzellen (Seitenlänge von wenigen Zentimetern).

Für Experimente mit kleinen Solarzellen:

- Stromsensor (max. Strom 0,6 A) - DCP-BTA
- Differentieller Spannungssensor (max. 6 V) - DVP-BTA
- Spannungssensor (max. 10 V) - VP-BTA

Für Experimente mit großen Solarzellen (größer als 30 cm):

- Hochstromsensor (max. 10 A) - HCS-BTA
- 30-Volt Spannungssensor (max. 30 V) - 30V-BTA

## Gewährleistung

Vernier gibt auf dieses Produkt fünf Jahre Garantie ab dem Tag der Auslieferung an den Kunden. Die Garantie ist beschränkt auf fehlerhaftes Material oder fehlerhafte Herstellung. Fehler durch falsche Handhabung sind von der Garantie ausgeschlossen.



Technik-LPE GmbH  
Friedrichsdorfer Landstr. 64  
69412 Eberbach

06271 944650-1  
info@technik-lpe.com

*basiert auf Stand 18.09.2015*

*Stand 12. Juli 2016*