

Photosynthese-Sensor PAR-BTA

Der Photosynthesensensor misst die photosynthetische Lichtstärke in Luft oder auch in Wasser. Der Sensor reagiert auf sichtbares Licht in dem Spektralbereich, der von Pflanzen während der Photosynthese verwendet wird (400 - 700 nm). Er hat einen wasserdichten Sensorkopf und bestimmt die photosynthetische Photonendichte (PPFD), in $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Mikromol Photonen pro Quadratmeter und Sekunde).

Der Sensor ist für die Verwendung in Sonnenlicht kalibriert, kann aber auch zum Messen der Photonendichte elektrischer Lichtquellen verwendet werden.

Der Sensor eignet sich gut für Experimente zur Photosynthese und Primärproduktion sowie für landwirtschaftliche und ökologische Untersuchungen.



Photosynthese-Sensor

Lieferumfang

- Vernier Photosynthese-Sensor
- Abdeckung für den Sensor
- 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	•	•	•	•	•	•	○ ¹	○ ¹
PYR-BTA	•	•	•	•	•	•	•	•

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

Unter www.vernier.com/manuals/par-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/par-bta.

Messungen mit dem Sensor durchführen

Sensorausrichtung

Die Sensorausrichtung ist wichtig, um optimale Ergebnisse vom Photosynthesensensor zu erhalten. Bei Messungen im Freien sollte der Sensorkopf waagrecht aufliegen und mit der weißen Linse direkt in den Himmel zeigen, während das Kabel auf der nördlichen Halbkugel nach Norden und auf der südlichen Halbkugel nach Süden zeigen sollte.

Wird die photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) einer künstlichen Lichtquelle gemessen, sollte der Sensorkopf mit der Linse genau zum Zentrum der Lichtquelle ausgerichtet werden.

Befestigung des Sensors

Der Sensor kann für kontinuierliche Messungen im Freien dauerhaft auf einer Oberfläche befestigt werden. Der Sensorkopf und die schwarze Elektronikbox sind wasserdicht. Trotzdem sollte darauf geachtet werden, dass die Elektronikbox möglichst trocken bleibt.

Für optimale Ergebnisse sollte der Sensorkopf genau waagrecht montiert werden. Die Nylon-Befestigungsschraube am unteren Ende des Sensorkopfs kann zur Fixierung des Sensors an einem festen Objekt verwendet werden.

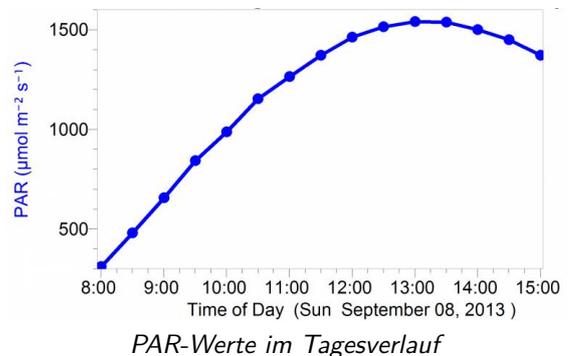
Reinigung des Sensors

Schmutz auf der Sensorlinse blockiert teilweise den optischen Lichtweg und führt zu verfälschten Messwerten. Staub und andere organische Verschmutzungen werden am besten mit Wasser oder Scheibenreiniger entfernt. Verwenden Sie niemals einen aggressiven Reiniger für die Linse. Salzablagerungen durch Meerwasser, Sprinklerwasser oder Wellenspritzer können sich mit der Zeit ebenfalls auf der Linse ansammeln. Diese sollten mit Essig gelöst und anschließend mit einem weichen Tuch entfernt werden.

Mögliche Experimente

Photosynthetisch aktive Strahlung im Tagesverlauf

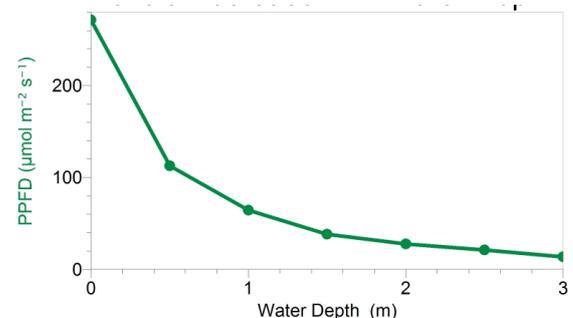
Der Sensor wird auf einer Standfläche befestigt und im Freien aufgestellt. Im Laufe des Tages werden die Messungen der photosynthetisch aktiven Strahlung aufgenommen. In der Abbildung ist zu sehen, wie diese zur Mittagszeit (12.00 bis 13.00 Uhr) ihren Höhepunkt erreicht und am Nachmittag wieder abnimmt. Ähnliche Messungen können über mehrere Tage, Monate oder das Jahr verteilt vorgenommen werden um zu sehen, wie die photosynthetische Aktivität sich während der Jahreszeiten, bei Wolkenbedeckung oder anderen Umweltbedingungen verändert.



Photosynthetisch aktive Strahlung unter Wasser

Der Sensor wird an einem Objekt befestigt, beispielsweise an einer Secchi-Scheibe, und anschließend in ein Gewässer hinabgelassen. In verschiedenen Tiefen wird so die photosynthetisch aktive Strahlung gemessen.

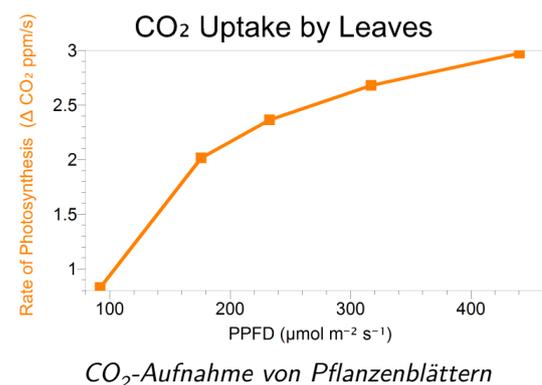
In der Abbildung ist zu sehen, wie sie mit der Wassertiefe abnimmt. Die Untersuchung kann im Laufe des Jahres wiederholt werden um zu bestimmen, wie sich die Lichtstärke in einem Gewässer saisonal verändert. Es können auch verschiedene Gewässer verglichen werden, wie nährstoffreiche und nährstoffarme Seen und Untersuchungen des physikalischen Profils eines Sees durchgeführt werden.



Die Rolle der photosynthetisch aktiven Strahlung bei der Photosynthese

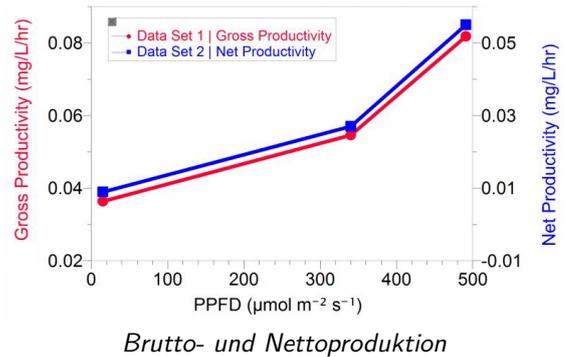
Sie können PAR mit Blättern und einem CO₂-Sensor im Fachraum untersuchen.

Die Photosyntheserate wird mit einem CO₂-Sensor bei verschiedenen PAR-Niveaus gemessen. Spinatblätter werden dazu in eine Respirationsskammer gelegt und der CO₂-Sensor am oberen Ende der Flasche befestigt. Die Kammer wird dann in die Nähe einer künstlichen Lichtquelle gestellt. Das PAR-Niveau wird gemessen und die Photosyntheserate über einen Zeitraum von 10-15 Minuten bestimmt. Das Experiment wird ein paar Mal wiederholt, wobei die Kammer jedesmal weiter von der Lichtquelle entfernt wird. Bei jedem Abstand wird das PAR-Niveau gemessen. In der Abbildung ist zu sehen, dass die CO₂-Aufnahme durch den Spinat direkt mit dem PAR-Niveau zusammenhängt.



Die Rolle der photosynthetisch aktiven Strahlung bei der Primärproduktion

Wasserproben, die Algen (Chlorella) enthalten, werden 21 Stunden lang verschiedenen Lichtintensitäten ausgesetzt. Mit dem Sensor wird dabei jedesmal das PAR-Niveau gemessen. Für jede Probe werden anschließend Brutto- und Nettproduktion berechnet. In der Abbildung ist zu sehen, dass die Primärproduktion sich erhöht, wenn das PAR-Niveau ansteigt.



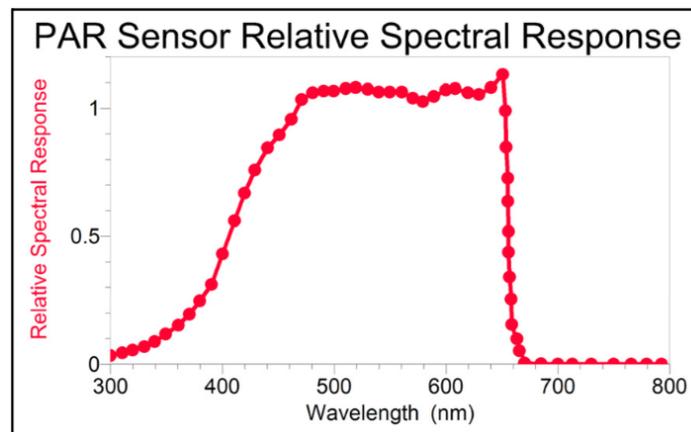
Videos

Unter www.vernier.com/par-bta finden Sie Videos zu diesem Sensor.

Funktionsweise

Der Photosynthesensensor besteht aus einem wasserdichten Sensor und einem fünf Meter langen Kabel. Das Ende des Kabels ist mit einem Spannungsverstärker verbunden, der sich in einer Elektronikbox befindet. Das Anschlusskabel dieser Box wird mit dem Interface verbunden. Der Sensorkopf besteht aus einer Acryllinse, einem Filter, einer Photodiode und einem signalverarbeitenden Schaltkreis, die in einem wasserdichten Aluminiumgehäuse untergebracht sind, um für kontinuierliche PPFD-Messungen verwendet werden zu können. Der Sensorkopf ist kosinuskorrigiert, wodurch er auch zuverlässig arbeitet, wenn Licht in unterschiedlichen Winkeln auf ihn trifft. Das auf die Linse auftreffende Licht erzeugt in der Photodiode eine zur Intensität analoge Spannung, die durch die Elektronikbox verstärkt wird. Die verstärkte Spannung wird anschließend durch die Messwerterfassungssoftware in PPFD umgewandelt.

Das spektrale Empfindlichkeitsprofil des Sensors ist in der Abbildung unten zu sehen.



Empfindlichkeit des PAR-Sensors

Terminologie

Strahlung, die Photosynthese bewirkt, wird photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) genannt und definiert als die Gesamtmenge der Strahlung über einen Spektralbereich von 400 bis 700 nm. Dies bedeutet, dass ein idealer Photosynthesensensor gleichermaßen für alle Wellenlängen zwischen 400-700 nm empfindlich sein müsste. Die summierte Lichtmenge über diesen Bereich wird photosynthetische Photonenflussdichte (PPFD) genannt und in $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ gemessen. Der Ausdruck PPFD wird von Pflanzenphysiologen oft mit PPF (photosynthetischer Photonenfluss) abgekürzt. Die beiden Ausdrücke (PPFD und PPF) sind austauschbar.

Pflanzenphysiologen bezeichnen Sensoren, die PPFD messen, auch als Quantensensoren. Ein Quant bezieht sich in diesem Fall auf die minimale Menge an Licht (ein Photon), die für die Absorption durch die Photosynthesepigmente der Pflanzen zur Verfügung stehen. Ein Photon ist ein einzelnes Lichtquant, das von Pflanzen für die Photosynthese verwendet werden kann. Auf dieser Definition basierend ist der Photosynthesensensor ein Quantensensor.

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

Mit dem *Clear Sky Calculator* www.clearskycalculator.com kann die Kalibrierung überprüft werden. Dieser gibt an einem wolkenlosen Tag die theoretische PPFD zu jeder Tageszeit an jedem Ort der Welt an. Die Anwendung ist in der Mittagssonne im Frühjahr und Sommer am genauesten.

Die Kalibrierungsgleichung an die Verwendung mit künstlichem Licht anpassen

Um die PPFD von elektrischem Licht zu messen, muss die Steigung der Kalibrierungsgleichung um 14% gesenkt werden (von 500 auf $430 \mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

1. Verbinden Sie den Sensor mit Ihrem Interface. Bei LabQuest wird der PAR-Messwert sofort angezeigt.
2. Wählen Sie im Sensormenü *Kalibrieren* → *CH1: PAR* und drücken Sie auf *Jetzt kalibrieren*.
3. Wählen Sie in der Dialogbox mit den Sensoreinstellungen den Reiter mit den Gleichungen aus.
4. Ändern Sie die Steigung von 500 auf 430.
5. Optional: Sie können die Kalibrierung auf den Sensor speichern, ansonsten wird die Kalibrierung nur für das aktuelle Experiment verwendet.

Der Sensor ist nun kalibriert PPFD von elektrischem Licht zu messen. Wenn Sie die Kalibrierung auf den Sensor übertragen haben wird sie verwendet, bis Sie sie durch eine andere Kalibrierung ersetzen oder den Sensor auf die Werkseinstellungen zurücksetzen. Dies können Sie folgendermaßen tun:

1. Wählen Sie aus dem Menü *Experiment Kalibrieren* aus und dort *CH1: PAR*.
2. Drücken Sie auf den Reiter *Kalibrierung speichern*.
3. Drücken Sie auf *Auf Werkseinstellungen zurücksetzen*.

Problembehandlung

Unter www.vernier.com/til/3113 finden Sie weitere Informationen zur Problembehandlung sowie einen FAQ-Bereich.

Technische Daten

PAR-Bereich:	0 bis $2000 \mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (in direkter Sonne)
absolute Genauigkeit:	$\pm 5\%$ (des Skalenendwerts)
Wiederholbarkeit:	$\pm 1\%$
Langzeitabweichung:	weniger als 2% pro Jahr
Kosinus-Rückmeldung:	
	45° $\pm 2\%$
	75° $\pm 5\%$
Spektralbereich:	410-655 nm
Auflösung:	$1 \mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
Sensor-Abmessungen:	
	Durchmesser: 2,4 cm
	Höhe: 2,75 cm
Material:	Eloxiertes Aluminium mit gegossener Acryllinse
Betriebsumgebung:	
	Temperatur: -40°C bis 70°C
	relative Luftfeuchtigkeit: 0-100%
	Sensorkopf und Kabel können bis zur Elektronikbox in Wasser getaucht werden
Gespeicherte Kalibrierungswerte:	
	Steigung: $500 \mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{V}$
	Achsenabschnitt: 0

Zubehör und verwandte Produkte

- optionaler Sensor für gelösten Sauerstoff (ODO-BTA)
- Kohlendioxidssensor (CO2-BTA)
- pH-Sensor (PH-BTA)
- Leitfähigkeitssensor (CON-BTA)
- Salzgehaltssensor (SAL-BTA)
- Wasserqualität-Flaschen (WQ-BOT)

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.



Im Alleinvertrieb von

heutink.technik

Sitz Adresse:
Heutink Technische Medien GmbH
Brüsseler Str. 1a
49124 Georgsmarienhütte
info@heutink-technik.de

Postanschrift:
Heutink Technische Medien GmbH
Industriepark 14
7021 BL Zelhem
info@heutink.com

*basiert auf Stand 27.09.2015
Stand 5. Juli 2016*