



apogee

INSTRUMENTS

BEDIENUNGSANLEITUNG

QUANTUM METER

Modelle MQ-500

(c) UP Umweltanalytische Produkte GmbH * www.upgmbh.com



INHALTSVERZEICHNIS

Bedienungsanleitung.....	1
Certificate of Compliance.....	3
Einleitung.....	4
Sensor Modelle.....	5
Spezifikationen.....	6
Einrichtung und Installation.....	8
Bedienung und Messung.....	9
Wartung und Nachkalibrierung.....	14
Fehlerbehebung und Kundensupport.....	16
Rückgabe- und Garantiebestimmungen.....	18

CERTIFICATE OF COMPLIANCE

EU Declaration of Conformity

Diese Konformitätserklärung wird unter der alleinigen Verantwortung des Herstellers ausgestellt:

Apogee Instruments, Inc.
721 W 1800 N
Logan, Utah 84321
USA

für das folgende Produkt::

Models: MQ-500
Type: Quantum Meter

Der Gegenstand der oben beschriebenen Erklärung steht im Einklang mit den einschlägigen Harmonisierungsgesetzen der Union:

2014/30/EU Electromagnetic Compatibility (EMC) Directive
2011/65/EU Restriction of Hazardous Substances (RoHS 2) Directive

Standards, auf die bei der Konformitätsbewertung Bezug genommen wird:

EN 61326-1:2013 Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements
EN 50581:2012 Technical documentation for the assessment of electrical and electronic products with respect to the restriction of hazardous substances

Bitte beachten Sie, dass die von uns hergestellten Produkte aufgrund der uns vorliegenden Informationen unserer Rohstofflieferanten keine der eingeschränkten Materialien wie Cadmium, sechswertiges Chrom, Blei, Quecksilber, polybromierte Biphenyle (PBB), polybromierte Diphenyle (PBDE) enthalten.

Apogee Instruments führt keine spezifische Analyse unserer Rohstoffe oder Endprodukte auf das Vorhandensein dieser Substanzen durch, sondern verlässt sich auf die Informationen, die uns von unseren Materiallieferanten zur Verfügung gestellt werden.

Unterzeichnet für und im Namen von:
Apogee Instrumente, Mai 2018



Bruce Bugbee
President
Apogee Instruments, Inc.

EINLEITUNG

Strahlung, die die Photosynthese antreibt, wird als photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) bezeichnet und wird typischerweise als Gesamtstrahlung über einen Bereich von 400 bis 700 nm definiert. PAR wird oft als photosynthetische Photonenflussdichte (PPFD) ausgedrückt: Photonenfluss in Einheiten von Mikromol pro Quadratmeter pro Sekunde ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, entspricht microEinsteins pro Quadratmeter pro Sekunde) summiert von 400 bis 700 nm (Gesamtzahl der Photonen von 400 bis 700 nm). Während Einsteins und Mikromole gleich sind (ein Einstein = ein Mol Photonen), ist der Einstein keine SI-Einheit, daher wird die Expression von PPFD als $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ bevorzugt.

Das Akronym PPF ist ebenfalls weit verbreitet und bezieht sich auf den photosynthetischen Photonenfluss. Die Akronyme PPF und PPFD beziehen sich auf denselben Parameter. Die beiden Begriffe haben sich gemeinsam entwickelt, weil es keine universelle Definition des Begriffs "Fluss" gibt. Einige Physiker definieren den Fluss als pro Flächeneinheit pro Zeiteinheit. Andere definieren den Fluss nur als Zeiteinheit. Wir haben PPFD in diesem Handbuch verwendet, weil wir der Meinung sind, dass es besser ist, vollständiger und möglicherweise redundanter zu sein. Sensoren, die PPFD messen, werden wegen der quantisierten Natur der Strahlung oft als Quantensensoren bezeichnet. Ein Quantum bezeichnet die minimale Menge an Strahlung, ein Photon, die an physikalischen Wechselwirkungen beteiligt ist (z.B. Absorption durch photosynthetische Pigmente). Mit anderen Worten, ein Photon ist ein einziges Strahlungsquantum.

Typische Anwendungen von Quantensensoren sind eingehende PPFD-Messungen über Pflanzenüberdachungen im Außenbereich oder in Gewächshäusern und Wachstumskammern sowie reflektierte oder unter der Überdachung (transmittierte) PPFD-Messungen in der gleichen Umgebung.

Apogee Instruments Quantenmessgeräte der MQ-Serie bestehen aus einem Handmessgerät und einem speziellen Quantensensor, der über ein Kabel mit einem eloxierten Aluminiumgehäuse verbunden ist. Die Sensoren bestehen aus einem gegossenen Acryl-Diffusor (Filter), einer Fotodiode und sind fest vergossen, ohne inneren Luftraum. Die Quantenmessgeräte der MQ-Serie liefern eine Echtzeit-PPFD-Anzeige auf dem LCD-Display, die die einfallende Strahlung auf einer ebenen Fläche (muss nicht horizontal sein) bestimmt, wo die Strahlung aus allen Winkeln einer Hemisphäre austritt. Die Quantenmessgeräte der MQ-Serie verfügen über manuelle und automatische Datenerfassungsfunktionen zur Durchführung von Stichprobenmessungen oder zur Berechnung des Tageslichtintegrals (DLI).

SENSOR MODELLE

Die in diesem Handbuch beschriebenen Quantenmessgeräte der Apogee MQ-Serie sind in sich abgeschlossen und werden komplett mit Handmessgerät und Sensor geliefert.

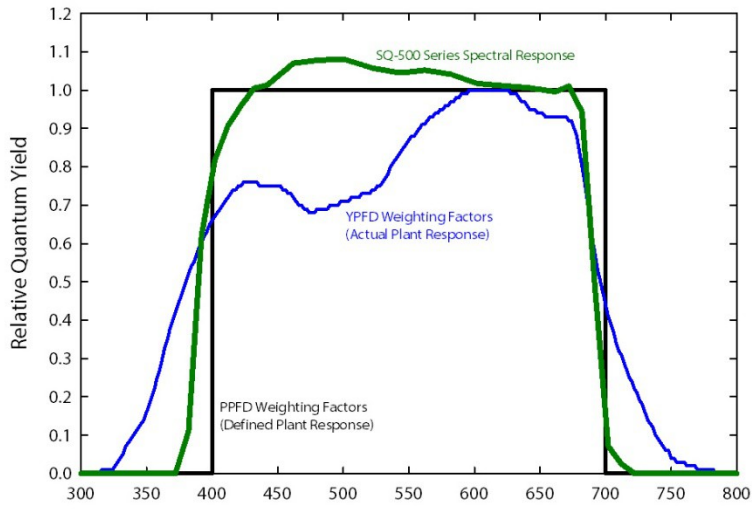


SPEZIFIKATIONEN

MQ-500	
Calibration Uncertainty	$\pm 5 \%$ (see calibration Traceability below)
Measurement Range	0 to 4000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
Measurement Repeatability	less than 0.5 %
Long-term Drift (Non-stability)	less than 2 % per year
Non-linearity	less than 1 % (up to 4000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
Response Time	less than 1 ms
Field of View	180°
Spectral Range	389 to 692 nm ± 5 nm (wavelengths where response is greater than 50 %)
Spectral Selectivity	less than 10 % from 412 to 682 nm ± 5 nm (see Spectral Response below)
Directional (Cosine) Response	$\pm 5 \%$ at 75° zenith angle (see Cosine Response below)
Azimuth Error	less than 0.5 %
Tilt Error	less than 0.5 %
Temperature Response	$-0.11 \pm 0.04 \%$ C ⁻¹ (see Temperature Response below)
Uncertainty in Daily Total	less than 5 %
Detector	blue-enhanced silicon photodiode
Housing	anodized aluminum body with acrylic diffuser
IP Rating	IP68
Operating Environment	0 to 50 C; less than 90 % non-condensing relative humidity up to 30 C; less than 70 % non-condensing relative humidity from 30 to 50 C; separate sensors can be submerged in water up to depth of 30 m
Meter Dimension	126 mm length; 70 mm width; 24 mm height
Sensor Dimensions	24 mm diameter; 37 mm height
Mass	100 g (with 5 m of lead wire)
Cable	2 m of two conductor, shielded, twisted-pair wire; additional cable available; TPR jacket

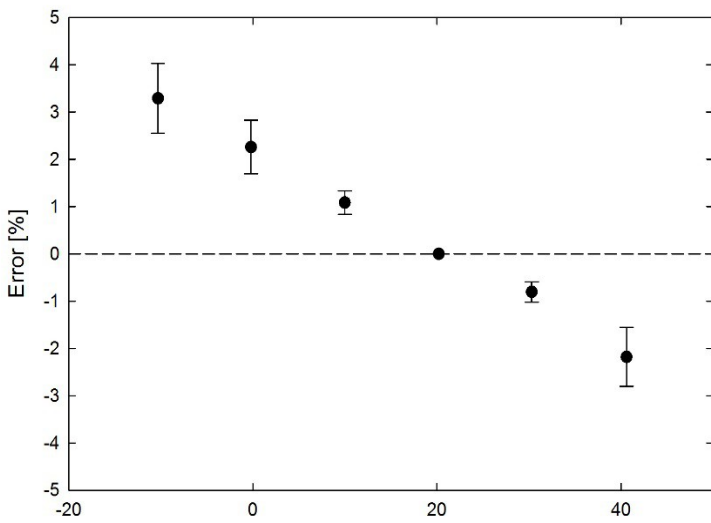
Rückführbarkeit der Kalibrierung

Die Quantenmessgeräte der Apogee MQ-Serie werden durch Vergleich mit dem Mittelwert von vier Transferstandardquantensensoren unter einer Referenzlampe kalibriert. Die Referenzquantensensoren werden mit einer 200 W Quarz-Halogenlampe rekaliert, die auf das National Institute of Standards and Technology (NIST) rückführbar ist.

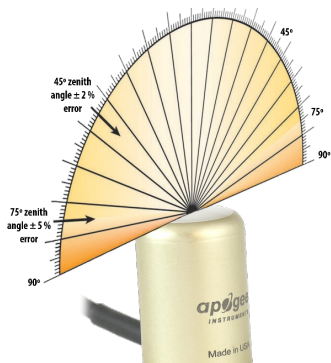


Spektrale Empfindlichkeit

Temperatur Empfindlichkeit



Cosinus-Reaktion



EINRICHTUNG UND INSTALLATION

Die Quantenmessgeräte der Apogee MQ-Serie sind für Stichprobenmessungen und die Berechnung des Tageslichtintegrals (DLI; Gesamtzahl der Photonen, die im Laufe eines Tages auf eine ebene Fläche einfallen) durch die eingebaute Protokollierungsfunktion konzipiert. Um den PFFD-Einfall auf einer horizontalen Fläche genau zu messen, muss der Sensor nivelliert sein. Zu diesem Zweck bietet jedes MQ-Modell eine andere Möglichkeit, den Sensor auf einer horizontalen Ebene zu montieren.



BEDIENUNG UND MESSUNG

Die Quantenmessgeräte der MQ-Serie sind mit einer benutzerfreundlichen Schnittstelle ausgestattet, die schnelle und einfache Messungen ermöglicht.



Um das Messgerät mit Strom zu versorgen, schieben Sie die mitgelieferte Batterie (CR2320) in den Batteriehalter, nachdem Sie die Batteriefachabdeckung von der Rückseite des Messgeräts entfernt haben. Die positive Seite (gekennzeichnet durch ein "+"-Zeichen) sollte von der Hauptplatine nach außen zeigen.



Drücken Sie die Power-Taste, um die LCD-Anzeige zu aktivieren. Nach zwei Minuten ohne Aktivität schaltet sich das Messgerät wieder in den Ruhezustand zurück und das Display schaltet sich aus, um die Batterielebensdauer zu verlängern.



Drücken Sie die Mode-Taste, um das Hauptmenü aufzurufen, in dem die manuelle oder automatische Protokollierung ausgewählt und der Zähler zurückgesetzt werden kann.



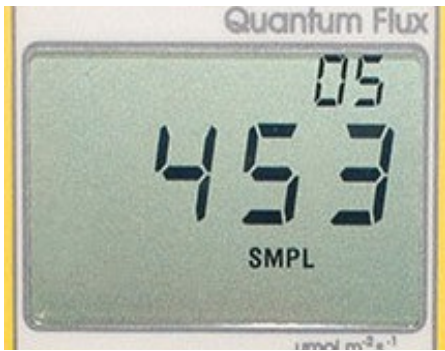
Drücken Sie die Sample-Taste, um einen Messwert zu protokollieren, während Sie manuelle Messungen durchführen.



Drücken Sie die Aufwärtstaste, um im Hauptmenü eine Auswahl zu treffen. Diese Taste wird auch verwendet, um die protokollierten Messungen auf dem LCD-Display anzuzeigen und zu durchlaufen.



Drücken Sie die Abwärtstaste, um im Hauptmenü eine Auswahl zu treffen. Diese Taste wird auch verwendet, um die protokollierten Messungen auf dem LCD-Display anzuzeigen und zu durchlaufen.



Meßwertaufzeichnung (Logging): Um zwischen manueller oder automatischer Protokollierung zu wählen, drücken Sie zweimal die Mode-Taste und verwenden Sie die Aufwärts/Abwärts-Tasten, um die entsprechende Auswahl zu treffen (SMPL oder LOG). Sobald der gewünschte Modus blinkt, drücken Sie die Mode-Taste zwei weitere Male, um das Menü zu verlassen. Drücken Sie im SMPL-Modus die Sample-Taste, um bis zu 99 manuelle Messungen aufzuzeichnen (ein Zähler in der oberen rechten Ecke des LCD-Displays zeigt die Gesamtzahl der gespeicherten Messungen an). Im LOG-Modus schaltet sich das Messgerät ein/aus, um alle 30 Sekunden eine Messung durchzuführen. Alle 30 Minuten mittelt das Messgerät die sechzig 30-Sekunden-Messungen und zeichnet den gemittelten Wert im Speicher auf. Das Messgerät kann bis zu 99 Mittelwerte speichern und beginnt, die älteste Messung zu überschreiben, sobald es 99 Messungen gibt. Alle 48 gemittelten Messungen (24 Stunden) speichert der Zähler auch eine integrierte Tagessumme in Mol pro Quadratmeter pro Tag ($\text{mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$).

Zurücksetzen: Um das Messgerät im SMPL- oder LOG-Modus zurückzusetzen, drücken Sie die Mode-Taste dreimal (RUN sollte blinken) und drücken Sie dann bei gedrückter Down-Taste einmal die Mode-Taste. Dadurch werden alle gespeicherten Messwerte im Speicher gelöscht, jedoch nur für den gewählten Modus. Das heißt, ein Reset im SMPL-Modus löscht nur die manuellen Messungen und ein Reset im LOG-Modus löscht nur die automatischen Messungen.

Prüfen/Downloaden von Daten: Jede der aufgezeichneten Messungen im SMPL- oder LOG-Modus kann auf dem LCD-Display durch Drücken der Aufwärts/Abwärts-Tasten angezeigt werden. Um die Messung zu verlassen und zu den Echtzeitwerten zurückzukehren, drücken Sie die Sample-Taste. Beachten Sie, dass die integrierten Tagesgesamtwerte nicht über die LCD-Anzeige zugänglich sind und nur durch Herunterladen auf einen Computer angezeigt werden können.

Das Herunterladen der gespeicherten Messwerte erfordert das Kommunikationskabel AC-100 und die Software (separat erhältlich). Das Messgerät gibt Daten über das UART-Protokoll aus und benötigt den AC-100 zur Konvertierung von UART nach USB, so dass Standard-USB-Kabel nicht funktionieren. Installationsanweisungen und Software können von der Apogee-Website (<http://www.apogeeinstruments.com/ac-100-communication-cable/>) heruntergeladen werden.

(SMPL) 99 Sample Measurements	(LOG) 99 Log Measurements	(LOG) 99 Daily Total Measurements
Viewable on meter LCD & downloadable		Downloadable Only

Spektraler Fehler

Die Kombination aus Diffusor-Transmission, Interferenzfilter-Transmission und Photodetektor-Empfindlichkeit ergibt die spektrale Empfindlichkeit eines Quantensensors. Eine perfekte Photodetektor/Filter/Diffusor-Kombination würde die definierte photosynthetische Reaktion der Pflanze auf Photonen exakt wiedergeben (gleiche Gewichtung aller Photonen zwischen 400 und 700 nm), aber das ist in der Praxis eine Herausforderung. Ein

Missverhältnis zwischen der definierten photosynthetischen Reaktion der Pflanze und der spektralen Reaktion des Sensors führt zu einem spektralen Fehler, wenn der Sensor zur Messung der Strahlung von Quellen mit einem anderen Spektrum als die zur Kalibrierung des Sensors verwendete Strahlungsquelle verwendet wird (Federer und Tanner, 1966; Ross und Sulev, 2000).

Die Spektralfehler für PPF-D-Messungen unter verschiedenen Strahlungsquellen wurden für die Quantensensoren der Serien SQ-100 und SQ-500 nach der Methode von Federer und Tanner (1966) berechnet. Diese Methode erfordert PPF-D-Wichtungsfaktoren (definierte photosynthetische Reaktion der Pflanze), gemessene Spektralempfindlichkeit des Sensors (siehe Abschnitt Spektralempfindlichkeit auf Seite 7) und Spektralausgänge der Strahlungsquelle (gemessen mit einem Spektroradiometer). Hinweis: Diese Methode berechnet nur den Spektralfehler und berücksichtigt keine Kalibrier-, Kosinus- und Temperaturfehler. Spektrale Fehlerdaten (siehe Tabelle unten) zeigen Fehler von typischerweise weniger als 5 % für Sonnenlicht unter verschiedenen Bedingungen (klar, bewölkt, von Pflanzenbeständen reflektiert, unter Pflanzenbeständen durchgelassen) und allgemeine elektrische Breitband-Lampen (kaltweiße Leuchtstoffröhren, Metallhalogenid, Natriumdampf), aber größere Fehler für verschiedene Mischungen von Leuchtdioden (LEDs) für die SQ-100-Serie. Die Spektralfehler bei den Sensoren der Serie SQ-500 sind kleiner als bei den Sensoren der Serie SQ-100, da die Spektralempfindlichkeit des SQ-500 näher an der definierten photosynthetischen Reaktion der Pflanze liegt.

Spektralfehler für PPF-D- und YPF-D-Messungen mit Quantensensoren der Apogee SQ-Serie:

Radiation Source (Error Calculated Relative to Sun, Clear Sky)	SQ-100 Series PPFD Error [%]	SQ-500 Series PPFD Error [%]
Sun (Clear Sky)	0.0	0.0
Sun (Cloudy Sky)	1.4	0.5
Reflected from Grass Canopy	5.7	0.0
Transmitted below Wheat Canopy	6.4	1.1
Cool White Fluorescent (T5)	0.0	2.2
Metal Halide	-3.7	3.1
Ceramic Metal Halide	-6.0	1.9
High Pressure Sodium	0.8	2.2
Blue LED (448 nm peak, 20 nm full-width half-maximum)	-12.7	3.0
Green LED (524 nm peak, 30 nm full-width half-maximum)	8.0	5.2
Red LED (635 nm peak, 20 nm full-width half-maximum)	4.8	0.2
Red LED (668 nm peak, 20 nm full-width half-maximum)	-79.1	-1.9
Red, Blue LED Mixture (84 % Red, 16 % Blue)	-65.3	-1.2
Red, White LED Mixture (79 % Red, 21 % Blue)	-60.3	-0.8
Cool White Fluorescent LED	-4.6	2.2

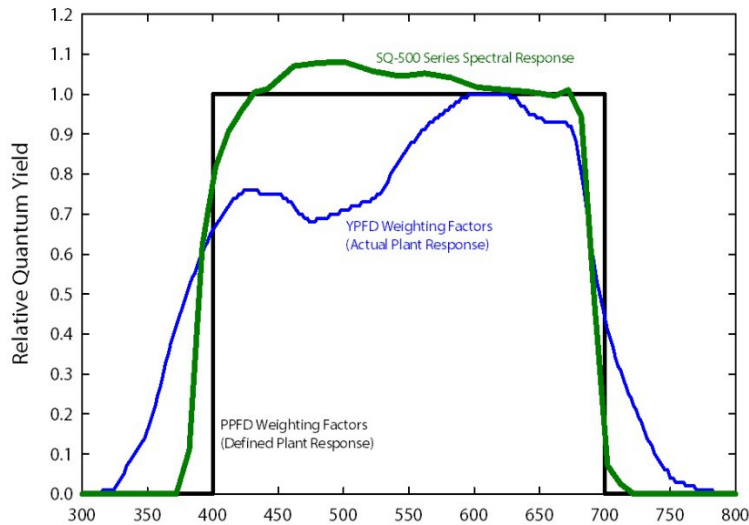
Quantensensoren können ein sehr praktisches Mittel zur Messung von PPF-D und YPF-D aus mehreren Strahlungsquellen sein, aber spektrale Fehler müssen berücksichtigt werden. Die Spektralfehler in der obigen Tabelle können als Korrekturfaktoren für einzelne Strahlungsquellen verwendet werden.

Federer, C.A., and C.B. Tanner, 1966. Sensors for measuring light available for photosynthesis. *Ecology* 47:654-657.

Ross, J., and M. Sulev, 2000. Sources of errors in measurements of PAR. *Agricultural and Forest Meteorology* 100:103-125.

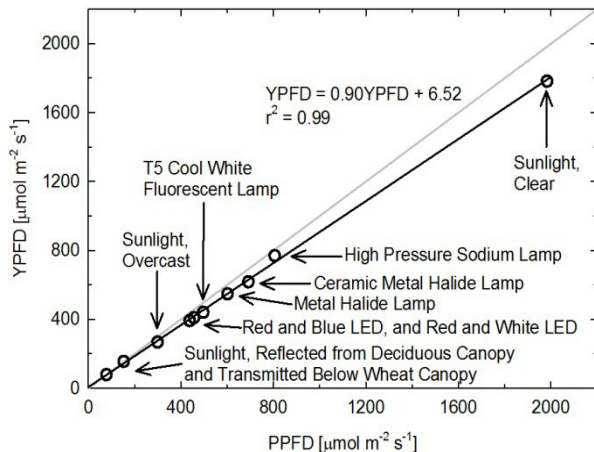
Yield Photon Flux Messungen

Die Photosynthese in Pflanzen reagiert nicht auf alle Photonen gleichermaßen. Die relative Quantenausbeute (photosynthetische Effizienz) ist abhängig von der Wellenlänge (blaue Linie in der Abbildung unten) (McCree, 1972a; Inada, 1976). Dies liegt an der Kombination von spektraler Absorption von Pflanzenblättern (die Absorption ist bei blauen und roten Photonen höher als bei grünen Photonen) und der Absorption durch nicht-photosynthetische Pigmente. Daher sind Photonen im Wellenlängenbereich von ca. 600-630 nm die effizientesten.



Eine mögliche Definition von PAR ist die Gewichtung der Photonenflussdichte [$\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$] bei jeder Wellenlänge zwischen 300 und 800 nm durch relative Quantenausbeute und Summierung des Ergebnisses. Dies ist definiert als Ertragsphotonenflussdichte (YPFD) [$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$] (Sager et al., 1988). Mit dieser Definition von PAR sind Unsicherheiten und Herausforderungen verbunden. Die Messungen zur Erzeugung der relativen Quantenausbeute wurden an einzelnen Blättern bei geringer Strahlung und auf kurzen Zeitskalen durchgeführt (McCree, 1972a; Inada, 1976). Ganze Pflanzen und Pflanzenüberdachungen haben typischerweise mehrere Blattschichten und werden in der Regel auf dem Feld oder im Gewächshaus während einer ganzen Vegetationsperiode angebaut. So sind die tatsächlichen Bedingungen, denen Pflanzen ausgesetzt sind, wahrscheinlich anders als die, in denen die einzelnen Blätter waren, als die Messungen von McCree (1972a) und Inada (1976) durchgeführt wurden. Darüber hinaus ist die relative Quantenausbeute (siehe Abbildung oben) der Mittelwert von 22 auf dem Feld angebauten Arten (McCree, 1972a). Die mittlere relative Quantenausbeute für die gleiche Art, die in Wachstumskammern gezüchtet wurde, war ähnlich, aber es gab Unterschiede, insbesondere bei kürzeren Wellenlängen (weniger als 450 nm). Es gab auch eine gewisse Variabilität zwischen den Arten (McCree, 1972a; Inada, 1976).

McCree (1972b) fand heraus, dass die gleichmäßige Gewichtung aller Photonen zwischen 400 und 700 nm und die Summierung des Ergebnisses, definiert als photosynthetische Photonenflussdichte (PPFD) [$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$], gut mit der Photosynthese korreliert war, sehr ähnlich der Korrelation zwischen YPFD und Photosynthese. Aus praktischen Gründen ist PPFD eine einfachere Definition von PAR. Zur gleichen Zeit wie McCree's Arbeit hatten andere PPFD als genaues Maß für PAR vorgeschlagen und Sensoren gebaut, die die PPFD-Wichtungsfaktoren annähernten (Biggs et al., 1971; Federer and Tanner, 1966). Die Korrelation zwischen PPFD- und YPFD-Messungen für mehrere Strahlungsquellen ist sehr hoch (Abbildung unten). Als Näherung gilt $\text{YPFD} = 0,9\text{PPFD}$. Infolgedessen wird PAR fast durchgängig als PPFD und nicht als YPFD definiert, obwohl YPFD in einigen Studien verwendet wurde. Die einzigen Strahlungsquellen (Abbildung unten), die nicht auf die Regressionslinie fallen, sind die Natriumdampf-Hochdrucklampe (HPS), die Reflexion von einem Pflanzendach und die Transmission unter einem Pflanzendach. Ein großer Teil der Strahlung von HPS-Lampen liegt im roten Wellenlängenbereich, wo die YPFD-Wichtungsfaktoren bei oder nahe einem liegen. Der Faktor für die Umwandlung von PPFD in YPFD für HPS-Lampen beträgt 0,95 statt 0,90. Der Faktor für die Umwandlung von PPFD in YPFD für reflektierte und transmittierte Photonen beträgt 1,00.



Biggs, W., A.R. Edison, J.D. Eastin, K.W. Brown, J.W. Maranville, and M.D. Clegg, 1971. Photosynthesis light sensor and meter. *Ecology* 52:125-131.

Federer, C.A., and C.B. Tanner, 1966. Sensors for measuring light available for photosynthesis. *Ecology* 47:654-657.

Inada, K., 1976. Action spectra for photosynthesis in higher plants. *Plant and Cell Physiology* 17:355-365.

McCree, K.J., 1972a. The action spectrum, absorptance and quantum yield of photosynthesis in crop plants. *Agricultural Meteorology* 9:191-216.

McCree, K.J., 1972b. Test of current definitions of photosynthetically active radiation against leaf photosynthesis data. *Agricultural Meteorology* 10:443-453.

Sager, J.C., W.O. Smith, J.L. Edwards, and K.L. Cyr, 1988. Photosynthetic efficiency and phytochrome photoequilibria determination using spectral data. *Transactions of the ASAE* 31:1882-1889.

Unterwasser- Messungen und Taucheffekte

Wenn ein Quantensensor, der in Luft kalibriert wurde, für Unterwassermessungen verwendet wird, zeigt der Sensor einen niedrigen Wert an. Dieses Phänomen wird als Immersionseffekt bezeichnet, da der Brechungsindex von Wasser (1,33) größer ist als der von Luft (1,00). Der höhere Brechungsindex von Wasser bewirkt, dass mehr Licht aus dem Sensor in Wasser zurückgestreut (oder reflektiert) wird als in Luft (Smith,1969; Tyler und Smith,1970). Da mehr Licht reflektiert wird, wird weniger Licht durch den Diffusor auf den Detektor übertragen, was dazu führt, dass der Sensor schlecht liest. Ohne diesen Effekt zu korrigieren, sind Unterwassermessungen nur relativ, was den Vergleich von Licht in verschiedenen Umgebungen erschwert.

Die in diesem Handbuch beschriebenen Original-Quantensensoren haben einen Korrekturfaktor von 1,32. Wenn Sie mit Ihrem Messgerät Messungen unter Wasser durchführen möchten, multiplizieren Sie einfach die gemessene Zahl mit dem Immersionseffekt (1.32).

Bei Unterwassermessungen können nur der Sensor und das Kabel ins Wasser gehen. Das Handmessgerät ist nicht wasserdicht und darf nicht nass werden. Wenn das Messgerät durch Spritzwasser nass werden könnte, empfehlen wir, es in eine Plastiktüte oder einen anderen Behälter zu legen, um es vor Nässe zu schützen.

Weitere Informationen zu Unterwassermessungen und dem Immersionseffekt finden Sie unter <http://www.apogeeinstruments.com/underwater-par-measurements/>.

WARTUNG UND NACHKALIBRIERUNG

Feuchtigkeit oder Schmutz am Diffusor ist eine häufige Ursache für niedrige Messwerte. Der Sensor hat einen gewölbten Diffusor und ein Gehäuse zur besseren Selbstreinigung von Regenfällen, jedoch können sich auf dem Diffusor Materialien ansammeln (z.B. Staub in Zeiten geringer Niederschläge, Salzablagerungen durch Verdunstung von Seespray oder Beregnungswasser) und den optischen Weg teilweise blockieren. Staub oder organische Ablagerungen lassen sich am besten mit Wasser, Fensterreiniger und einem weichen Tuch oder Wattestäbchen entfernen. Salzablagerungen sollten mit Essig gelöst und mit einem weichen Tuch oder Wattestäbchen entfernt werden. Verwenden Sie niemals ein scheuerndes Material oder einen Reiniger auf dem Diffusor.

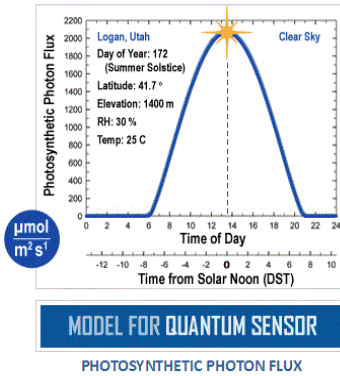
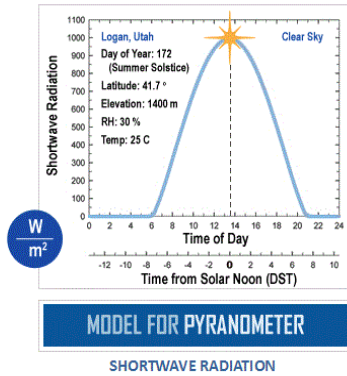
Der Clear Sky Calculator (www.clearskycalculator.com) kann verwendet werden, um die Notwendigkeit einer Neukalibrierung des Quantenzählers zu ermitteln. Es bestimmt PPFD-Ereignisse auf einer horizontalen Oberfläche zu jeder Tageszeit und an jedem Ort der Welt. Sie ist am genauesten, wenn sie in den Frühlings- und Sommermonaten in der Nähe der Mittagssonne verwendet wird, wo die Genauigkeit über mehrere klare und unverschmutzte Tage auf $\pm 4\%$ in allen Klimazonen und an allen Orten der Welt geschätzt wird. Für eine optimale Genauigkeit muss der Himmel völlig klar sein, da die von den Wolken reflektierte Strahlung die einfallende Strahlung über den vom Himmelskalkulator vorhergesagten Wert ansteigen lässt. Die gemessenen Werte von PPFD können die vom Clear Sky Calculator vorhergesagten Werte aufgrund von Reflexionen an den Seiten und Kanten von Wolken überschreiten. Diese Reflexion erhöht die einfallende Strahlung. Der Einfluss von hohen Wolken zeigt sich typischerweise als Spikes über klaren Himmelswerten, nicht als konstanter Offset größer als klare Himmelswerte.

Um den Rekalibrierungsbedarf zu ermitteln, geben Sie die Standortbedingungen in den Rechner ein und vergleichen Sie die PPFD-Messungen mit den berechneten PPFD-Werten für einen klaren Himmel. Wenn die PPFD-Messungen des Sensors über mehrere Tage in der Mittagszeit konstant von den berechneten Werten abweichen (um mehr als 6 %), sollte der Sensor gereinigt und neu nivelliert werden. Wenn die PPFD-Messungen nach einem zweiten Test immer noch unterschiedlich sind, senden Sie eine E-Mail an calibration@apogeeinstruments.com, um die Testergebnisse und die mögliche Rückgabe der Messgeräte zur Neukalibrierung zu besprechen.

Clear Sky CALCULATOR

This calculator determines the intensity of radiation falling on a horizontal surface at any time of the day in any location in the world. The primary use of this calculator is to determine the need for recalibration of radiation sensors. It is most accurate when used near solar noon in the summer months.

This site developed and maintained by: **apogee**
INSTRUMENTS



Clear Sky CALCULATOR

FOR
QUANTUM SENSORS

Input Parameters for
Estimating Photosynthetic
Photon Flux (PPF):

Output from Model:

- For best accuracy, comparison should be made on clear, non-polluted, summer days within one hour of solar noon.
- Enter input parameters in the blue cells at right. Definitions are shown below.
- Sensor must be level and perfectly clean. Enter your measured solar radiation in the blue "Measured PPF" cell at far right.
- Difference between the model and your sensor is shown in the yellow "DIFFERENCE FROM MODEL" cell at right.
- Run the model on replicate days. Contact Apogee for recalibration if the measured value is more than 5 % different than the estimated value. You will be contacted within two business days.

For a discussion on model accuracy and sensitivity of input parameters, [CLICK HERE](#).

Latitude =

Longitude =

Longitude_{tz} =

Elevation = m

Day of Year =

Time of Day =
(6 min = 0.1 hr)

Daylight Savings = + hr

Air Temperature = C

Relative Humidity = %

Model Estimated PPF = **1994** $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

Measured PPF = $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

DIFFERENCE FROM MODEL = -0.2 %

[+ CONTACT APOGEE FOR RECALIBRATION](#)

Name:

E-mail:

Phone:

Serial #:

Comments:

Please include all requested information.

+ INPUT AND OUTPUT DEFINITIONS

Latitude = latitude of the measurement site [degrees]; for southern hemisphere, insert as a negative number; info may be obtained from <http://touchmap.com/latlong.html>

Longitude = longitude of the measurement site [degrees]; expressed as positive degrees west of the standard meridian in Greenwich, England (e.g. 74° for New York, 260° for Bangkok, Thailand, and 358° for Paris, France).

This site is developed and maintained by: **apogee**
INSTRUMENTS

calibration@apogee-inst.com

Überprüfen der Funktionalität

Durch Drücken des Netzschalters sollte die LCD-Anzeige aktiviert werden und eine PPF-D-Anzeige in Echtzeit erfolgen. Richten Sie den Sensorkopf auf eine Lichtquelle und vergewissern Sie sich, dass der PPF-D-Wert anspricht. Vergrößern und verkleinern Sie den Abstand zwischen Sensor und Lichtquelle, um sicherzustellen, dass sich der Messwert proportional ändert (abnehmendes PPF-D mit zunehmendem Abstand und zunehmendes PPF-D mit abnehmendem Abstand). Das Blockieren der gesamten Strahlung vom Sensor sollte den PPF-D-Wert auf Null zwingen.

Batterielebensdauer

Wenn das Messgerät richtig gewartet wird, sollte die Knopfzelle (CR2320) viele Monate lang halten, auch nach dem Dauereinsatz. Die Batterieanzeige erscheint in der oberen linken Ecke der LCD-Anzeige, wenn die Batteriespannung unter 2,8 V DC fällt. Das Messgerät funktioniert noch einige Zeit einwandfrei, aber sobald die Batterie leer ist, reagieren die Drucktasten nicht mehr und alle aufgezeichneten Messungen gehen verloren.

Wenn Sie den Netzschalter drücken, um das Messgerät auszuschalten, wird es tatsächlich in den Ruhezustand versetzt, in dem noch eine geringe Stromaufnahme vorhanden ist. Dies ist notwendig, um die protokollierten Messungen im Speicher zu halten. Es wird daher empfohlen, die Batterie zu entfernen, wenn das Messgerät mehrere Monate lang gelagert wird, um die Lebensdauer der Batterie zu erhalten.

Low-Battery-Fehler nach Batteriewechsel

Ein Master-Reset wird diesen Fehler in der Regel beheben, bitte lesen Sie den Abschnitt Master-Reset für Details und Vorsichtsmaßnahmen. Wenn ein Master-Reset die Batterieanzeige nicht entfernt, überprüfen Sie bitte doppelt, ob die Spannung Ihres neuen Akkus über 2,8 V liegt, dies ist der Schwellenwert für das Einschalten der Anzeige.

Master-Reset

Wenn ein Messgerät einmal nicht mehr reagiert oder Anomalien wie z.B. eine Anzeige für schwache Batterie auch nach dem Austausch der alten Batterie auftritt, kann ein Master-Reset durchgeführt werden, um das Problem zu beheben. Beachten Sie, dass ein Master-Reset alle protokollierten Messungen aus dem Speicher löscht.

Schritt 1: Drücken Sie die Netztaaste, damit die LCD-Anzeige aktiviert wird.

Schritt 2: Schieben Sie den Akku aus der Halterung, wodurch die LCD-Anzeige ausgeblendet wird.

Schritt 3: Schieben Sie den Akku nach einigen Sekunden wieder in die Halterung.

Die LCD-Anzeige blinkt alle Segmente und zeigt dann eine Revisionsnummer an (z.B. "R1.0"). Dies zeigt an, dass der Master-Reset durchgeführt wurde und die Anzeige wieder normal ist.

Fehlercodes und Fehlerbehebung

Fehlercodes erscheinen anstelle der Echtzeitanzeige auf dem LCD-Display und blinken weiter, bis das Problem behoben ist. Wenden Sie sich an Apogee oder an die UP GmbH, wenn die folgenden Maßnahmen das Problem nicht beheben.

Err 1: Batteriespannung außerhalb des Bereichs. Fix: CR2320-Batterie ersetzen und Master-Reset durchführen.

Err 2: Sensorspannung außerhalb des Bereichs. Fix: Master-Reset durchführen.

Err 3: nicht kalibriert. Fix: Master-Reset durchführen.

Err 4: CPU-Spannung unter Minimum. Fix: CR2320-Batterie ersetzen und Master-Reset durchführen.

Kabellänge ändern

Obwohl es möglich ist, zusätzliche Kabel mit dem separaten Sensor des entsprechenden MQ-Modells zu verbinden, ist zu beachten, dass die Kabeladern direkt in die Leiterplatte des Handgerätes eingelötet werden. Es ist darauf zu achten, dass die Rückseite des Messgeräts entfernt wird, um Zugang zur Platine und zum Spleißen des zusätzlichen Kabels zu erhalten, da sonst zwei Spleißungen zwischen Messgerät und Sensorkopf erforderlich sind. Weitere Informationen zur Verlängerung des Sensorkabels finden Sie auf der Apogee-Webseite: (<http://www.apogeeinstruments.com/how-to-make-a-weatherproof-cable-splice/>).

Einheitenumrechnungstabellen

Die Quantensensoren der Apogee MQ-Serie sind kalibriert, um PPF_D in Einheiten von $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ zu messen. Andere Einheiten als die Photonenflussdichte (z.B. Energieflussdichte, Beleuchtungsstärke) können für bestimmte Anwendungen erforderlich sein. Es ist möglich, den PPF_D-Wert von einem Quantensensor in andere Einheiten umzurechnen, erfordert aber die spektrale Leistung der gewünschten Strahlungsquelle. Umrechnungsfaktoren für gängige Strahlungsquellen finden Sie in der Knowledge Base auf der Apogee-Website (<http://www.apogeeinstruments.com/knowledge-base/>; scrollen Sie nach unten zum Abschnitt Quantensensoren). Eine Tabelle zur Umwandlung von PPF_D in Energieflussdichte oder Beleuchtungsstärke finden Sie auch in der Knowledge Base auf der Apogee-Website (<http://www.apogeeinstruments.com/content/PPFD-to-Illuminance-Calculator.xls>).

RÜCKGABE- UND GARANTIEBESTIMMUNGEN

RÜCKGABE-BESTIMMUNGEN

Apogee Instruments akzeptiert Rücksendungen innerhalb von 30 Tagen nach dem Kauf, solange sich das Produkt in einem neuen Zustand befindet (von Apogee zu bestimmen). Rücksendungen unterliegen einer Wiedereinlagerungsgebühr von 10 %.

GARANTIE-BESTIMMUNGEN

Was wird abgedeckt

Für alle von Apogee Instruments hergestellten Produkte gilt eine Garantie von vier (4) Jahren ab Versanddatum ab Werk. Um für die Gewährleistung in Betracht zu kommen, muss ein Artikel entweder in unserem Werk oder von einem autorisierten Händler bewertet werden.

Produkte, die nicht von Apogee hergestellt werden (Spektroradiometer, Chlorophyllgehaltsmesser), sind für einen Zeitraum von einem (1) Jahr abgedeckt.

Was nicht abgedeckt ist

Der Kunde ist für alle Kosten verantwortlich, die mit dem Ausbau, der Neuinstallation und dem Versand von verdächtigen Garantieartikeln an unser Werk verbunden sind.

Die Garantie erstreckt sich nicht auf Geräte, die aufgrund der folgenden Bedingungen beschädigt wurden:

1. Unsachgemäße Installation oder Missbrauch.
2. Betrieb des Gerätes außerhalb des spezifizierten Arbeitsbereichs.
3. Naturereignisse wie Blitzschlag, Feuer, etc.
4. Unbefugte Änderung.
5. Unsachgemäße oder unbefugte Reparatur.

Bitte beachten Sie, dass die Drift der Nenngenauigkeit über die Zeit normal ist. Die routinemäßige Neukalibrierung von Sensoren/Messgeräten gilt als Teil der ordnungsgemäßen Wartung und fällt nicht unter die Garantie.

Wer ist versichert

Diese Garantie erstreckt sich auf den ursprünglichen Käufer des Produkts oder eine andere Partei, die es während der Garantiezeit besitzt.

Was wir tun werden

Das werden wir kostenlos tun:

1. Entweder reparieren oder ersetzen (nach unserem Ermessen) den Garantiegegenstand.
2. Schicken Sie die Ware mit dem Spediteur unserer Wahl an den Kunden zurück.

Andere oder beschleunigte Versandarten gehen zu Lasten des Kunden.

Wie man einen Artikel zurückschickt

1. Bitte senden Sie keine Produkte an Apogee Instruments zurück, bis Sie eine RMA-Nummer (Return Merchandise Authorization) von unserem technischen Support erhalten haben, indem Sie (435) 792-4700 anrufen oder ein Online-RMA-Formular an www.apogeeinstruments.com/tech-support-recalibration-repairs/ senden. Wir verwenden Ihre RMA-Nummer zur Verfolgung des Service-Artikels.
2. Senden Sie alle RMA-Sensoren und Zähler in folgendem Zustand zurück: Reinigen Sie die Außenseite des Sensors und das Kabel. Verändern Sie nicht die Sensoren oder Drähte, einschließlich Spleißen, Schneiden von Drahtleitungen, etc. Wenn ein Stecker am Kabelende angebracht ist, bitte den Gegenstecker beilegen - ansonsten wird der Sensorstecker entfernt, um die Reparatur/Neukalibrierung abzuschließen.
3. Bitte schreiben Sie die RMA-Nummer auf die Außenseite des Versandbehälters.
4. Senden Sie den Artikel frachtfrei und voll versichert an unsere unten angegebene Fabrikadresse zurück. Wir sind nicht verantwortlich für Kosten, die mit dem Transport von Produkten über internationale Grenzen hinweg verbunden sind.
5. Nach Erhalt wird Apogee Instruments die Fehlerursache ermitteln. Wenn sich herausstellt, dass das Produkt aufgrund von Material- oder Herstellungsfehlern defekt ist, wird Apogee Instruments die Produkte kostenlos reparieren oder ersetzen. Wenn festgestellt wird, dass Ihr Produkt nicht unter die Garantie fällt, werden Sie informiert und erhalten einen Kostenvoranschlag für die Reparatur/Ersatz.

Apogee Instruments, Inc. - 721 West 1800 Nord Logan, UT 84321, USA

WEITERE BESTIMMUNGEN

Apogee Instruments ist nicht verantwortlich für direkte, indirekte, zufällige oder Folgeschäden, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Einkommensverluste, Einkommensverluste, entgangenen Gewinn, Lohnausfall, Zeitverlust, Umsatzverluste, Entstehung von Schulden oder Kosten, Verletzungen von persönlichem Eigentum oder Verletzungen von Personen oder anderen Arten von Schäden oder Verlusten.

Diese beschränkte Garantie und alle Streitigkeiten, die sich aus oder im Zusammenhang mit dieser beschränkten Garantie ergeben ("Streitigkeiten"), unterliegen dem Recht des Staates Utah, USA, unter Ausschluss des Kollisionsrechts und unter Ausschluss des Übereinkommens über den internationalen Warenkauf. Die Gerichte im Bundesstaat Utah, USA, haben die ausschließliche Zuständigkeit für alle Streitigkeiten.

Diese beschränkte Garantie gibt Ihnen bestimmte gesetzliche Rechte, und Sie können auch andere Rechte haben, die von Staat zu Staat und Gerichtsbarkeit zu Gerichtsbarkeit variieren, und die von dieser beschränkten Garantie nicht berührt werden. Diese Garantie erstreckt sich nur auf Sie und kann nicht übertragen oder abgetreten werden. Sollte eine Bestimmung dieser eingeschränkten Garantie rechtswidrig, ungültig oder nicht durchsetzbar sein, so gilt diese Bestimmung als trennbar und berührt die übrigen Bestimmungen nicht. Im Falle von Unstimmigkeiten zwischen der englischen und anderen Versionen dieser eingeschränkten Garantie gilt die englische Version.

Diese Garantie kann von keiner anderen Person oder Vereinbarung geändert, übernommen oder geändert werden.

APOGEE INSTRUMENTS, INC. | 721 WEST 1800 NORTH, LOGAN, UTAH 84321, USA
TEL: (435) 792-4700 | FAX: (435) 787-8268 | WEB: APOGEEINSTRUMENTS.COM

Copyright © 2018 Apogee Instruments, Inc.