



Umweltanalytische  
Produkte GmbH

**apogee**<sup>®</sup>  
INSTRUMENTS

**BENUTZERHANDBUCH**

**PYRANOMETER**

Modelle SP-422

Stand: 22-Juli-2024



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

Copyright © 2024 Apogee Instruments, Inc.

(c) Deutsche Version: UP Umweltanalytische Produkte GmbH \* [www.upgmbh.com](http://www.upgmbh.com) \* [vertrieb@upgmbh.com](mailto:vertrieb@upgmbh.com)

# INHALTSÜBERSICHT

Benutzerhandbuch.....	1
Konformitätsbescheinigung.....	3
Konformitätsbescheinigung.....	4
Einführung.....	5
Sensor-Modelle.....	6
Spezifikationen.....	7
Einsatz und Installation.....	10
Kabelsteckverbinder.....	11
Betrieb und Messung.....	12
Instandhaltung und Rekalibrierung.....	19
Fehlerbehebung und Kundensupport.....	21
Rückgabe- und Gewährleistungsbestimmungen.....	22

# KONFORMITÄTSBESCHEINIGUNG

## EU-Konformitätserklärung

Diese Konformitätserklärung wird unter der alleinigen Verantwortung des Herstellers ausgestellt:

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

für das/die folgende(n) Produkt(e):

Modelle: SP-422  
Typ: Pyranometer

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

2014/30/EU	Richtlinie über die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
2011/65/EU	Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe (RoHS 2)
2015/863/EU	zur Änderung von Anhang II der Richtlinie 2011/65/EU (RoHS 3)

Normen, auf die bei der Konformitätsbewertung Bezug genommen wurde:

EN 61326-1:2013	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen
EN 63000:2018	Technische Dokumentation für die Bewertung von elektrischen und elektronischen Produkten hinsichtlich der Beschränkung gefährlicher Stoffe

Wir weisen darauf hin, dass die von uns hergestellten Produkte nach den uns vorliegenden Informationen unserer Rohstofflieferanten keine der eingeschränkten Stoffe, einschließlich Blei (siehe Anmerkung unten), als absichtliche Zusatzstoffe enthalten, Quecksilber, Cadmium, sechswertiges Chrom, polybromierte Biphenyle (PBB), polybromierte Diphenyle (PBDE), Bis(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP), Butylbenzylphthalat (BBP), Dibutylphthalat (DBP) und Diisobutylphthalat (DIBP). Bitte beachten Sie jedoch, dass Artikel mit einer Bleikonzentration von mehr als 0,1 % unter Anwendung der Ausnahmeregelung 6c RoHS 3-konform sind.

Beachten Sie bitte auch, dass Apogee Instruments unsere Rohstoffe oder Endprodukte nicht speziell auf das Vorhandensein dieser Substanzen untersucht, sondern sich auf die Informationen verlässt, die uns von unseren Materiallieferanten zur Verfügung gestellt werden.

Unterzeichnet für und im Namen von:  
Apogee-Instrumente, Juli 2024

Bruce Bugbee  
Präsident  
Apogee Instrumente, Inc.



# KONFORMITÄTSBESCHEINIGUNG

## UK-Konformitätserklärung

Diese Konformitätserklärung wird unter der alleinigen Verantwortung des Herstellers ausgestellt:

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

für das/die folgende(n) Produkt(e):

Modelle: SP-422  
Typ: Pyranometer

Der Gegenstand der oben beschriebenen Erklärung steht im Einklang mit den einschlägigen britischen Rechtsvorschriften und deren Änderungen:

2016 Nr. 1091	Die Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit 2016
2012 Nr. 3032	Die Verordnung zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten von 2012

Normen, auf die bei der Konformitätsbewertung Bezug genommen wurde:

BS EN 61326-1:2013	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen
BS EN 63000:2018	Technische Dokumentation für die Bewertung von elektrischen und elektronischen Produkten hinsichtlich der Beschränkung von gefährlichen Stoffen

Wir weisen darauf hin, dass die von uns hergestellten Produkte nach den uns vorliegenden Informationen unserer Rohstofflieferanten keine der eingeschränkten Stoffe, einschließlich Blei (siehe Anmerkung unten), als absichtliche Zusatzstoffe enthalten, Quecksilber, Cadmium, sechswertiges Chrom, polybromierte Biphenyle (PBB), polybromierte Diphenyle (PBDE), Bis(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP), Butylbenzylphthalat (BBP), Dibutylphthalat (DBP) und Diisobutylphthalat (DIBP). Bitte beachten Sie jedoch, dass Artikel mit einer Bleikonzentration von mehr als 0,1 % unter Anwendung der Ausnahmeregelung 6c RoHS 3-konform sind.

Beachten Sie bitte auch, dass Apogee Instruments unsere Rohstoffe oder Endprodukte nicht speziell auf das Vorhandensein dieser Substanzen untersucht, sondern sich auf die Informationen verlässt, die uns von unseren Materiallieferanten zur Verfügung gestellt werden.

Unterzeichnet für und im Namen von:  
Apogee-Instrumente, Juli 2024

Bruce Bugbee  
Präsident  
Apogee Instrumente, Inc.

---

## EINFÜHRUNG

Die Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche wird üblicherweise als Gesamtstrahlung in einem Wellenlängenbereich von 280 bis 4000 nm (kurzwellige Strahlung) definiert. Die gesamte auf eine horizontale Fläche auftreffende direkte und diffuse Sonnenstrahlung wird als kurzwellige Globalstrahlung oder kurzwellige Bestrahlungsstärke (einfallender Strahlungsfluss) definiert und in Watt pro Quadratmeter ( $\text{W m}^{-2}$ , gleich Joule pro Sekunde pro Quadratmeter) ausgedrückt.

Pyranometer sind Sensoren, die die globale Kurzwellenstrahlung messen. Bei den Pyranometern der Apogee SP-Serie handelt es sich um Siliziumzellen-Pyranometer, die nur für einen Teil des Sonnenspektrums, etwa 350 bis 1100 nm, empfindlich sind (etwa 80 % der gesamten Kurzwellenstrahlung liegen in diesem Bereich). Siliziumzellen-Pyranometer sind jedoch so kalibriert, dass sie die gesamte kurzwellige Strahlung über das gesamte Sonnenspektrum hinweg messen können. Die Spezifikationen von Siliziumzellen-Pyranometern sind vergleichbar mit den Spezifikationen für die Klassifizierungen der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) für mäßige und gute Qualität und den Spezifikationen für die Klassifizierungen der Internationalen Organisation für Normung (ISO) für die zweite und erste Klasse, aber aufgrund der begrenzten spektralen Empfindlichkeit erfüllen sie nicht die für die WMO- oder ISO-Zertifizierung erforderlichen Spektralspezifikationen.

Typische Anwendungen von Siliziumzellen-Pyranometern sind die Messung der einfallenden kurzwelligen Strahlung in landwirtschaftlichen, ökologischen und hydrologischen Wetternetzwerken sowie in Solarpanel-Anlagen.

Die Pyranometer der SP-Serie von Apogee Instruments bestehen aus einem gegossenen Acryldiffusor (Filter), einer Fotodiode und einer Signalverarbeitungsschaltung, die in einem eloxierten Aluminiumgehäuse untergebracht sind, sowie einem Kabel zum Anschluss des Sensors an ein Messgerät. Die Sensoren sind fest vergossen und haben keinen inneren Luftraum. Sie sind für die kontinuierliche Messung der gesamten kurzwelligen Strahlung auf einer ebenen Fläche im Freien ausgelegt. Das Modell SP-422 gibt ein digitales Signal über das Modbus RTU-Kommunikationsprotokoll über RS-232 oder RS-485 aus

## SENSOR-MODELLE

Dieses Handbuch behandelt das Modbus RTU-Protokoll des Pyranometersensors SP-422 (unten fett gedruckt). Weitere Modelle werden in ihren jeweiligen Handbüchern behandelt.

Modell	Signal
<b>SP-422</b>	<b>Modbus</b>
SP-110	Eigenstromversorgung
SP-230*	Eigenstromversorgung
SP-212	0-2.5 V
SP-214	4-20 mA
SP-215	0-5 V
SP-420	USB
SP-421	SDI-12

\*Das Pyranometermodell SP-230 ähnelt dem Modell SP-110, verfügt jedoch über eine interne Heizung, die den Diffusor von Niederschlägen wie Tau oder Frost freihält.



Die Modellnummer und die Seriennummer eines Sensors befinden sich auf der Unterseite des Sensors. Wenn Sie das Herstellungsdatum Ihres Sensors benötigen, wenden Sie sich bitte an Apogee Instruments und geben Sie die Seriennummer Ihres Sensors an.

## SPEZIFIKATIONEN

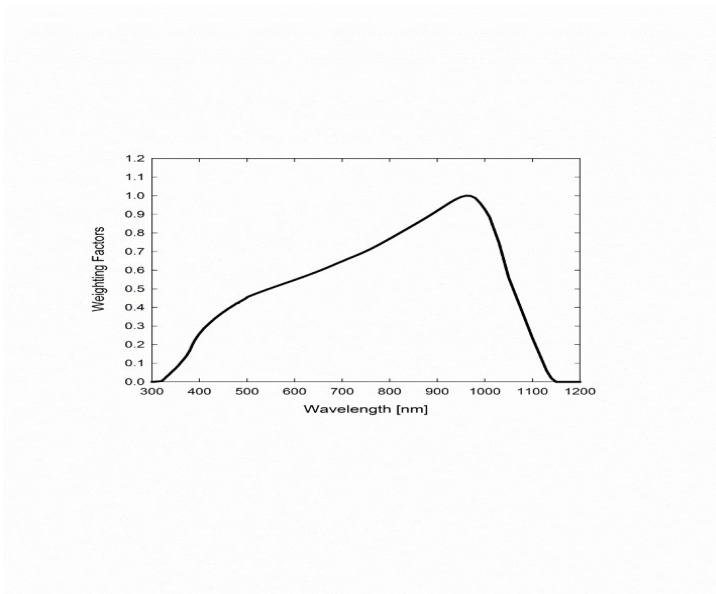
### SP-422

ISO 9060:2018	Klasse C (schnelle Reaktion)
Erforderliche Eingangsspannung	5,5 bis 24 V
Durchschnittliche maximale Stromaufnahme	RS-232 37 mA; RS-485 ruhend 37 mA, aktiv 42 mA
Kalibrierunsicherheit bei 1000 W m <sup>-2</sup>	Weniger als 3 % (siehe Kalibrierungsrückverfolgbarkeit unten)
Wiederholbarkeit der Messung	Weniger als 1 %
Langfristige Drift (Nicht-Stabilität)	Weniger als 2 % pro Jahr
Nichtlinearität	Weniger als 1 % (bis zu 2000 W m <sup>-2</sup> )
Sichtfeld	180°
Spektralbereich	360 bis 1120 nm (Wellenlängen, bei denen die Reaktion 10 % des Maximums beträgt siehe Spektralantwort unten)
Direktionale (Cosinus) Antwort	± 5 % bei 75° Zenitwinkel (siehe Cosinus-Antwort unten)
Reaktion auf die Temperatur	0,04 ± 0,04 % pro C (siehe Temperaturgang unten)
Betriebsumgebung	-40 bis 70 C; 0 bis 100 % relative Luftfeuchtigkeit; kann bis zu 30 m in Wasser getaucht werden
Abmessungen	30,5 Durchmesser, 37 mm Höhe
Masse (mit 5 m Kabel)	140 g
Kabel	5 m vieradriges, geschirmtes, verdrehtes Kabel; TPR-Mantel; Pigtail-Zuleitungen; Edelstahl (316), M8-Stecker

### Rückführbarkeit der Kalibrierung

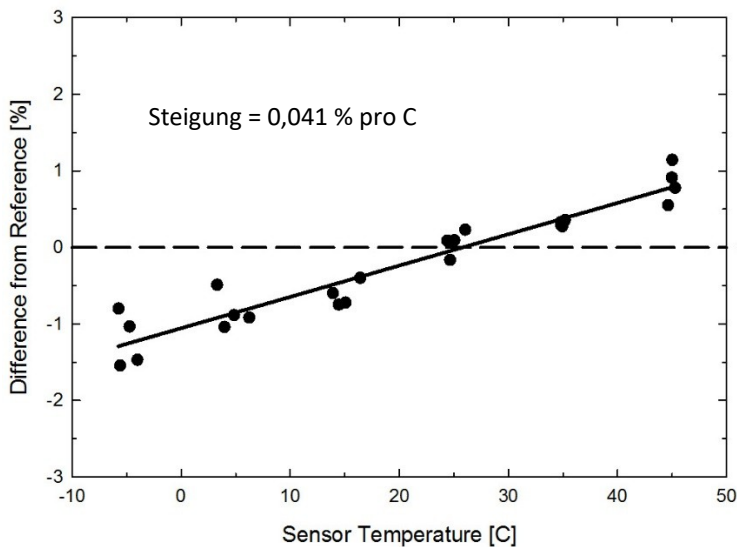
Die Pyranometer der SP-Serie von Apogee Instruments werden durch einen Seite-an-Seite-Vergleich mit dem Mittelwert von vier Transferstandard-Pyranometern des Modells SP-110 von Apogee (Referenz für kurzwellige Strahlung) unter Metallhalogenid-Entladungslampen mit hoher Intensität kalibriert. Die Transferstandard-Pyranometer werden durch den Vergleich mit dem Mittelwert von mindestens zwei ISO-klassifizierten Referenzpyranometern unter Sonnenlicht (bei klarem Himmel) in Logan, Utah, kalibriert. Jedes der vier ISO-klassifizierten Referenzpyranometer wird im jährlichen Wechsel (zwei Geräte pro Jahr) im National Renewable Energy Laboratory (NREL) in Golden, Colorado, neu kalibriert. Die NREL-Referenzstandards werden anhand der Welt-Radiometrierferenz (WRR) in Davos, Schweiz, kalibriert.

## Spektrale Empfindlichkeit



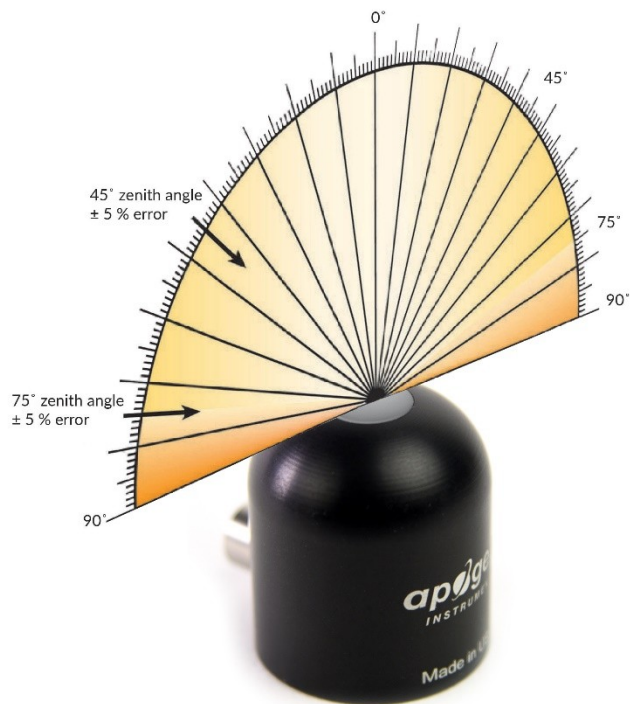
Schätzung der spektralen Empfindlichkeit von Apogee-Pyranometern mit Siliziumzellen. Die spektrale Empfindlichkeit wurde durch Multiplikation der spektralen Empfindlichkeit von Fotodiode, Diffusor und Klebstoff geschätzt. Die Messungen der spektralen Empfindlichkeit von Diffusor und Klebstoff wurden mit einem Spektrometer durchgeführt, und die Daten zur spektralen Empfindlichkeit der Fotodiode wurden vom Hersteller bezogen.

## Reaktion auf die Temperatur

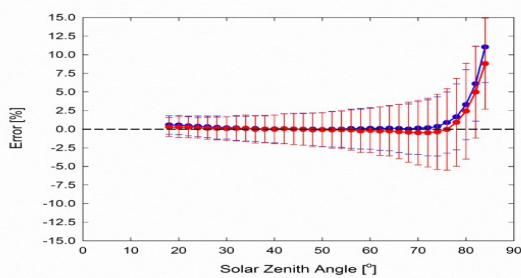


Mittleres Temperaturverhalten von vier Apogee-Pyranometern mit Siliziumzellen. Die Messungen der Temperaturreaktion erfolgten in Abständen von etwa 10 C über einen Temperaturbereich von etwa -10 bis 50 C unter Sonnenlicht. Jedes Pyranometer verfügte über einen internen Thermistor zur Temperaturmessung. Bei jedem Temperatursollwert wurde ein Referenz-Schwarzkörper-Pyranometer zur Messung der Sonnenintensität verwendet.

## Cosinus-Empfindlichkeit



Die Richtungsabhängigkeit oder Cosinus-Antwort ist definiert als der Messfehler bei einem bestimmten Strahlungseinfallswinkel. Der Fehler für Apogee-Pyranometer mit Siliziumzellen beträgt etwa  $\pm 2\%$  und  $\pm 5\%$  bei Zenitwinkeln der Sonne von  $45^\circ$  bzw.  $75^\circ$ .



Mittlere Cosinus-Antwort von elf Apogee-Pyranometern mit Siliziumzellen (die **Fehlerbalken stellen zwei Standardabweichungen über und unter dem Mittelwert dar**). Die Messungen der Kosinusempfindlichkeit wurden während der Breitband-Außenradiometerkalibrierungen (BORCAL) durchgeführt, die in zwei verschiedenen Jahren am National Renewable Energy Laboratory (NREL) in Golden, Colorado, stattfanden. Die Kosinusreaktion wurde als relative Differenz der Pyranometerempfindlichkeit bei jedem Sonnenzenitwinkel zur Empfindlichkeit bei  $45^\circ$  Sonnenzenitwinkel berechnet. Die blauen Symbole sind AM-Messungen, die roten Symbole sind PM-Messungen.

## EINSATZ UND INSTALLATION

Befestigen Sie den Sensor mit der mitgelieferten Befestigungsschraube aus Nylon an einer festen Oberfläche. Um die auf eine horizontale Fläche auftreffende PPFD genau zu messen, muss der Sensor nivelliert werden. Eine Nivellierplatte von Apogee Instruments, Modell AL-100, wird empfohlen, um den Sensor zu nivellieren, wenn er auf einer ebenen Fläche verwendet oder auf Oberflächen wie Holz montiert wird. Um die Montage an einem Mast oder Rohr zu erleichtern, wird die Apogee Instruments AL-120 Solar-Montagehalterung mit Nivellierplatte empfohlen.



**Wichtig!** Verwenden Sie bei der Montage nur die mitgelieferte Nyllonschraube, um die nicht eloxierten Gewinde des Aluminiumsensorkopfs von der Basis zu isolieren und so galvanische Korrosion zu verhindern. Bei längerem Eintauchen in Wasser kann eine stärkere Isolierung erforderlich sein. Wenden Sie sich für weitere Informationen an unseren technischen Support



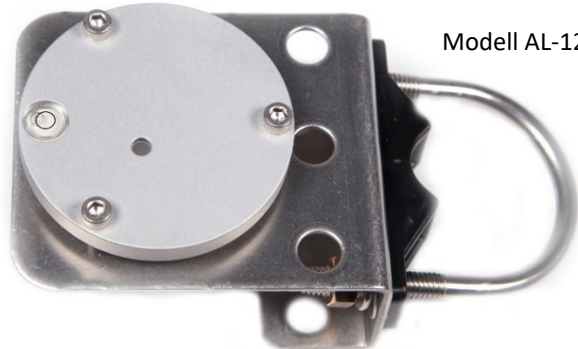
Nylonschraube: 10-32x3/8



Modell AL-100

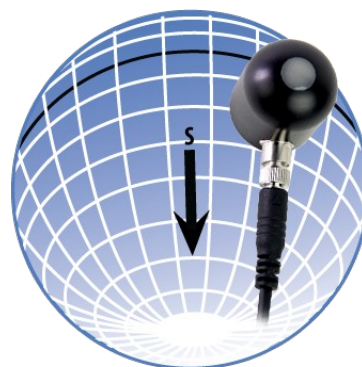
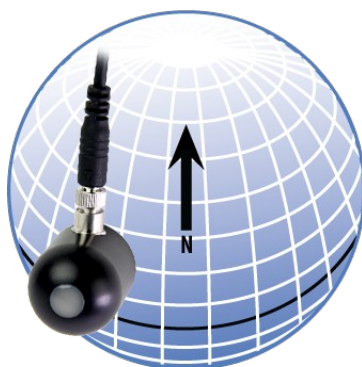


Nylonschraube: 10-32x3/8



Modell AL-120

Um den Azimutfehler zu minimieren, sollte der Sensor so montiert werden, dass das Kabel auf der Nordhalbkugel nach Norden und auf der Südhalbkugel nach Süden ausgerichtet ist. Der Azimutfehler beträgt in der Regel weniger als 1 %, kann aber durch die richtige Kabelausrichtung leicht minimiert werden.



Neben der Ausrichtung des Kabels auf den nächstgelegenen Mast sollte der Sensor auch so montiert werden, dass keine Hindernisse (z. B. Stativ/Turm der Wetterstation oder andere Instrumente) den Sensor verdecken. **Nach der Montage sollte die grüne Kappe vom Sensor entfernt werden.** Die grüne Kappe kann als Schutzabdeckung für den Sensor verwendet werden, wenn er nicht in Gebrauch ist.

## KABELSTECKVERBINDER

Apogee-Sensoren bieten Kabelanschlüsse, um den Ausbau von Sensoren aus Wetterstationen zur Kalibrierung zu vereinfachen (das gesamte Kabel muss **nicht** von der Station entfernt und mit dem Sensor versandt werden).

Die robusten M8-Steckverbinder haben die Schutzart IP68, bestehen aus korrosionsbeständigem Edelstahl und sind für den dauerhaften Einsatz unter rauen Umgebungsbedingungen konzipiert.

### Anweisungen

**Stifte und Verdrahtungsfarben:** Alle Apogee-Stecker haben sechs Stifte, aber nicht alle Stifte werden für jeden Sensor verwendet. Es können auch unbenutzte Kabelfarben im Kabel vorhanden sein. Um den Anschluss des Datenloggers zu vereinfachen, entfernen wir die unbenutzten Pigtail-Leitungsfarben am Datenlogger-Ende des Kabels.

Wenn Sie ein Ersatzkabel benötigen, wenden Sie sich bitte direkt an Apogee, um die richtige Pigtail-Konfiguration zu bestellen.

**Ausrichten:** Beim Wiederanschießen eines Sensors sorgen Pfeile auf dem Steckergehäuse und eine Ausrichtungskerbe für die richtige Ausrichtung.

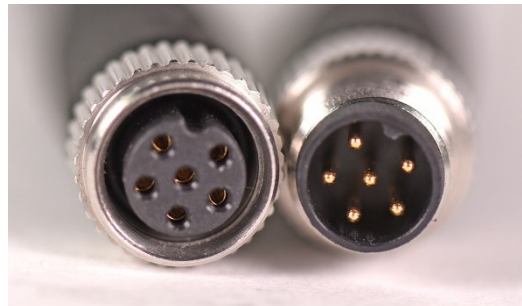
**Trennen der Verbindung über einen längeren Zeitraum:** Wenn Sie den Sensor für längere Zeit von einer Station trennen, schützen Sie die verbleibende Hälfte des Steckers, die sich noch an der Station befindet, mit Isolierband oder einer anderen Methode vor Wasser und Schmutz.

**Festziehen:** Die Steckverbinder sind so konzipiert, dass sie nur mit den Fingern fest angezogen werden können. Es gibt eine O-Ring im Inneren des Steckers, der bei Verwendung eines Schraubenschlüssels zu stark zusammengedrückt werden kann. Achten Sie auf die Ausrichtung der Gewinde, um ein Überdrehen zu vermeiden. Nach dem vollständigen Anziehen können noch 1-2 Gewindegänge sichtbar sein.

**WARNUNG:** Ziehen Sie den Stecker **nicht**



Die Kabelanschlüsse sind direkt am Kopf angebracht.



Eine Referenzkerbe im Inneren des Steckers gewährleistet korrekte Ausrichtung vor dem Festziehen.



Wenn Sie Sensoren zur Kalibrierung einschicken, senden Sie nur den Sensorkopf ein.



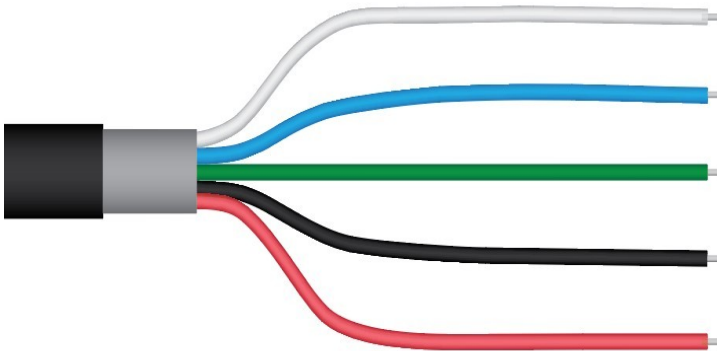
Fest mit den Fingern anziehen

durch Verdrehen des schwarzen Kabels oder des Sensorkopfes fest, sondern nur durch Verdrehen des Metallsteckers (blaue Pfeile).

## BETRIEB UND MESSUNG

Das Pyranometer SP-422 verfügt über einen Modbus-Ausgang, an dem die Kurzwellenstrahlung in digitaler Form zurückgegeben wird. Die Messung von SP-422-Pyranometern erfordert ein Messgerät mit einer Modbus-Schnittstelle, das die Funktion Read Holding Registers (0x03) unterstützt.

### Verkabelung



**Weiß:** RS-232 RX / RS-485 positiv

**Blau:** RS-232 TX / RS-485 Negativ

**Grün:** Auswahl (Umschalten zwischen RS-232 und RS-485)

**Schwarz:** Masse

**Rot:** Leistung 5,5 bis 24 V

Das grüne Kabel sollte an Masse angeschlossen werden, um die RS-485-Kommunikation zu ermöglichen, oder es sollte an die 12-V-Spannung für die RS-232-Kommunikation angeschlossen werden. Der Text für die weißen und blauen Drähte oben bezieht sich auf den Anschluss, an den die Drähte angeschlossen werden müssen.

### Sensor-Kalibrierung

Alle Apogee Modbus-Pyranometer (Modell SP-422) verfügen über sensorspezifische Kalibrierungskoeffizienten, die während des kundenspezifischen Kalibrierungsprozesses ermittelt werden. Die Koeffizienten werden im Werk in die Sensoren programmiert.

### Modbus-Schnittstelle

Es folgt eine kurze Erläuterung der Modbus-Protokollanweisungen, die in Apogee SP-422 Pyranometern verwendet werden. Bei Fragen zur Implementierung dieses Protokolls lesen Sie bitte die offizielle serielle Implementierung des Modbus-Protokolls: [http://www.modbus.org/docs/Modbus\\_over\\_serial\\_line\\_V1\\_02.pdf](http://www.modbus.org/docs/Modbus_over_serial_line_V1_02.pdf) (2006) und die allgemeine Modbus-Protokollspezifikation: [http://www.modbus.org/docs/Modbus\\_Application\\_Protocol\\_V1\\_1b3.pdf](http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf) (2012). Weitere Informationen finden Sie unter: <http://www.modbus.org/specs.php>

### Übersicht

Der Grundgedanke der Modbus-Schnittstelle ist, dass jeder Sensor unter einer Adresse existiert und als Wertetabelle erscheint. Diese Werte werden als Register bezeichnet. Jeder Wert in der Tabelle hat einen zugehörigen Index, und dieser Index wird verwendet, um zu erkennen, auf welchen Wert in der Tabelle zugegriffen wird.

### Sensor-Adressen

Jedem Sensor wird eine Adresse von 1 bis 247 zugewiesen. Apogee-Sensoren werden mit einer Standardadresse von 1 ausgeliefert. Wenn Sie mehrere Sensoren auf derselben Modbus-Leitung verwenden, müssen Sie die Adresse des Sensors durch Beschreiben des Slave-Adressregisters ändern.

## Register Index

Jedes Register in einem Sensor stellt einen Wert im Sensor dar, z. B. eine Messung oder einen Konfigurationsparameter. Einige Register können nur gelesen werden, andere können nur geschrieben werden und wieder andere können sowohl gelesen als auch geschrieben werden. Jedes Register befindet sich an einem bestimmten Index in der Tabelle für den Sensor. Oft wird dieser Index als Adresse bezeichnet, die eine andere Adresse als die Sensoradresse ist, aber leicht mit der Sensoradresse verwechselt werden kann.

Es gibt jedoch zwei verschiedene Indizierungsschemata, die für Modbus-Sensoren verwendet werden, wobei die Umrechnung zwischen beiden einfach ist. Ein Indizierungsschema wird als einseitige Nummerierung bezeichnet, bei der das erste Register den Index 1 erhält und somit der Zugriff auf das Register 1 angefordert wird. Das andere Indizierungsschema wird als Null-basierte Nummerierung bezeichnet, bei der das erste Register den Index 0 erhält und somit der Zugriff durch die Anforderung des Zugriffs auf das Register 0 erfolgt. Die Apogee-Sensoren verwenden die Null-basierte Nummerierung. Wenn der Sensor jedoch in einem System verwendet wird, das eine einseitige Nummerierung verwendet, wie z. B. bei einem CR100X-Logger, wird durch Hinzufügen von 1 zur nullseitigen Adresse die einseitige Adresse für das Register erzeugt.

## Register Format:

Gemäß der Spezifikation des Modbus-Protokolls sind Holding-Register (die Art von Registern, die Apogee-Sensoren enthalten) für eine Breite von 16 Bit definiert. Bei wissenschaftlichen Messungen ist es jedoch wünschenswert, einen genaueren Wert zu erhalten, als es 16 Bits erlauben. Daher verwenden mehrere Modbus-Implementierungen zwei 16-Bit-Register, die als ein 32-Bit-Register fungieren. Apogee Modbus-Sensoren verwenden diese 32-Bit-Implementierung, um Messwerte als 32-Bit-IEEE-754-Gleitkommazahlen zu liefern.

Apogee Modbus-Sensoren enthalten auch einen redundanten, doppelten Satz von Registern, die 16-Bit-Ganzzahlen mit Vorzeichen verwenden, um Werte als dezimal verschobene Zahlen darzustellen. Es wird empfohlen, wenn möglich die 32-Bit-Werte zu verwenden, da sie genauere Werte enthalten.

## Kommunikationsparameter:

Apogee Sensoren kommunizieren mit der Modbus RTU Variante des Modbus Protokolls. Die Standard-Kommunikationsparameter sind wie folgt:

Slave-Adresse: 1  
 Baudrate: 19200  
 Datenbits: 8  
 Stoppbits: 1  
 Parität: Gerade  
 Byte-Reihenfolge: Big-Endian (das höchstwertige Byte wird zuerst gesendet)

Die Baudrate und die Slave-Adresse sind vom Benutzer konfigurierbar. **Gültige Slave-Adressen sind 1 bis 247. Wenn Sie die Slave-Adresse auf 255 setzen, wird ein Reset-Ereignis ausgelöst, und alle Einstellungen werden auf die ursprüngliche Standardeinstellung zurückgesetzt, d. h. auf die Slave-Adresse 1 (d. h. wenn ein Sensor mit einer Slave-Adresse von 5 auf 0 geändert wird, wird er auf die Slave-Adresse 1 zurückgesetzt).** (Dies setzt auch die werkseitig kalibrierten Werte zurück und sollte **NICHT** vom Benutzer durchgeführt werden, es sei denn, er erhält andere Anweisungen).

**Nur-Lese-Register (Funktionscode 0x3).**

<b>Float-Register</b>	
0	kalibrierte Leistung in Watt
1	
2	Detektor Millivolt
3	
4	Reserviert für zukünftige Verwendung
5	
6	Gerätestatus (1 bedeutet, dass das Gerät besetzt ist, sonst 0)
7	
8	Firmware-Version
9	
<b>Integer-Register</b>	
40	kalibrierte Ausgangsleistung in Watt (multipliziert mit 10)
41	Detektor-Millivolt (multipliziert mit 100)
42	Reserviert für zukünftige Verwendung
43	Gerätestatus (1 bedeutet, dass das Gerät beschäftigt ist, sonst 0)
44	Firmware-Version (multipliziert mit 10)

### Lesen/Schreiben von Registern (Funktionscodes 0x3 und 0x10).

Änderungen, die in diese Register mit Ausnahme der Slave-Adresse geschrieben werden, haben keine Auswirkung auf die Sensoreinstellungen, bis der Benutzer den Sensor aus- und wieder eingeschaltet hat. Um beispielsweise die Baudrate zu aktualisieren, muss der Benutzer zunächst den gewünschten Wert in die Register 22-23 für 32-Bit-Float-Werte oder in Register 51 für Ganzzahlwerte schreiben. Nach dem Schreiben in das gewünschte Register muss der Benutzer den Sensor aus- und wieder einschalten, damit diese Änderung wirksam wird.

Float-Register	
16 17	Slave-Adresse
18 19	Modellnummer*
20 21	Seriennummer*
22 23	Baudrate (0 = 115200, 1 = 57600, 2 = 38400, 3 = 19200, 4 = 9600, Schreibvorgänge mit einer anderen Zahl als 0, 1, 2, 3 oder 4 werden ignoriert)
24 25	Parität (0 = keine, 1 = ungerade, 2 = gerade)
26 27	Anzahl der Stoppbits
28 29	Multiplikator*
30 31	Offset*
32 33	laufender Durchschnitt
34 35	Status der Heizung
Integer-Register	
48	Slave-Adresse
49	Modellnummer*
50	Seriennummer*
51	Baudrate (0 = 115200, 1 = 57600, 2 = 38400, 3 = 19200, 4 = 9600, Schreibvorgänge mit einer anderen Zahl als 0, 1, 2, 3 oder 4 werden ignoriert)
52	Parität (0 = keine, 1 = ungerade, 2 = gerade)
53	Anzahl der Stoppbits
54	Multiplikator (abgerundet auf die nächste ganze Zahl)*
55	Offset (abgerundet auf die nächste Ganzzahl)*
56	laufender Durchschnitt
57	Status der Heizung

**\*Register, die mit einem Sternchen (\*) gekennzeichnet sind, können nicht beschrieben werden, es sei denn, ein spezielles Verfahren wird befolgt. Wenden Sie sich an Apogee Instruments, um das Verfahren zum Schreiben dieser Register zu erfahren.**

**Packet Framing:**

Apogee-Sensoren verwenden Modbus-RTU-Pakete und halten sich in der Regel an das folgende Muster:

Slave-Adresse (1 Byte), Funktionscode (1 Byte), Startadresse (2 Byte), Anzahl der Register (2 Byte), Datenlänge (1 Byte, optional) Daten (n Byte, optional)

Modbus-RTU-Pakete verwenden bei der Adressierung von Registern die nullbasierte Adresse.

Informationen zum Modbus-RTU-Framing finden Sie in der offiziellen Dokumentation unter [http://www.modbus.org/docs/Modbus\\_Application\\_Protocol\\_V1\\_1b3.pdf](http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf).

**Beispielpakete:**

Beispiel eines Datenpakets, das vom Steuergerät an den Sensor gesendet wird, wobei Funktionscode 0x3 die Registeradresse 0 liest. Jedes Paar von eckigen Klammern steht für ein Byte.

[Slave-Adresse][Funktion][Startadresse High Byte][Startadresse Low Byte][Anzahl der Register High Byte][Anzahl der Register Low Byte][CRC High Byte][CRC Low Byte]

0x01 0x03 0x00 0x00 0x00 0x02 0xC4 0x0B

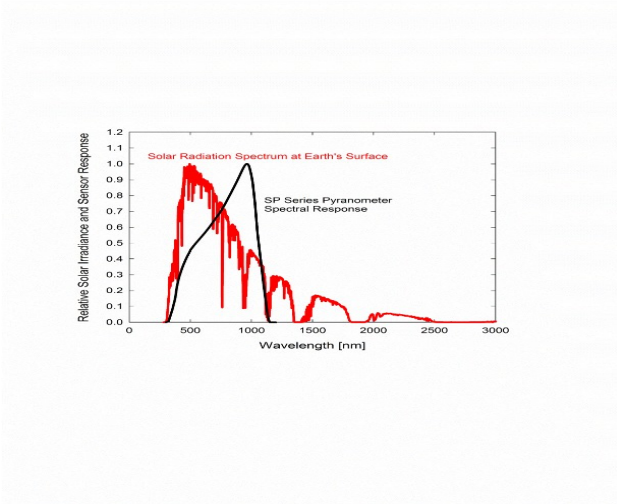
Beispiel eines Datenpakets, das vom Steuergerät an den Sensor gesendet wird, wobei der Funktionscode 0x10 eine 1 in das Register 26 schreibt. Jedes Paar von eckigen Klammern steht für ein Byte.

[Slave-Adresse][Funktion][Startadresse High Byte][Startadresse Low Byte][Anzahl der Register High Byte][Anzahl der Register Low Byte][Byte Count][Daten High Byte][Daten Low Byte][Daten High Byte][Daten Low Byte][CRC High Byte][CRC Low Byte]

0x01 0x10 0x00 0x1A 0x00 0x02 0x04 0x3f 0x80 0x00 0x00 0x7f 0x20.

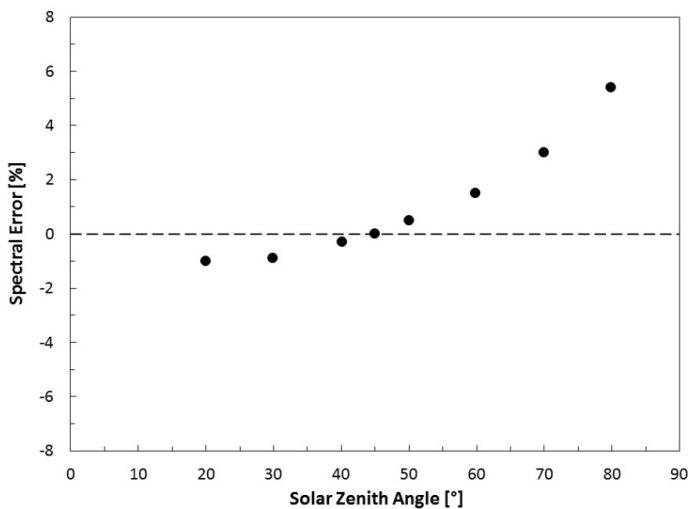
**Spektrale Fehler bei Messungen mit Silizium-Zellen-Pyranometern**

Die Pyranometer der Apogee SP-Serie werden in einem Kalibrierlabor unter elektrischen Lampen kalibriert. Das Kalibrierverfahren simuliert die Kalibrierung unter klaren Himmelsbedingungen bei einem Zenitwinkel der Sonne von etwa 45°. Aufgrund der begrenzten spektralen Empfindlichkeit von Siliziumzellen-Pyranometern im Vergleich zum Sonnenspektrum (siehe Grafik unten) treten jedoch spektrale Fehler auf, wenn Messungen unter Bedingungen durchgeführt werden, die sich von den Bedingungen unterscheiden, unter denen der Sensor kalibriert wurde (z. B. unterscheidet sich das Sonnenspektrum bei klarem und bewölktem Himmel, so dass Messungen bei bewölktem Himmel zu spektralen Fehlern führen, da die Sensoren unter klaren Himmelsbedingungen kalibriert wurden).

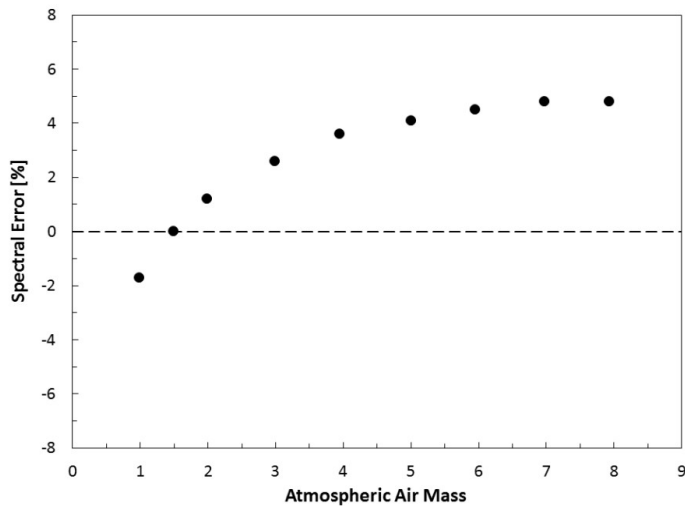


Spektrale Empfindlichkeit von Pyranometern der Apogee SP-Serie im Vergleich zum Spektrum der Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche. Siliziumzellen-Pyranometer wie die Apogee SP-Serie sind nur für den Wellenlängenbereich von etwa 350-1100 nm empfindlich und nicht für alle Wellenlängen innerhalb dieses Bereichs gleichermaßen. Wenn der Spektralgehalt der Sonnenstrahlung erheblich von dem Spektrum abweicht, auf das die Siliziumzellen-Pyranometer kalibriert

Siliziumzellen-Pyranometer können auch zur Messung der kurzwelligeren Strahlung unter anderen Bedingungen als bei klarem Himmel oder von anderen Strahlungsquellen als dem einfallenden Sonnenlicht verwendet werden, doch treten bei der Messung der Strahlung mit Siliziumzellen-Pyranometern unter diesen Bedingungen spektrale Fehler auf. Die nachstehenden Diagramme zeigen die geschätzten spektralen Fehler von Apogee-Siliziumzellen-Pyranometern bei unterschiedlichen Zenitwinkeln der Sonne und unterschiedlichen atmosphärischen Luftmassen. Der Diffusor ist so optimiert, dass Richtungsfehler minimiert werden. Daher zeigt das Kosinus-Antwort-Diagramm im Abschnitt "Spezifikationen" die tatsächlichen Richtungsfehler in der Praxis (einschließlich der Beiträge der spektralen Verschiebung, die mit dem Sonnenzenitwinkel und der atmosphärischen Luftmasse je nach Tages- und Jahreszeit auftritt). Die nachstehende Tabelle enthält Schätzungen des spektralen Fehlers für die Messung kurzwelliger Strahlung aus anderen Quellen als der Sonnenstrahlung bei klarem Himmel.



Spektraler Fehler für Pyranometer der Apogee SP-Serie als Funktion des Sonnenzenitwinkels, unter der Annahme einer Kalibrierung bei einem Zenitwinkel von 45°.



Spektraler Fehler für Pyranometer der Apogee SP-Serie als Funktion der atmosphärischen Luftmasse, unter der Annahme einer Kalibrierung bei einer Luftmasse von 1,5.

### Spektrale Fehler bei der Messung der kurzwelligen Strahlung mit Pyranometern der Apogee SP-Serie

Strahlungsquelle (Fehler berechnet in Bezug auf die Sonne, klarer Himmel)	Fehler [%]
Sonne (klarer Himmel)	0.0
Sonne (bewölkter Himmel)	9.6
Reflektiert vom Grasdach	14.6
Reflektiert von Laubdächern	16.0
Reflektiert von Nadelbaumkronen	19.2
Reflektiert von landwirtschaftlichen Böden	-12.1
Vom Waldboden reflektiert	-4.1
Vom Wüstenboden reflektiert	3.0
Vom Wasser reflektiert	6.6
Vom Eis reflektiert	0.3
Vom Schnee reflektiert	13.7

---

## INSTANDHALTUNG UND REKALIBRIERUNG

Die Blockierung des Strahlengangs zwischen Messobjekt und Detektor kann zu niedrigen Messwerten führen. Gelegentlich können angesammelte Materialien auf dem Diffusor den optischen Pfad auf drei übliche Arten blockieren:

1. Feuchtigkeit oder Verschmutzungen auf dem Auslass.
2. Staub in niederschlagsarmen Zeiten.
3. Ansammlung von Salzablagerungen durch Verdunstung von Gischt oder Sprinklerbewässerung.

Die Pyranometer von Apogee Instruments verfügen über einen gewölbten Diffusor und ein gewölbtes Gehäuse für eine bessere Selbstreinigung bei Regen, doch kann eine aktive Reinigung erforderlich sein. Staub oder organische Ablagerungen lassen sich am besten mit Wasser oder Fensterreiniger und einem weichen Tuch oder Wattestäbchen entfernen. Salzablagerungen sollten mit Essig aufgelöst und mit einem Tuch oder Wattestäbchen entfernt werden. **Salzablagerungen lassen sich nicht mit Lösungsmitteln wie Alkohol oder Aceton entfernen.** Reinigen Sie den Diffusor mit einem Wattestäbchen oder einem weichen Tuch nur mit leichtem Druck, um Kratzer auf der Außenfläche zu vermeiden. Die Reinigung sollte mit dem Lösungsmittel erfolgen, nicht mit mechanischer Gewalt. **Verwenden Sie niemals Scheuermittel oder Reinigungsmittel für den Diffusor.**

Obwohl Apogee-Sensoren sehr stabil sind, ist eine nominelle Genauigkeitsdrift für alle Sensoren in Forschungsqualität normal. Um maximale Genauigkeit zu gewährleisten, empfehlen wir im Allgemeinen, die Sensoren alle zwei Jahre zur Neukalibrierung einzusenden, obwohl Sie je nach Ihren speziellen Toleranzen oft länger warten können.

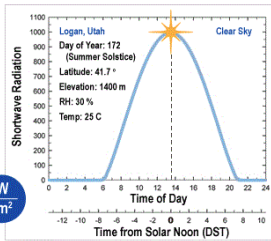
Um festzustellen, ob Ihr Sensor neu kalibriert werden muss, kann die Website und/oder Smartphone-App Clear Sky Calculator ([www.clearskycalculator.com](http://www.clearskycalculator.com)) verwendet werden, um die gesamte kurzweilige Strahlung anzuzeigen, die zu jeder Tageszeit und an jedem Ort der Welt auf eine horizontale Fläche trifft. Er ist am genauesten, wenn er in den Frühlings- und Sommermonaten in der Nähe der Mittagszeit verwendet wird, wobei die Genauigkeit über mehrere klare und unverschmutzte Tage hinweg in allen Klimazonen und an allen Orten der Welt auf  $\pm 4\%$  geschätzt wird. Die beste Genauigkeit wird erreicht, wenn der Himmel völlig klar ist, da die von Wolken reflektierte Strahlung die einfallende Strahlung über den vom Rechner für klaren Himmel vorhergesagten Wert hinaus erhöht. Gemessene Werte der gesamten kurzweiligen Strahlung können aufgrund der Reflexion von dünnen, hohen Wolken und Wolkenrändern, die die eintreffende kurzweilige Strahlung verstärken, die vom Clear Sky Calculator vorhergesagten Werte übersteigen. Der Einfluss hoher Wolken zeigt sich in der Regel als Spitzen über den Werten für den klaren Himmel und nicht als konstanter Offset über den Werten für den klaren Himmel.

Um festzustellen, ob eine Neukalibrierung erforderlich ist, geben Sie die Standortbedingungen in den Rechner ein und vergleichen Sie die Messungen der gesamten kurzweiligen Strahlung mit den berechneten Werten für einen klaren Himmel. Wenn die Messungen der kurzweiligen Strahlung des Sensors an mehreren Tagen in der Nähe der Mittagszeit konstant von den berechneten Werten abweichen (um mehr als 6%), sollte der Sensor gereinigt und neu nivelliert werden. Wenn die Messungen nach einem zweiten Test immer noch unterschiedlich sind, senden Sie eine E-Mail an [calibration@apogeeinstruments.com](mailto:calibration@apogeeinstruments.com), um die Testergebnisse und eine mögliche Rücksendung des Sensors/der Sensoren zu besprechen.

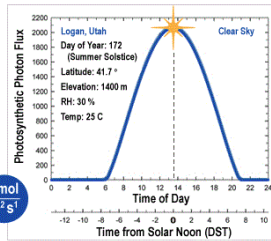


This calculator determines the intensity of radiation falling on a horizontal surface at any time of the day in any location in the world. The primary use of this calculator is to determine the need for recalibration of radiation sensors. It is most accurate when used near solar noon in the summer months.

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



**MODEL FOR PYRANOMETER**  
SHORTWAVE RADIATION



**MODEL FOR QUANTUM SENSOR**  
PHOTOSYNTHETIC PHOTON FLUX

Homepage des Clear Sky Calculator. Es sind zwei Rechner verfügbar: Einer für Pyranometer (kurzwellige Gesamtstrahlung) und einer für Quantensensoren (photosynthetische Photonenflussdichte).



FOR PYRANOMETERS

HOME

Input Parameters for Estimating Solar Radiation:

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 Shortwave" 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.

Latitude =

Longitude =

Longitude<sub>tz</sub> =

Elevation =  m

Day of Year =

Time of Day =   
(6 min = 0.1 hr)

Daylight Savings =  hr

Air Temperature =  C

Relative Humidity =  %

Model Estimated Shortwave = **984** W m<sup>-2</sup>

Measured Shortwave =  W m<sup>-2</sup>

**DIFFERENCE FROM MODEL = -1.4 %**

[CONTACT APOGEE FOR RECALIBRATION](#)

Name:

E-mail:

Phone:

Serial #:

Comments:

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

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](mailto:calibration@apogee-inst.com)

Clear Sky Calculator für Pyranometer. Die Daten des Standorts werden in die blauen Zellen in der Mitte der Seite eingegeben und eine Schätzung der gesamten kurzwelligen Strahlung wird auf der rechten Seite angezeigt.

---

## FEHLERBEHEBUNG UND KUNDENSUPPORT

### Unabhängige Überprüfung der Funktionsfähigkeit

Wenn der Sensor nicht mit dem Datenlogger kommuniziert, verwenden Sie ein Amperemeter, um die Stromaufnahme zu überprüfen. Er sollte bei 37 mA liegen, wenn der Sensor mit Strom versorgt wird. Eine Stromaufnahme, die deutlich über 37 mA liegt, deutet auf ein Problem mit der Stromversorgung der Sensoren, der Verkabelung des Sensors oder der Sensorelektronik hin.

### Kompatible Messgeräte (Datenlogger/Controller/Messgeräte)

Jeder Datenlogger oder Zähler mit RS-232/RS-485, der Float- oder Integer-Werte lesen/schreiben kann.

Ein Beispiel für ein Datenlogger-Programm für Campbell Scientific-Datenlogger finden Sie unter <https://www.apogeeinstruments.com/content/Pyranometer-Modbus.CR1>.

### Länge des Kabels

Alle Apogee-Sensoren verwenden abgeschirmte Kabel, um elektromagnetische Störungen zu minimieren. Für eine optimale Kommunikation muss der Abschirmungsdraht mit einer Erdung verbunden werden. Dies ist besonders wichtig, wenn der Sensor mit großen Leitungslängen in elektromagnetisch verrauschten Umgebungen verwendet wird.

### RS-232 Kabellänge

Bei Verwendung einer seriellen RS-232-Schnittstelle sollte die Kabellänge vom Sensor zum Controller kurz gehalten werden, nicht länger als 20 Meter. Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 3.3.5 in diesem Dokument:

[http://www.modbus.org/docs/Modbus\\_over\\_serial\\_line\\_V1\\_02.pdf](http://www.modbus.org/docs/Modbus_over_serial_line_V1_02.pdf)

### RS-485 Kabellänge

Bei Verwendung einer seriellen RS-485-Schnittstelle können größere Kabellängen verwendet werden. Das Verbindungskabel kann bis zu 1000 Meter lang sein. Die Länge des Kabels vom Sensor bis zu einem Abzweig an der Hauptleitung sollte kurz sein, nicht länger als 20 Meter. Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 3.4 in diesem Dokument: [http://www.modbus.org/docs/Modbus\\_over\\_serial\\_line\\_V1\\_02.pdf](http://www.modbus.org/docs/Modbus_over_serial_line_V1_02.pdf)

### Tipps zur Fehlerbehebung

- Achten Sie darauf, dass Sie mit dem grünen Kabel zwischen RS-232 und RS-485 wählen.
- Stellen Sie sicher, dass der Sensor richtig verdrahtet ist (siehe Schaltplan).
- Vergewissern Sie sich, dass der Sensor von einem Netzteil mit ausreichender Leistung (z. B. 12 V) versorgt wird.
- Achten Sie darauf, dass Sie beim Lesen von Modbus-Registern die richtige Art von Variablen verwenden. Verwenden Sie eine Float-Variable für Float-Register und eine Integer-Variable für Integer-Register.
- Stellen Sie sicher, dass Baudrate, Stoppbits, Parität, Bytereihenfolge und Protokolle zwischen dem Steuerprogramm und dem Sensor übereinstimmen. Die Standardwerte sind:
  - Baudrate: 19200
  - Stoppbits: 1
  - Parität: Gerade
  - Byte-Reihenfolge: ABCD (Big-Endian/Most Significant Byte First)
  - Protokoll: RS-232 oder RS-485

---

# RÜCKGABE- UND GEWÄHRLEISTUNGSBESTIMMUNGEN

## RÜCKGABE-POLITIK

Apogee Instruments akzeptiert Rücksendungen innerhalb von 30 Tagen nach dem Kauf, sofern sich das Produkt im Neuzustand befindet (wird von Apogee festgelegt). Für Rücksendungen wird eine Wiedereinlagerungsgebühr von 10 % erhoben.

## GARANTIEBESTIMMUNGEN

### Was ist abgedeckt?

Für alle von Apogee Instruments hergestellten Produkte gilt eine Garantie von vier (4) Jahren ab dem Datum der Auslieferung aus unserem Werk, dass sie frei von Material- und Verarbeitungsfehlern sind. Um die Garantie in Anspruch nehmen zu können, muss ein Artikel von Apogee bewertet werden.

Für Produkte, die nicht von Apogee hergestellt werden (Spektralradiometer, Chlorophyllgehalt-Messgeräte, EE08-SS-Sonden), gilt eine Garantie von einem (1) Jahr.

### Was nicht abgedeckt ist

Der Kunde ist für alle Kosten verantwortlich, die im Zusammenhang mit dem Ausbau, dem Wiedereinbau und dem Versand von Artikeln mit Garantieverdacht an unser Werk entstehen.

Die Garantie gilt nicht für Geräte, die aufgrund der folgenden Bedingungen beschädigt wurden:

1. Unsachgemäße Installation, Verwendung oder Missbrauch.
2. Betrieb des Geräts außerhalb des spezifizierten Betriebsbereichs.
3. Naturereignisse wie Blitzschlag, Feuer usw.
4. Unbefugte Änderung.
5. Unsachgemäße oder nicht autorisierte Reparatur.

Bitte beachten Sie, dass eine Abweichung der Nenngenauigkeit im Laufe der Zeit normal ist. Die routinemäßige Neukalibrierung von Sensoren/Messgeräten wird als Teil der ordnungsgemäßen Wartung betrachtet und ist nicht von der Garantie abgedeckt.

### Wer ist abgedeckt?

Diese Garantie gilt für den Erstkäufer des Produkts oder eine andere Partei, die das Produkt während der Garantiezeit besitzt.

### Was Apogee tun wird

Apogee wird kostenlos sein:

1. Wir reparieren oder ersetzen (nach unserem Ermessen) den Artikel im Rahmen der Garantie.
2. Rücksendung des Artikels an den Kunden durch einen Spediteur unserer Wahl.

Andere oder schnellere Versandmethoden gehen zu Lasten des Kunden.

**Wie man einen Artikel zurückgibt - Um Reparaturen/Garantie kümmert sich im Raum D, A, CH die UP GmbH. Füllen Sie dazu bitte das Rücksendeformular**

**[https://www.upgmbh.com/fileadmin/user\\_upload/up\\_products/pdf/Ruecksendformular.pdf](https://www.upgmbh.com/fileadmin/user_upload/up_products/pdf/Ruecksendformular.pdf) aus und senden Sie es zusammen mit dem Gerät an unser Büro in Cottbus!**

1. Bitte senden Sie keine Produkte an Apogee Instruments zurück!
2. Senden Sie alle Sensoren und Messgeräte in folgendem Zustand zurück, um die Garantie zu prüfen: Reinigen Sie das Äußere des Sensors und das Kabel. Nehmen Sie keine Änderungen an den Sensoren oder Kabeln vor, wie z. B. Spleißen, Abschneiden von Kabeln usw. Wenn ein Stecker am Kabelende angebracht wurde, legen Sie bitte den Gegenstecker bei - andernfalls wird der Sensorstecker entfernt, um die Reparatur/Neukalibrierung abzuschließen. **Hinweis:** *Wenn Sie Sensoren mit Apogees Standard-Edelstahlsteckern zur Routinekalibrierung zurücksenden, brauchen Sie den Sensor nur mit dem 30 cm langen Kabelstück und der Hälfte des Steckers einzusenden. Wir haben in unserem Werk Gegenstecker, die für die Kalibrierung des Sensors verwendet werden können.*
3. Senden Sie den Artikel frachtfrei und vollständig versichert an unsere Werksadresse. Wir sind nicht verantwortlich für Kosten, die mit dem Transport von Produkten über internationale Grenzen hinweg verbunden sind.
- 4. Nach Erhalt wird Apogee Instruments die Ursache des Fehlers feststellen. Wenn sich herausstellt, dass das Produkt aufgrund von Material- oder Verarbeitungsfehlern nicht gemäß den veröffentlichten Spezifikationen funktioniert, wird Apogee Instruments die Teile 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 bzw. den Ersatz.**

## PRODUKTE NACH ABLAUF DER GEWÄHRLEISTUNGSFRIST

Bei Problemen mit Sensoren, die über die Garantiezeit hinausgehen, wenden Sie sich bitte an Apogee unter [support@upgmbh.com](mailto:support@upgmbh.com), um Reparatur- oder Austauschoptionen zu besprechen.

## ANDERE BEGRIFFE

Apogee Instruments ist nicht verantwortlich für direkte, indirekte, zufällige oder Folgeschäden, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Einkommensverluste, Einnahmeverluste, Gewinnverluste, Datenverluste, Lohnverluste, Zeitverluste, Umsatzverluste, das Entstehen von Schulden oder Ausgaben, die Verletzung von persönlichem Eigentum oder die Verletzung von Personen oder andere Arten von Schäden oder Verlusten.

Diese eingeschränkte Garantie und alle Streitigkeiten, die sich aus oder in Verbindung mit dieser eingeschränkten Garantie ergeben ("Streitigkeiten"), unterliegen den Gesetzen des Staates Utah, USA, unter Ausschluss der Grundsätze 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 eingeschränkte Garantie gibt Ihnen bestimmte gesetzliche Rechte, und Sie können auch andere Rechte haben, die von Staat zu Staat und von Gerichtsbarkeit zu Gerichtsbarkeit variieren und die von dieser eingeschränkten Garantie nicht betroffen sind. Diese Garantie gilt nur für Sie und kann nicht übertragen oder abgetreten werden. Sollte eine Bestimmung dieser eingeschränkten Garantie ungesetzlich, ungültig oder nicht durchsetzbar sein, so gilt diese Bestimmung als abtrennbar und berührt die übrigen Bestimmungen nicht. Im Falle von Unstimmigkeiten zwischen der englischen und der anderen Version dieser eingeschränkten Garantie ist die englische Version maßgebend.

**Diese Garantie kann nicht durch eine andere Person oder Vereinbarung geändert, übernommen oder ergänzt werden.**