



Umweltanalytische  
Produkte GmbH

**apogee**<sup>®</sup>  
INSTRUMENTS

BENUTZERHANDBUCH

PYRANOMETER

Modell SP-421



Stand: 26-Sept-2022

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

Copyright © 2022 Apogee Instruments, Inc. - Deutsche Übersetzung von UP GmbH \*[www.upgmbh.com](http://www.upgmbh.com)

# INHALTSÜBERSICHT

Benutzerhandbuch.....	1
Bescheinigungen über die Einhaltung der Vorschriften.....	3
Einführung.....	5
Sensor-Modelle.....	6
Spezifikationen.....	7
Einsatz und Installation.....	10
Kabelsteckverbinder.....	11
Betrieb und Messung.....	12
Instandhaltung und Rekalibrierung.....	21
Fehlerbehebung und Kundensupport.....	23
Rückgabe- und Gewährleistungsbestimmungen.....	24

# 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-421  
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, September 2022

Bruce Bugbee  
Präsident  
Apogee Instruments, 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-421

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 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, September 2022

Bruce Bugbee  
Präsident  
Apogee Instruments, Inc.



---

## EINFÜHRUNG

Die Sonnenstrahlung auf der Erdoberfläche wird in der Regel 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. Die Pyranometer der SP-Serie von Apogee sind Siliziumzellen-Pyranometer und nur für einen Teil des Sonnenspektrums empfindlich, etwa 350 bis 1100 nm (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 sowie mit den Spezifikationen für die Klassifizierung der Internationalen Organisation für Normung (ISO) der Klasse C. Aufgrund ihrer begrenzten spektralen Empfindlichkeit erfüllen sie jedoch nicht die für die WMO-Zertifizierung erforderliche spektrale Spezifikation.

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 einem Signalverarbeitungsschaltkreis, der in einem eloxierten Aluminiumgehäuse untergebracht ist, 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 Oberfläche im Freien ausgelegt. Die Sensoren der SP-Serie geben ein digitales Signal über das SDI-12-Protokoll aus.

## SENSOR-MODELLE

Dieses Handbuch bezieht sich auf den Pyranometersensor mit SDI-12-Protokoll, Modell SP-421. Weitere Modelle werden in ihren jeweiligen Handbüchern behandelt.

Modell	Signal
<b>SP-421</b>	<b>SDI-12</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-422	Modbus

\*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.



**Seriennummern 1601 und höher:** 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.



**Seriennummer 0-1601:** Die Modell- und Seriennummer eines Sensors befindet sich in der Nähe der Anschlusskabel am Sensorkabel. Wenn Sie das Herstellungsdatum Ihres Sensors benötigen, wenden Sie sich bitte an Apogee Instruments und geben Sie die Seriennummer

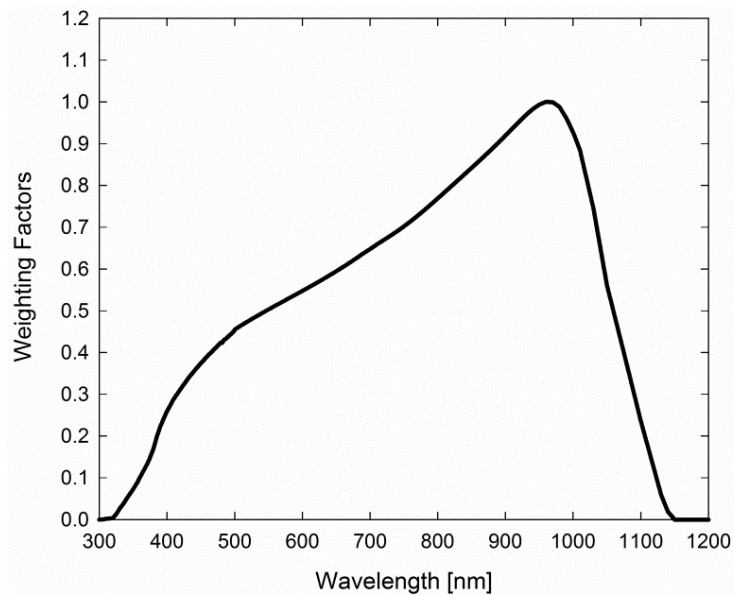
# SPEZIFIKATIONEN

<b>SP-421-SS</b>	
ISO 9060:2018	Klasse C (schnelle Reaktion)
Erforderliche Eingangsspannung	5,5 bis 24 V DC
Stromabnahme	1,5 mA (im Ruhezustand), 1,9 mA (aktiv)
Leistungsbereich	0 bis 1750 W m <sup>-2</sup>
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 1750 W m <sup>-2</sup> )
Reaktionszeit	0,6 s, Zeit für das Erreichen von 95 % des Detektorsignals nach einer Schrittländerung; die schnellste Datenübertragungsrate für SDI-12-Schaltungen beträgt 1 s
Sichtfeld	180°
Spektralbereich	360 bis 1120 nm (Wellenlängen, bei denen die Reaktion 10 % des Maximums beträgt; siehe Spektralempfindlichkeit unten)
Direktionale (Cosinus) Antwort	± 5 % bei 75° Zenitwinkel (siehe Cosinus-Antwort unten)
Reaktion auf die Temperatur	0,04 ± 0,04 % pro C (siehe Temperaturverhalten unten)
Betriebsumgebung	-40 bis 70 C; 0 bis 100 % relative Luftfeuchtigkeit; kann bis zu einer Tiefe von 30 m in Wasser getaucht werden
Abmessungen Seriennummer 1601 und höher	30,5 mm Durchmesser, 37 mm Höhe
Abmessungen Seriennummer 0-1600	23,5 mm Durchmesser, 44 mm Höhe
Masse (mit 5 m Kabel) Seriennummer 1601 und höher	140 g
Masse (mit 5 m Kabel) Seriennummer 0-1600	177 g
Kabel	5 m zweiadriges, geschirmtes, verdrehtes Kabel, zusätzliches Kabel in Vielfachen von 5 m erhältlich; TPR-Mantel (hohe Wasserbeständigkeit, hohe UV-Stabilität, Flexibilität bei Kälte)

## Rückführbarkeit der Kalibrierung

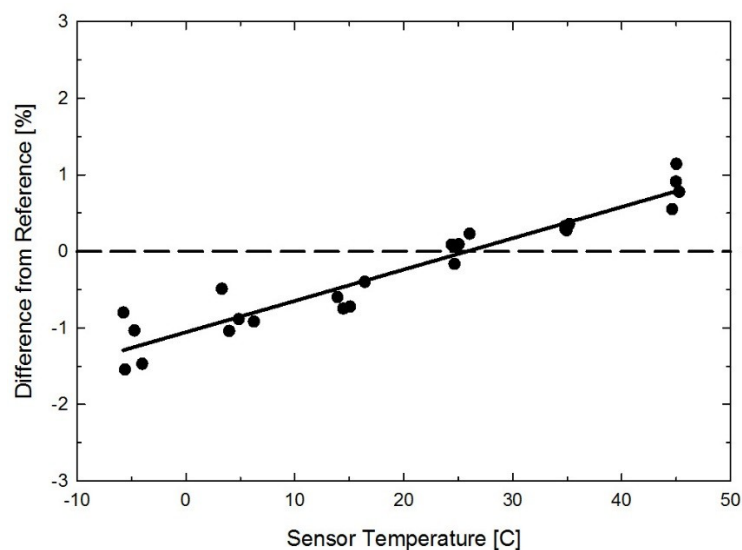
Die Pyranometer der SP-Serie von Apogee Instruments werden durch einen Seite-an-Seite-Vergleich mit dem Mittelwert von vier Transferstandard-Pyranometern des Modells SP-110 von Apogee (Referenz für kurzweilige Strahlung) unter Metallhalogenid-Entladungslampen mit hoher Intensität kalibriert. Die Transferstandard-Pyranometer 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-Radiometriereferenz (WRR) in Davos, Schweiz, kalibriert.

### Spektrale Antwort



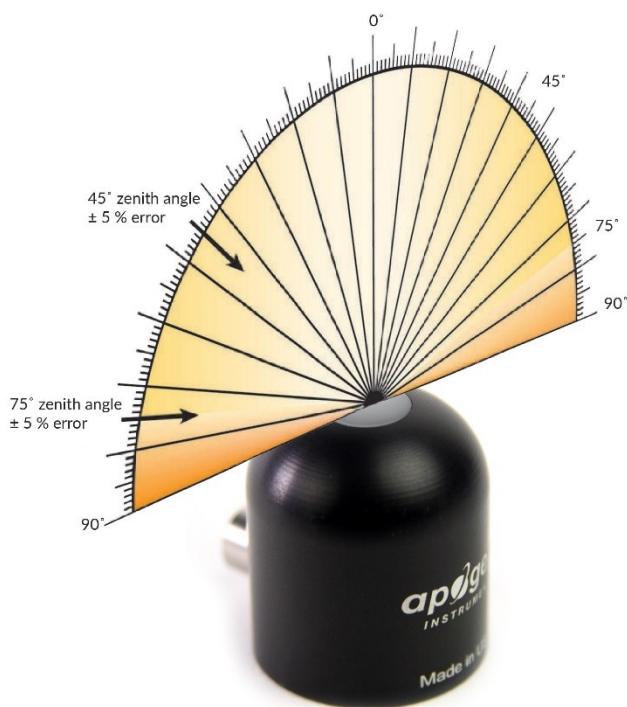
Schätzung der spektralen Empfindlichkeit von Apogee-Pyranometern mit Siliziumzellen. Die spektrale Empfindlichkeit wurde durch Multiplikation der spektralen Empfindlichkeit von Fotodiode, Diffusor und Klebstoff geschätzt. Die Messungen der spektralen Empfindlichkeit von Diffusor und Klebstoff wurden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

### Reaktion auf die Temperatur



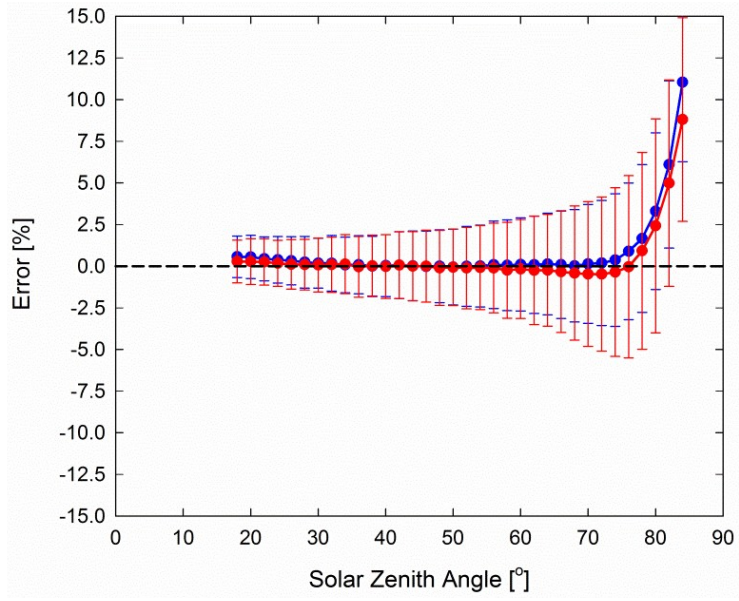
Mittleres Temperaturverhalten von vier Apogee-Pyranometern mit Siliziumzellen. Die Messungen der Temperaturreaktion erfolgten in Abständen von etwa 10 C über einen Temperaturbereich von etwa -10 bis 50 C unter Sonnenlicht. Jedes Pyranometer verfügte über einen internen Thermistor zur Temperaturmessung.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

## Cosinus-Antwort



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

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 Pyranometer-Empfindlichkeit bei jedem Sonnenzenitwinkel zur Empfindlichkeit



## EINSATZ UND INSTALLATION

Befestigen Sie den Sensor mit der mitgelieferten Nylonschraube 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.



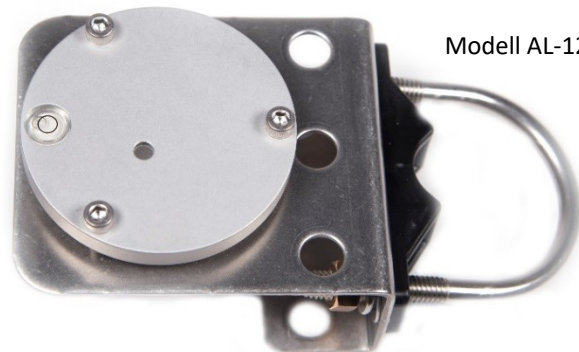
**Wichtig!** Verwenden Sie bei der Montage nur die mitgelieferte Nylonschraube, um die nicht eloxierten Gewinde des Aluminiumsensorkopfs von der Basis zu isolieren und so galvanische Korrosion zu verhindern. Bei längerem Eintauchen in Wasser kann eine stärkere Isolierung erforderlich sein. Kontaktieren Sie den technischen Support von

Nylonschraube: 10-32x3/8

Nylonschraube: 10-32x3/8

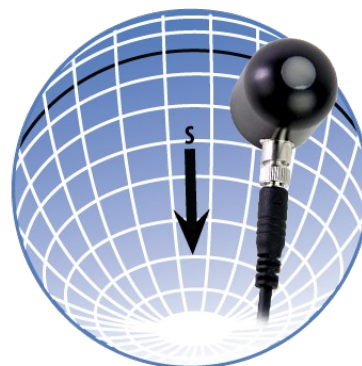
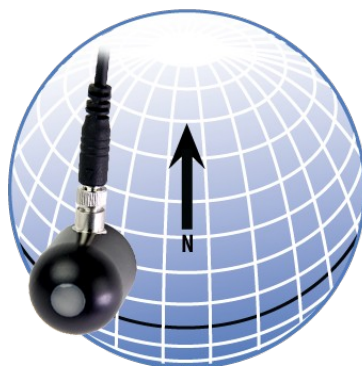


Modell AL-100



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 kann auch unbenutzte Kabelfarben innerhalb des Kabels geben. Um den Anschluss des Datenloggers zu vereinfachen, entfernen wir die unbenutzten Pigtail-Leitungsfarben am Datenlogger-Ende des Kabels.

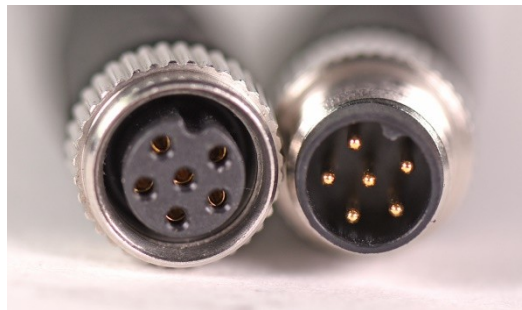
Wenn Sie ein Ersatzkabel benötigen, wenden Sie sich bitte direkt an Apogee, um die richtige Pigtail-Konfiguration zu bestellen.

**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 auf der Station befindet, mit Isolierband oder einer anderen Methode vor Wasser und Schmutz.



Die Kabelanschlüsse sind direkt am Kopf angebracht.



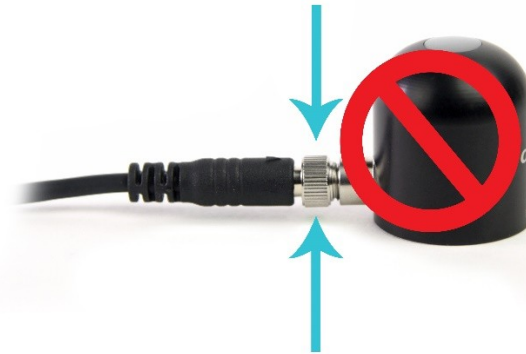
Eine Referenzkerbe im Inneren des Verbinders gewährleistet die korrekte Ausrichtung vor dem Festziehen.



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

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



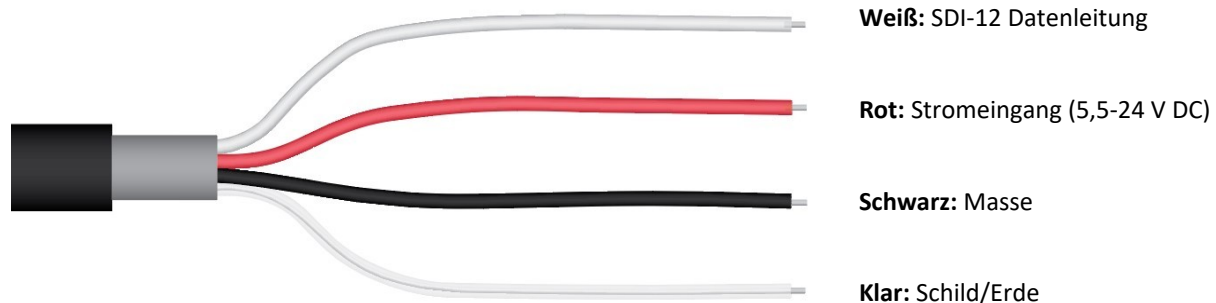
Fest mit den Fingern anziehen

## BETRIEB UND MESSUNG

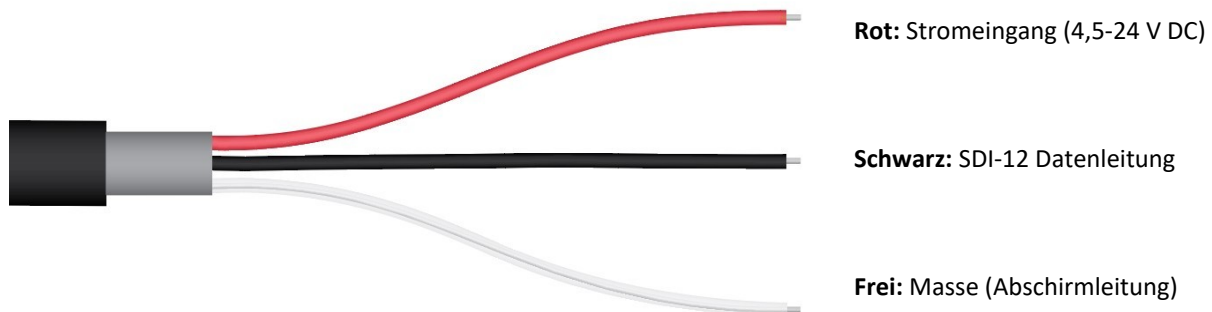
Das Pyranometer SP-421 hat einen SDI-12-Ausgang, an dem die Kurzwellenstrahlung in digitalem Format ausgegeben wird. Die Messung des SP-421 Pyranometers erfordert ein Messgerät mit SDI-12-Funktionalität, das den M- oder C-Befehl enthält.

**SEHR WICHTIG:** Apogee hat die Farben der Verdrahtung aller unserer Bare-Lead-Sensoren im März 2018 in Verbindung mit der Einführung von Inline-Kabelanschlüssen bei einigen Sensoren geändert. Um eine ordnungsgemäße Verbindung zu Ihrem Datengerät zu gewährleisten, notieren Sie sich bitte Ihre Seriennummer, oder wenn Ihr Sensor einen Edelstahlstecker 30 cm vom Sensorkopf entfernt hat, verwenden Sie die entsprechende, unten aufgeführte Verdrahtungskonfiguration. Mit der Umstellung auf Steckverbinder sind wir auch dazu übergegangen, Kabel zu verwenden, die nur 4 oder 7 interne Adern haben. Um den Anschluss unserer verschiedenen Sensoren an Ihr Gerät zu erleichtern, schneiden wir je nach Sensor alle nicht verwendeten Adern am Ende des Kabels ab. Wenn Sie das Kabel abschneiden oder das Original-Pigtail modifizieren, finden Sie darin möglicherweise Drähte, die für Ihren speziellen Sensor nicht verwendet werden. In diesem Fall ignorieren Sie bitte die zusätzlichen Drähte und folgen Sie der mitgelieferten farbcodierten Verdrahtungsanleitung.

Verkabelung für SP-421 Seriennummern 1174 und höher oder mit einem Kabelanschluss



### Verdrahtung für SP-421 Seriennummernbereich 0-1173



### Sensor-Kalibrierung

Das Pyranometer SP-421 verfügt über sensorspezifische Kalibrierkoeffizienten, die während des kundenspezifischen Kalibrierungsprozesses ermittelt werden. Die Koeffizienten werden werksseitig in die Mikrocontroller programmiert.

### SDI-12-Schnittstelle

Nachfolgend finden Sie eine kurze Erläuterung der Anweisungen für das SDI-12-Protokoll der seriellen digitalen Schnittstelle, das in den Pyranometern SP-421 von Apogee verwendet wird. Bei Fragen zur Implementierung dieses Protokolls lesen Sie bitte die offizielle Version des SDI-12-Protokolls: <http://www.sdi-12.org/specification.php> (Version 1.4, 10. August 2016).

### Übersicht

Bei der normalen Kommunikation sendet der Datenschreiber ein Datenpaket an den Sensor, das aus einer Adresse und einem Befehl besteht. Anschließend sendet der Sensor eine Antwort. In den folgenden Beschreibungen sind die SDI-12-Befehle und -Antworten in Anführungszeichen gesetzt. Die SDI-12-Adresse und die Befehls/Antwort-Terminatoren sind wie folgt definiert:

**Die Sensoren werden ab Werk mit der Adresse "0" für den Einsatz in Einzelsensorsystemen ausgeliefert. Die Adressen "1 bis 9" und "A bis Z" oder "a bis z" können für zusätzliche Sensoren verwendet werden, die an denselben SDI-12-Bus angeschlossen sind.**

"!" ist das letzte Zeichen einer Befehlsanweisung. Um mit dem SDI-12-Protokoll konform zu sein, müssen alle Befehle mit einem "!" abgeschlossen werden. Die SDI-12-Sprache unterstützt eine Vielzahl von Befehlen. Die unterstützten Befehle für die Apogee Instruments SP-421 Pyranometer sind in der folgenden Tabelle aufgeführt ("a" ist die Sensoradresse. Die folgenden ASCII-Zeichen sind gültige Adressen: "0-9" oder "A-Z").

### Unterstützte Befehle für Apogee Instruments SP-421 Pyranometer

Anweisung Name	Befehlssyntax	Beschreibung
Identifikationsbefehl senden	a!	Identifikationsinformationen senden
Befehl Messung	aM!	Weist den Sensor an, eine Messung vorzunehmen
Messbefehl mit Prüfzeichen	aMC!	Weist den Sensor an, eine Messung vorzunehmen und

		diese mit einem Prüfzeichen zurückzugeben
Befehl Adresse ändern	aAb!	Ändert die Adresse des Sensors von a nach b
Befehl "Gleichzeitige Messung	aC!	Wird verwendet, um eine Messung durchzuführen, wenn mehr als ein Sensor auf derselben Datenleitung verwendet wird.
Gleichzeitiger Messbefehl mit Prüfzeichen	aCC!	Wird verwendet, um eine Messung durchzuführen, wenn mehr als ein Sensor auf derselben Datenleitung verwendet wird. Die Daten werden mit einem Prüfzeichen zurückgegeben.
Befehl zur Adressabfrage	?!	Wird verwendet, wenn die Adresse unbekannt ist, damit der Sensor seine Adresse identifizieren kann.
Befehl "Daten abrufen	aD!	Ruft die Daten von einem Sensor ab
Heizungs-Befehle	aHxxx!	Schaltet Heizungen ein und aus
Befehl "Laufender Durchschnitt	aXAVG!	Gibt den laufenden Durchschnitt für Sensormessungen zurück oder stellt ihn ein.

### Messbefehl ausführen: M!

Der Befehl make measurement signalisiert eine auszuführende Messsequenz. Die als Reaktion auf diesen Befehl erzeugten Datenwerte werden im Puffer des Sensors gespeichert und können anschließend mit "D"-Befehlen abgerufen werden. Die Daten bleiben im Sensorspeicher erhalten, bis ein weiterer "M"-, "C"- oder "V"-Befehl erteilt wird.

ausgeführt. M-Befehle werden in den folgenden Beispielen gezeigt:

Befehl	Antwort	Antwort auf 0D0!
aM! oder aM0!	a0011<cr><lf>	Liefert Watt/m <sup>2</sup>
aM1!	a0011<cr><lf>	Liefert Millivolt-Ausgang
aM2!	a0011<cr><lf>	Gibt den Winkelversatz von der Vertikalen in Grad zurück (0 Grad, wenn nach oben gerichtet, 180 Grad, wenn nach unten gerichtet). Verfügbar bei Sensoren mit der Seriennummer 1601 oder höher.

wobei a für die Sensoradresse ("0-9", "A-Z", "a-z") und M für einen Großbuchstaben im ASCII-Format steht.

Die Datenwerte werden durch das Zeichen "+" getrennt, wie im folgenden Beispiel (0 ist die Adresse):

Befehl	Reaktion des Sensors	Sensor Antwort, wenn Daten bereit sind
0M0!	00011<cr><lf>	0<cr><lf>
0D0!	+1000.0<cr><lf>	
0M1!	00011<cr><lf>	0<cr><lf>
0D0!	+200,0<cr><lf>	
0M2!	00011<cr><lf>	0<cr><lf>
0D0!	0+90.2<cr><lf>	

wobei 1000,0 für Watt/m<sup>2</sup> und 200 für mV steht.

### Gleichzeitige Messung Befehl: aC!

Eine gleichzeitige Messung ist eine Messung, die stattfindet, während andere SDI-12-Sensoren auf dem Bus ebenfalls Messungen durchführen. Dieser Befehl ähnelt dem "aM!"-Befehl, jedoch hat das nn-Feld eine zusätzliche Ziffer und der Sensor gibt keine Serviceanforderung aus, wenn er die Messung abgeschlossen hat. Die Kommunikation mit anderen Sensoren führt NICHT zum Abbruch einer gleichzeitigen Messung. Die als Antwort auf diesen Befehl erzeugten Datenwerte werden im Puffer des Sensors gespeichert und können später mit "D"-Befehlen abgerufen werden. Die Daten bleiben im Sensor gespeichert, bis ein weiterer "M"-, "C"- oder "V"-Befehl ausgeführt wird:

Befehl	Antwort	Antwort auf OD0!
aC! oder aC0!	a00101<cr><lf>	Rückgabe Watt/m <sup>2</sup>
aC1!	a00101<cr><lf>	Liefert Millivolt-Ausgang
aC2!	a00101<cr><lf>	Gibt den Winkelversatz von der Vertikalen in Grad zurück (0 Grad, wenn nach oben gerichtet, 180 Grad, wenn nach unten gerichtet). Verfügbar bei Sensoren mit der Seriennummer 1601 oder höher.

wobei a die Sensoradresse ist ("0-9", "A-Z", "a-z", "\*", "?") und C ein Großbuchstabe des ASCII-Zeichens ist.

Zum Beispiel (0 ist die Adresse):

Befehl	Reaktion des Sensors
0C0!	000101<cr><lf>
0D0!	+1000.0<cr><lf>
0C1!	000101<cr><lf>
0D0!	+200,0<cr><lf>
0C2!	000101<cr><lf>
0D0!	0+90.2<cr><lf>

wobei 1000,0 für Watt/m<sup>2</sup> und 200 für mV steht.

### Sensoradresse ändern: aAn!

Mit dem Befehl Sensoradresse ändern kann die Sensoradresse geändert werden. Wenn sich mehrere SDI-12-Geräte am selben Bus befinden, benötigt jedes Gerät eine eindeutige SDI-12-Adresse. Bei zwei SDI-12-Sensoren mit der Werksadresse 0 muss beispielsweise die Adresse eines der Sensoren auf einen Wert ungleich Null geändert werden, damit beide Sensoren ordnungsgemäß über denselben Kanal kommunizieren können:

Befehl	Antwort	Beschreibung
aAb!	b<cr><lf>	Ändern Sie die Adresse des Sensors

wobei a die aktuelle (alte) Sensoradresse ist ("0-9", "A-Z"), A ein großgeschriebenes ASCII-Zeichen ist, das die Anweisung zum Ändern der Adresse bezeichnet, b die neu zu programmierende Sensoradresse ist ("0-9", "A-Z") und ! das Standardzeichen zur Ausführung des Befehls ist. Wenn die Adressänderung erfolgreich ist, antwortet der Datenlogger mit der neuen Adresse und einem <cr><lf>.

### Identifizierungsbefehl senden: a!

Der Befehl "Identifikation senden" antwortet mit Daten zu Hersteller, Modell und Version des Sensors. Jede Die Messdaten im Puffer des Sensors werden nicht gestört:

Befehl	Antwort	Beschreibung
"a!"	a13Apogee SP-421vvvxx...xx<cr><lf>	Die Seriennummer des Sensors und andere identifizierende Werte werden zurückgegeben

wobei a die Sensoradresse ("0-9", "A-Z", "a-z", "\*", "?"), 421 die Sensormodellnummer, vvv ein dreistelliges Feld zur Angabe der Sensorversionsnummer und xx...xx die Seriennummer ist.

### Heizungssteuerung

In der Standardeinstellung ist die Heizung ausgeschaltet. Die Verwendung der Heizung wird empfohlen, wenn der Sensor in einer kalten Umgebung eingesetzt wird, in der sich Eis und Tau auf dem Sensorkopf ansammeln können, oder wenn Sie Strom sparen möchten. Die Heizung kann mit den folgenden erweiterten Befehlen ein- und ausgeschaltet werden.

Befehl	Antwort	Beschreibung
"aXHON!"	a<cr><lf>	Schaltet die Heizung ein
"aXHOFF!"	a<cr><lf>	Schaltet die Heizung aus

wobei a die Adresse des Sensors ist ("0-9", "A-Z", "a-z", "\*", "?").

## Befehl "Laufender Durchschnitt"

Der Befehl "Laufender Durchschnitt" kann verwendet werden, um die Anzahl der Messungen festzulegen oder abzufragen, die zusammen gemittelt werden, bevor ein Wert von einem M!- oder MC!-Befehl zurückgegeben wird. Wenn ein Benutzer beispielsweise den Befehl "0XAVG10!" an den Sensor mit der Adresse 0 sendet, wird dieser Sensor 10 Messungen mitteln, bevor der gemittelte Wert an den Logger gesendet wird. Um die Mittelwertbildung zu deaktivieren, sollte der Benutzer den Befehl "aXAVG1" an den Sensor senden. Um den Sensor abzufragen, um zu sehen, wie viele Messungen gemittelt werden, senden Sie den Befehl "aXAVG!" und der Sensor wird die Anzahl der gemittelten Messungen zurückgeben (siehe Tabelle unten). Standardmäßig ist die Mittelwertbildung bei den Sensoren ausgeschaltet.

Befehl Name	Gesendete Zeichen	Antwort	Beschreibung
Abfrage läuft Durchschnitt	aXAVG!	eine	a = Sensoradresse, n = Anzahl der Messungen für die Durchschnittsberechnung. Hinweis: n kann aus mehreren Ziffern bestehen.
Laufende Durchschnittswerte festlegen	aXAVGn!	a	a = Sensoradresse, n = Anzahl der Messungen, die für die Durchschnittsberechnung verwendet werden sollen. Hinweis: n kann ein beliebiger Wert zwischen 1 und 100 sein.

## Metadaten-Befehle

### Identifizieren von Messbefehlen

Mit den Befehlen zur Identifizierung von Messungen können Sie die Befehlsantwort anzeigen, ohne eine Messung durchzuführen. Die Befehlsantwort gibt an, wie lange die Messung dauert und wie viele Datenwerte sie liefert. Er funktioniert mit dem Verifizierungsbefehl (aV!), den Messbefehlen (aM!, aM1! ... aM9!, aMC!, aMC1! ... aMC9!) und den Befehlen für gleichzeitige Messungen (aC!, aC1! ... aC9! , aCC!, aCC1! ... aCC9!).

Das Format des Identifizierungsbefehls für Messungen ist die Adresse, der Großbuchstabe I, der Messbefehl und der Befehlsabschluss ("!"), wie folgt:

<Adresse>I<Befehl>!

Das Format der Antwort ist dasselbe, als ob der Sensor eine Messung durchführen würde. Für den Verifizierungsbefehl und die Messbefehle lautet die Antwort atttn<CR><LF>. Für den C-Befehl lautet sie attttn<CR><LF>. Für die High-Volume-Befehle lautet sie atttnnn<CR><LF>. Die Adresse wird mit a angegeben, die Zeit in Sekunden für die Messung mit ttt und die Anzahl der Messungen mit n, nn und nnn. Die Antwort wird mit einem Carriage Return (<CR>) und Line Feed (<LF>) abgeschlossen.

Beispiel für einen Messbefehl identifizieren:

3IMC2!	Der Befehl Identify Measurement für die Sensoradresse 3, Befehl M2, fordert einen CRC an.
30032<CR><LF>	Die Antwort von Sensoradressen drei gibt an, dass die Messung drei Sekunden dauert und zwei Datenwerte zurückgegeben werden.

**Identifizieren von Messparameterbefehlen**

Die Messparameterbefehle können verwendet werden, um Informationen über jeden Datenwert abzurufen, den ein Befehl zurückgibt. Der erste zurückgegebene Wert ist ein Standard Hydrometeorological Exchange Format (SHEF)-Code. SHEF-Codes werden von der National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) veröffentlicht. Das SHEF-Code-Handbuch finden Sie unter <http://www.nws.noaa.gov/oh/hrl/shef/indexshef.htm>. Der zweite Wert ist die Einheit des Parameters. Zusätzliche Felder mit weiteren Informationen sind optional.

Die Messparameterbefehle arbeiten mit dem Verifizierungsbefehl (aV!), den Messbefehlen (aM!, aM1! ... aM9!, aMC!, aMC1! ... aMC9!) und den Befehlen für gleichzeitige Messungen (aC!, aC1! ... aC9! , aCC!, aCC1! ... aCC9!).

Das Format des Befehls "Messparameter identifizieren" besteht aus der Adresse, dem Großbuchstaben I, dem Messbefehl, dem Unterstrich ("\_"), einer dreistelligen Dezimalzahl und dem Befehlsendezeichen ("!"). Die dreistellige Dezimalzahl gibt die Anzahl der Messungen an, die der Befehl zurückgibt, beginnend mit "001" bis "002" und so weiter, bis zu der Anzahl der Messungen, die der Befehl zurückgibt.

<Adresse>I<Befehl>\_<dreistellige Dezimalzahl>!

Das Format der Antwort ist durch Kommata getrennt und wird mit einem Semikolon abgeschlossen. Der erste Wert ist die Adresse. Der zweite Wert ist der SHEF-Code. Der dritte Wert ist die Einheit. Es können weitere optionale Werte erscheinen, z. B. eine Beschreibung des Datenwerts. Die Antwort wird mit einem Carriage Return (<CR>) und einem Line Feed (<LF>) abgeschlossen.

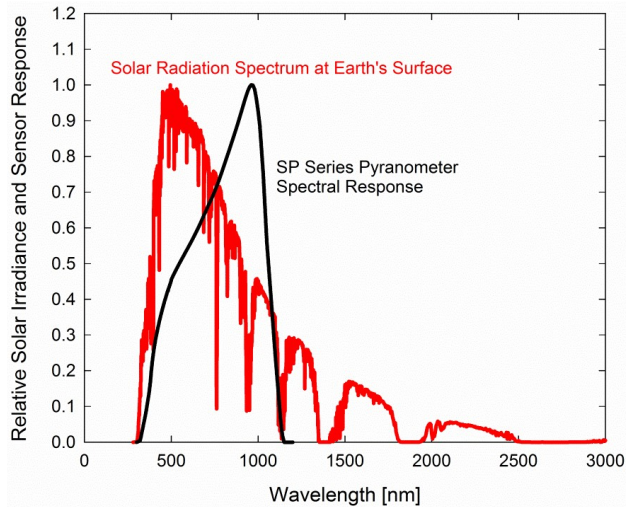
a,<SHEF-Code>,<Einheiten>;<CR><LF>

Beispiel für den Befehl Identify Measurement Parameter:

1IC_001!	Der Befehl Identify Measurement Parameter für die Sensoradresse 1, Befehl C, Datenwert 1.
1,RW,Watt/Meter zum Quadrat, eingehende Sonnenstrahlung;<CR><LF>	Die Antwort von Sensoradressen 1, SHEF-Code RW, Einheiten von Watt/Meter zum Quadrat und zusätzliche Informationen über die eingehende Sonnenstrahlung.

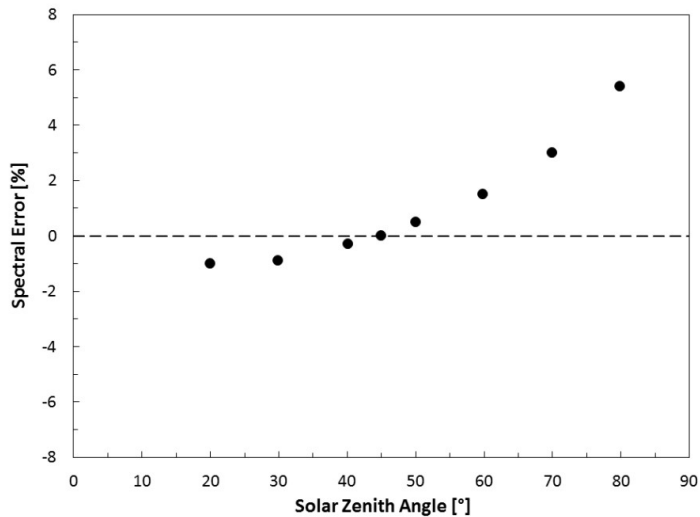
## Spektrale Fehler bei Messungen mit Silizium-Zellen-Pyranometern

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 Sonnenstrahlungsspektrum (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).

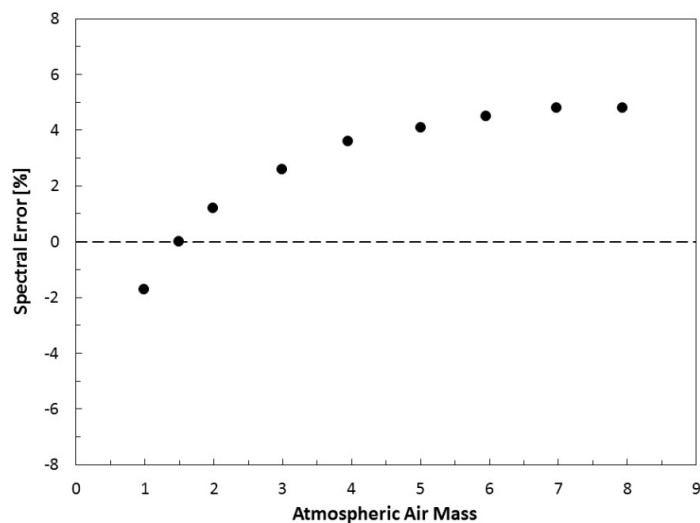


Spektrale Empfindlichkeit von Pyranometern der Apogee SP-Serie im Vergleich zum Spektrum der Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche. Siliziumzellen-Pyranometer wie die Apogee SP-Serie sind nur für den Wellenlängenbereich von etwa 350-1100 nm empfindlich und nicht für alle Wellenlängen innerhalb dieses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

Siliziumzellen-Pyranometer können auch zur Messung der kurzwelligen 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 Kosinusdiagramm im Abschnitt "Spezifikationen" die tatsächlichen Richtungsfehler in der Praxis (einschließlich der Beiträge der spektralen Verschiebung, die bei Änderungen des Zenitwinkels der Sonne und der atmosphärischen Luftmasse mit der 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

Feuchtigkeit oder Ablagerungen auf dem Diffusor sind eine häufige Ursache für niedrige Messwerte. Der Sensor verfügt über einen gewölbten Diffusor und ein gewölbtes Gehäuse zur besseren Selbstreinigung bei Regen, aber es können sich Materialien auf dem Diffusor ansammeln (z. B. Staub in regenarmen Zeiten, Salzablagerungen durch die Verdunstung von Gischt oder Beregnungswasser) und den optischen Pfad teilweise blockieren. 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 weichen Tuch oder Wattestäbchen entfernt werden. **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 auch länger warten können.

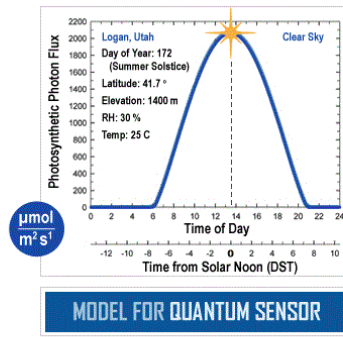
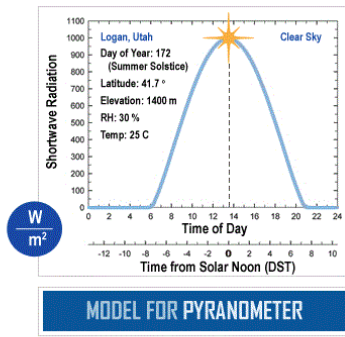
Um festzustellen, ob Ihr Sensor neu kalibriert werden muss, kann die Website und/oder Smartphone-App Clear Sky Calculator ([www.clearskycalculator.com](http://www.clearskycalculator.com)) verwendet werden, um die gesamte kurzweilige Strahlung anzuzeigen, die zu jeder Tageszeit und an jedem Ort der Welt 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



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



HOME

FOR PYRANOMETERS

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](#).

RECALCULATE MODEL

Please include all requested information.  
SEND INFO TO APOGEE

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 rechts auf der Seite

---

## FEHLERSUCHE UND KUNDENBETREUUNG

### **Unabhängige Überprüfung der Funktionsfähigkeit**

Wenn der Sensor nicht mit dem Datenlogger kommuniziert, verwenden Sie ein Amperemeter, um die Stromaufnahme zu überprüfen. Sie sollte bei etwa 1,5 mA liegen, wenn der Sensor nicht kommuniziert, und auf etwa 1,9 mA ansteigen, wenn der Sensor kommuniziert. Eine Stromaufnahme von mehr als ca. 6 mA deutet auf ein Problem mit der Stromversorgung der Sensoren, der Verkabelung des Sensors oder der Sensorelektronik hin.

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

Alle Datenlogger oder Messgeräte mit SDI-12-Funktionalität, die den Befehl M oder C enthalten.

Ein Beispiel für ein Datenlogger-Programm für Campbell Scientific Datenlogger finden Sie auf der Apogee-Webseite unter <http://www.apogeeinstruments.com/content/Pyranometer-Digital.CR1>.

### **Ändern der Kabellänge**

Das SDI-12-Protokoll begrenzt die Kabellänge auf 60 Meter. Bei mehreren Sensoren, die an dieselbe Datenleitung angeschlossen sind, beträgt die maximale Gesamtkabellänge 600 Meter (z. B. zehn Sensoren mit 60 Metern Kabel pro Sensor). Auf der Apogee-Webseite finden Sie Einzelheiten zur Verlängerung der Sensorkabel (<http://www.apogeeinstruments.com/how-to-make-a-weatherproof-cable-splice/>).

---

# 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 Nenngenaugkeit 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.

Abweichende oder beschleunigte Versandmethoden gehen zu Lasten des Kunden.

### Wie man einen Artikel zurückgibt

1. Bitte senden Sie keine Produkte an Apogee Instruments zurück, bevor Sie eine RMA-Nummer (Return Merchandise Authorization) von unserer technischen Support-Abteilung erhalten haben, indem Sie ein Online-RMA-Formular unter [www.apogeeinstruments.com/tech-support-recalibration-repairs/](http://www.apogeeinstruments.com/tech-support-recalibration-repairs/) ausfüllen. Wir werden Ihre RMA-Nummer für die Nachverfolgung des Serviceartikels verwenden. Rufen Sie uns unter (435) 245-8012 an oder senden Sie eine E-Mail an [techsupport@apogeeinstruments.com](mailto:techsupport@apogeeinstruments.com), wenn Sie Fragen haben.

2. Senden Sie alle RMA-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. Bitte schreiben Sie die RMA-Nummer auf die Außenseite des Versandbehälters.

4. Senden Sie den Artikel frachtfrei und vollständig versichert an unsere unten angegebene Werksadresse. Wir sind nicht verantwortlich für Kosten, die mit dem Transport von Produkten über internationale Grenzen hinweg verbunden sind.

**Apogee Instrumente, Inc.**  
**721 West 1800 North Logan, UT**  
**84321, USA**

5. 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 [techsupport@apogeeinstruments.com](mailto:techsupport@apogeeinstruments.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.

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

*Copyright © 2022 Apogee Instruments, Inc.*