

3.8 Sonden zur Messung optischer Größen

3.8.1 Optische Sonden Grundlagen

Was ist optische Strahlung?

Optische Strahlung beschreibt den Ausschnitt der elektromagnetischen Strahlung im Wellenlängenbereich von 100 nm bis 1 mm.

Bei den Bereichsgrenzen ist zu beachten, dass diese keine scharfe und für alle Anwendungen verbindliche Trennung vorgeben.

Der Nachweis optischer Strahlung kann z. B. in strahlungsphysikalischen (radiometrischen), lichttechnischen (photometrischen), photobiologischen oder pflanzenphysiologischen Messgrößen erfolgen.

100 nm	200 nm	400 nm	600 nm	800 nm	1000 nm	1200 nm	1400 nm	1600 nm	1800 nm	3,0 μm	1 mm
UV: Ultraviolett-Strahlung		VIS: sichtbare Strahlung, Licht				IR: Infrarot-Strahlung					
UV-C 100 - 280 nm	UV-B 280 - 315 nm	UV-A 315 - 400 nm	violett	blau	blaugrün	grün	gelbgrün	gelb	orange	rot	IR-A 800 - 1400 nm
										IR-B 1400 nm - 3,0 μm	IR-C 3,0 μm - 1 mm

Definition photometrischer und radiometrischer Messgrößen

Photometrie

Beschränkt auf den für das menschliche Auge sichtbaren Bereich des optischen Spektrums (Licht). Lichttechnische Messgrößen sind: „Lichtstrom“, „Beleuchtungsstärke“, „Leuchtdichte“ und „Lichtstärke“. Wesentliches Merkmal der Photometrie ist die Bewertung der Hellempfindung mit der spektralen Hellempfindlichkeitsfunktion des Auges für das Tagessehen oder in seltenen Fällen für das Nachtsehen (DIN 5031). Strahlungsdetektoren für photometrische Messaufgaben müssen aus diesem Grund einen dieser spektralen Empfindlichkeitsverläufe aufweisen.

Lichtstrom

Die Lichtleistung einer Lichtquelle (Lampe, Leuchtdiode etc.). Da Lampen meist kein quasi paralleles Lichtbündel aussenden, werden zur Messung des Lichtstromes Messgeometrien eingesetzt, die den Lichtstrom unabhängig von seiner räumlichen Verteilung erfassen. Dies sind in erster Linie Ulbrichtsche Kugeln oder Goniometer.

Lichtstärke

Der Teil eines Lichtstroms, der in eine bestimmte Richtung strahlt. Die Lichtstärke ist eine wichtige Größe zur Effizienz- und Güteberechnung von Beleuchtungseinrichtungen. Ihre Messung erfolgt durch Detektoren mit einem definierten Blickfeld in Abständen, in der die Lichtquelle als Punktlichtquelle betrachtet werden kann.

Leuchtdichte

Der Helligkeitseindruck, den eine beleuchtete oder leuchtende Fläche dem Auge vermittelt. In vielen Fällen hat die Leuchtdichte eine wesentlich größere Aussagekraft zur Qualität einer Beleuchtung als die Beleuchtungsstärke. Zur Messung der Leuchtdichte werden Messköpfe mit definiertem Messfeldwinkel eingesetzt.

Beleuchtungsstärke

Der Lichtstrom, der von einer oder mehreren Lichtquellen horizontal oder vertikal auf eine bestimmte Fläche trifft. Bei nicht parallelem Lichteinfall, was dem Regelfall der praktischen Lichtmesstechnik entspricht, muss als Messgeometrie ein Cosinussdiffusor verwendet werden.

Radiometrie

Messtechnische Bewertung optischer Strahlung in den strahlungsphysikalischen Größen „Strahlungsleistung“, „Strahlstärke“, „Strahldichte“ und „Bestrahlungsstärke“. Das wesentliche Merkmal der Radiometrie ist die wellenlängen-unabhängige Betrachtung der Strahlungsintensität. Damit unterscheidet sich die Radiometrie von den aktiv gewichteten Messgrößen wie sie in der Photometrie, Photobiologie, Pflanzenphysiologie usw. verwendet werden.

Strahlungsleistung

Die gesamte in Form von Strahlung auftretenden Leistung.

Strahlstärke

Der Quotient aus der von einer Lichtquelle in einer bestimmten Richtung ausgesandten Strahlungsleistung und dem durchstrahlten Raumwinkel. Die Strahlstärke dient zur Messung der räumlichen Verteilung der Strahlungsleistung.

Strahldichte

Der Quotient aus der durch eine Fläche in einer bestimmten Richtung durchtretenden (auftreffenden) Strahlungsleistung und dem Produkt aus dem durchstrahlten Raumwinkel und der Projektion der Fläche auf eine Ebene senkrecht zur betrachteten Richtung. Die Strahldichte dient zur Bewertung von Flächenstrahlern. Als Messgeometrie kommen Steradianntuben- oder Teleskopvorsätze zum Einsatz.

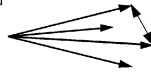
Bestrahlungsstärke

Der Quotient aus der auf eine Fläche auftreffenden Strahlungsleistung und der beleuchteten Fläche. Zur Messung der Bestrahlungsstärke ist die räumliche Bewertung der einfallenden Strahlung von großer Bedeutung, weshalb eine cosinuskorrigierte Blickfeldfunktion vorgegeben ist.

Gegenüberstellung optischer Größen

Jeder lichttechnischen Größe entspricht eine strahlungstechnische Größe, für die untereinander jeweils die selben Zusammenhänge gelten. Die Unterscheidung der Größen erfolgt durch Index v (visuell) und Index e (energetisch).

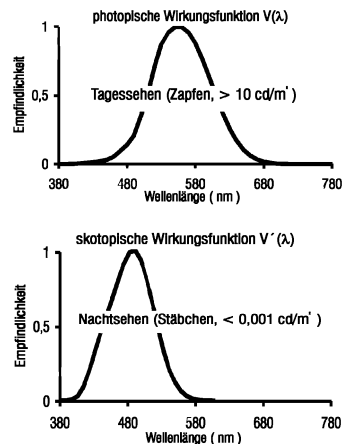
Lichttechnik			Strahlenphysik		
Größe	Formelzeichen	Einheit	Größe	Formelzeichen	Einheit
Lichtstrom	Φ_v	Lumen lm = $\text{cd} \cdot \text{sr}$	Strahlungsleistung	Φ_e	W
Lichtstärke	I_v	Candela cd	Strahlstärke	I_e	W/sr
Lichtdichte	L_v	cd/m^2	Strahldichte	L_e	$\text{W}/\text{sr} \cdot \text{m}^2$
Beleuchtungsstärke	E_v	lux lx = lm/m^2	Bestrahlungsstärke	E_e	W/m^2
Lichtmenge Belichtung	Q_v H_v	Lumensekunde $\text{lm} \cdot \text{s}$ $\text{lx} \cdot \text{s}$	Strahlungsenergie Bestrahlung	Q_e He	Ws $\text{W} \cdot \text{s}/\text{m}^2$



Die spektrale Bewertungsfunktion

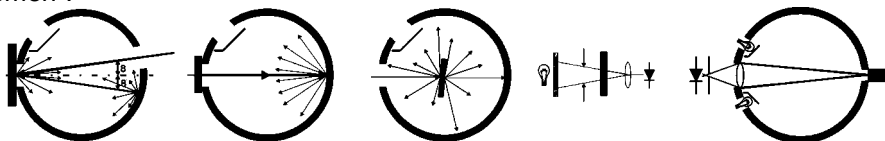
Die relative spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges wird für das helladaptierte Auge (Tagsehen) und für das dunkeladaptierte Auge (Nachtsehen) mit unterschiedlichen Funktionen angegeben. Wegen der individuellen Unterschiede sind diese Daten zwar nur Durchschnittswerte, reichen aber für die meisten technischen Zwecke aus. Die detaillierten Daten der spektralen Empfindlichkeitsverläufe sind als Tabelle in der DIN 5031 aufgeführt.

Die beiden unterschiedlichen spektralen Wirkungsfunktionen ergeben sich aus den unterschiedlichen „Sensortypen“ des Auges. Der spektrale Helligkeitsgrad für das Tagsehen (Zapfen, $> 10 \text{ cd}/\text{m}^2$) wird mit der Funktion $V(\lambda)$ beschrieben und ist die am häufigsten verwendete Funktion. Der spektrale Helligkeitsgrad für das Nachtsehen (Stäbchen, $< 0,001 \text{ cd}/\text{m}^2$) wird mit der $V'(\lambda)$ -Funktion beschrieben und ist hinsichtlich seiner praktischen Verwendung eher selten vertreten.



Bestimmung lichttechnischer Kennzahlen

Zur messtechnischen Bewertung der Eigenschaften von Materialien in Bezug auf ihre Reflexion, Transmission und Absorption, sowie das Falschlicht von Objektiven gibt es international anerkannte Empfehlungen. Dies sind in erster Linie die CIE 130-1998 „Practical methods for the measurements of reflectance and transmittance“, DIN 5036 Teil 3 „Strahlungsphysikalische und lichttechnische Eigenschaften von Materialien“, DIN 67507 „Lichttransmissionsgrad von Verglasungen, DIN 58186 „Streulichtbestimmung von optisch abbildende Systemen“.



Reflexionsgrad

Transmissiongrad

Absorptionsgrad

Lichttransmissionsgrad

Streulicht

Eine detaillierte Beschreibung der messtechnischen Realisierung würde den Rahmen dieses Handbuches sprengen.

Sprechen Sie mit uns, das ALMEMO® System bietet auch hier eine Lösung für Ihre Messaufgabe.

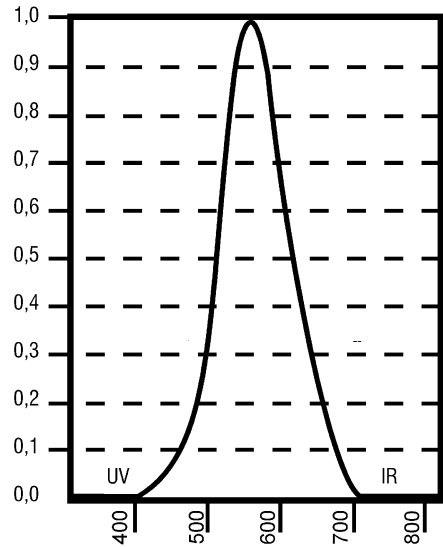
Ein Großteil der Sinneseindrücke des Menschen sind optischer Natur. Licht ist dabei nur der sichtbare Teil des elektromagnetischen Spektrums. Die unterschiedlichen Wellenlängen des Lichts nimmt das menschliche Auge als Farben wahr. Die spektrale Empfindlichkeit des Auges für die verschiedenen Farben ist dabei von der Wellenlänge abhängig:

Darüber hinaus wirkt sich aber auch die ultraviolette Strahlung im kurzwelligen und die Infrarotstrahlung im langwelligen Bereich des elektromagnetischen Spektrums auf den menschlichen Organismus aus.

Beleuchtungsstärke:

Der Mensch ist an Beleuchtungsstärken des Tageslichts gewöhnt. An einem trübem Wintertag sind dies Werte von ca. 5000 Lux, an einem sonnigen Sommertag werden ca. 100000 Lux erreicht. Demgegenüber werden bei künstlicher Beleuchtung meist nur zwischen 100 und 1000 Lux erreicht. Ausreichendes Licht ist jedoch ein wesentlicher Bestandteil für das Wohlbefinden der Menschen. Müdigkeitserscheinungen durch zu wenig Licht treten dabei weniger am Auge selbst auf, sondern wirken sich vielmehr auf den gesamten Körper aus. Deshalb beinhaltet die Norm DIN 5035/2 zum Schutz der Gesundheit Richtwerte für die Beleuchtungsstärke von Arbeitsstätten. Diese sind in der Richtlinie ASR 7/3 gesetzlich festgeschrieben und zwingend einzuhalten.

In geschlossenen Räumen gelten folgende Nennbeleuchtungsstärken:



3

Büros	Büroräume Schreib- und Zeichenplätze	300 Lux/750 Lux
Fabriken	visuelle Arbeiten im Produktionsablauf	1000 Lux
Hotels	Aufenthaltsräume, Rezeption, Kasse	200 Lux
Geschäfte	Vorderseite von Schaufenstern	1500 - 2500 Lux
Krankenhäuser	Krankenzimmer	100 - 150 Lux
	Notaufnahmen	500 Lux
Schulen	Hörsäle, Turnhallen	300 Lux

Bestrahlungsstärke:

Für die radiometrische Strahlung wird statt der Beleuchtungsstärke (nur für sichtbares Licht, Photometrie) der Begriff Bestrahlungsstärke verwendet.

Globalstrahlung:

Die Globalstrahlung ist eine in der Umweltforschung wichtige Messgröße und stellt die gesamte auf die Erdoberfläche auftreffende diffuse und direkte Sonnenstrahlung dar. Der Spektralbereich erstreckt sich vom kurzwelligen Bereich bei 300 nm (UV-B) zum langwelligen Bereich bei 5000 nm (IR).

UVA-Strahlung:

Die langwellige UV-Strahlung (über 313 nm) erreicht nahezu ungefiltert die Erdoberfläche, bräunt die menschliche Haut und stärkt das Immunsystem. In Solarien wird die biologische Wirkung des UVA-Spektrums in Kombination mit

anderen Spektralbereichen als Auslöser der Direktpigmentierung (Melaninfärbung) ausgenutzt. Eine zu starke Bestrahlung fördert Bindegewebsschäden und Hautalterung.

UVB-Strahlung:

Der kurzwellige UV-Bereich (unter 313 nm) kann irreversible Schäden hervorrufen. In der Empfehlung der CIE sind alle spektralen Wirkungsfunktionen zusammengefasst, die sich ungünstig auf die menschliche Haut auswirken können. Diese Empfehlung wird in der DIN 5050 beschrieben und als Richtlinie gewertet. Ein populäres Maß für die Sonnenbrandempfindlichkeit ist der vom Deutschen Wetterdienst ermittelte UV-Index "UVI". Die Messergebnisse geben direkt oder im Vergleich mit anderen Spektralbereichen Aufschluss über medizinisch und biologisch relevante Zusammenhänge.

UV-Index

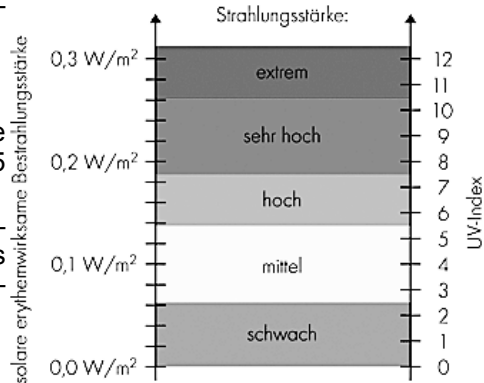
Der UV-Index ist eine international festgelegte Messgröße. Die erythemwirksamen Bestrahlungsstärke (entspricht der Sonnenbrandwirksamkeit) der UV-Strahlung $E(\lambda)$ einer horizontalen Fläche wird mit dem von der CIE (Commission Internationale de l'Eclairage → Internationale Beleuchtungskommission) definierten Wirkungsspektrum $s_{er}(\lambda)$ gewichtet integriert.

$$E_{CIE} = \int s_{er}(\lambda) \cdot E(\lambda) d\lambda$$

Um den UV-Index als dimensionslose Größe zu erhalten wird noch durch 25 mW/m² dividiert.

Der für Warnungen geeignete maximale UV-Index eines Tages ist als höchster 30-Minuten-Mittelwert definiert.

Die Gewichtungsfunktion $s_{er}(\lambda)$ berücksichtigt die stark von der Wellenlänge abhängige schädigende Wirkung der Strahlung.



Physikalische Einheiten Bestrahlungsstärke

0,0001 W/m ²	0,00001 mW/cm ²	0,01 µW/cm ²
0,001 W/m ²	0,000,1 mW/cm ²	0,1 µW/cm ²
0,01 W/m ²	0,001 mW/cm ²	1 µW/cm ²
0,1 W/m ²	0,01 mW/cm ²	10 µW/cm ²
1 W/m ²	0,1 mW/cm ²	100 µW/cm ²
10 W/m ²	1 mW/cm ²	1000 µW/cm ²
100 W/m ²	10 mW/cm ²	10000 µW/cm ²
1000 W/m ²	100 mW/cm ²	100000 µW/cm ²
10000 W/m ²	1000 mW/cm ²	1000000 µW/cm ²

W/m² = Watt pro Quadratmeter, mW/cm² = Milliwatt pro Quadratzentimeter,
µW/cm² = Microwatt pro Quadratzentimeter

3.8.2 Optische Sonden für den Innenbereich

Ausführungen Optische Sonden für den Innenbereich

Im ALMEMO® Fühlerprogramm stehen Messköpfe für verschiedene Spektralbereiche zur Verfügung:

- Beleuchtungsstärke (V-Lambda)
- UVA, UVB, UVC
- Globalstrahlung
- IR
- Quantum (Photosynthese)

Die Messköpfe bestehen aus einem robusten eloxierten Aluminiumgehäuse mit seitlich angeordnetem Einbaustecker zum Anstecken des ALMEMO® Anschlusskabels. Die Strahlungs-Messköpfe eignen sich für Innenraum-Anwendungen. Optional sind feuchtigkeitsgeschützte Ausführungen (nicht für UV-Messköpfe) erhältlich.



3

Handhabung



Vermeiden Sie unbedingt ein Verschmutzen oder Verkratzen der Messfläche (Diffusor).

Öffnen Sie niemals den Sensor. Andernfalls ist die Kalibrierung des Sensors nicht mehr gewährleistet.

Kalibrierung

Unsere optischen Sensoren sind ab Werk kalibriert. Die Kalibrierwerte sind als Korrekturwerte im ALMEMO® Anschluss-Stecker abgelegt und verriegelt.



Die Kalibrierwerte dürfen nicht verändert werden.

Dunkelkorrektur

Ein eventuell auftretendes Dunkelsignal sollte durch einen Dunkelabgleich in der Funktion BASISWERT nachträglich korrigiert werden.

Gehen Sie dazu folgendermaßen vor:

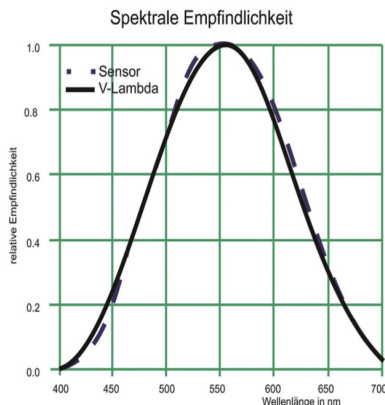
1. Verriegelungsmodus auf "4" setzen.
2. Sensor in einen dunklen Raum bringen (Strahlungs-/Beleuchtungsstärke = "0")
3. Nullpunktabgleich durchführen. (Tasten EINGABE, LÖSCHEN drücken)
4. Verriegelungsmodus wieder auf "5" setzen".



Beachten Sie bei der Eingabe von Programmierwerten auch die Bedienungsanleitung Ihres Messgerätes.

3.8.2.1 Beleuchtungsstärke-Messkopf FLA 623 VL (Lux-Sonde)

- Messung der Beleuchtungsstärke (V-Lambdastrahlung)
- Zur Bewertung der Lichtverhältnisse z.B. am Arbeitsplatz
- Der Sensor entspricht der Geräteklasse B nach DIN 5032.



Als V-Lambdastrahlung wird der Spektralbereich des sichtbaren Lichtes bezeichnet, er entspricht der Empfindlichkeit des menschlichen Auges. Der gemessene Wert ist ein Maß für die empfundene Helligkeit.

Der Wellenlängenbereich erstreckt sich vom Ende des UV bei ca. 400 nm bis zum Anfang des IR bei ca. 720 nm mit dem Maximum bei ca. 550 nm.

Ausführung ALMEMO® Beleuchtungsstärke-Messkopf FLA 623 VL

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Beleuchtungsstärke-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 2 m, optional 5 m und 10 m) versehen.

Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) in 2 Messkanälen mit unterschiedlichen Auflösungen als Beleuchtungsstärke in lx (lux) und in klx (kilolux) angezeigt wird:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Beleuchtungsstärke 0 bis ca. 20000 lx	1 lx
2. Kanal	Beleuchtungsstärke 0 bis ca. 170.00 klx	0.01 klx

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA623VL	inkl. Werks-Prüfschein

Optionen	Bestellnr.
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 5 m	OA9623L05
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 10 m	OA9623L10
Messkopf feuchtigkeitsgeschützt, Diffusor Opalglas (statt PTFE), silikongedichtet	OA9623W

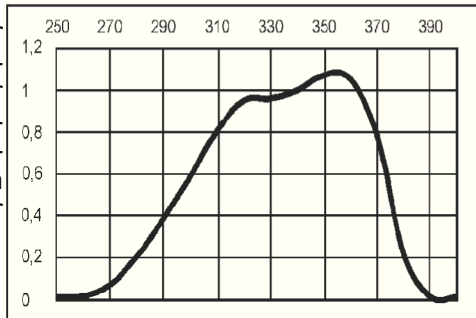
Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	380 nm bis 720 nm, Maximum bei 555 nm
Diffusor	PTFE
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3 \%$
Linearität	$< 1 \%$
absoluter Fehler	$< 5 \%$
V-Lambda Anpassung	$< 3 \%$
Nenntemperatur	$22^\circ\text{C} \pm 2 \text{ K}$
Arbeitstemperatur	-20°C bis $+60^\circ\text{C}$
Signalausgang	0 bis 2 V
Einschaltzeit	$< 1 \text{ s}$
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker, (5 bis 15 V DC)
Elektrischer Anschluss	Einbaustecker, seitlich
Anschluss-Kabel	PVC-Kabel, steckbar, mit ALMEMO® Stecker
Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert
Befestigung	2 Schrauben M2 in der Bodenplatte
Abmessungen	$\varnothing 33 \text{ mm}$, Höhe ca. 29 mm,
Gewicht	ca. 50 g (ohne Kabel)

3.8.2.2 UV-Sonde FLA 613 UV

Messprinzip

Das Messprinzip beruht auf einer GaP-Diode mit Korrekturfilter zur Filterung des UV-Bereiches und Diffusor zur Anpassung an die cos-Charakteristik (Messung der Bestrahlungsstärke). Der Photostrom wird durch einen integrierten Transimpedanzverstärker in ein Spannungssignal umgewandelt.



Spektrale Bewertung

Die spektrale Bewertung umfasst den Spektralbereich 250 bis 400 nm (20% der peak-Empfindlichkeit). Die peak-Wellenlänge liegt bei 366 nm. Die Kalibrierung erfolgt in W/m^2 bei 366 nm.

Ausführung ALMEMO® UV-Sonde FLA 613 UV

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UV-Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 1,5 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (ca. 3mV / W/m²) in 2 Messkanälen mit unterschiedlichen Auflösungen als Anzeigewert Bestrahlungsstärke UV in W/m² zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 – 26,000 W/m ²	0,001 W/m ²
2. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 – 87,00 W/m ²	0,01 W/m ²

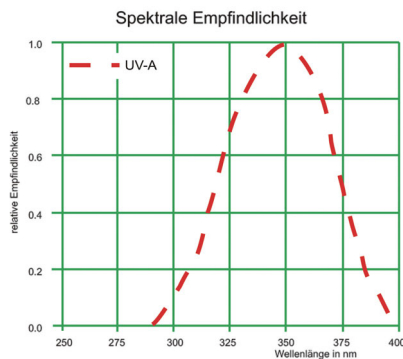
Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA613UV	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat

Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	250 bis 400 nm, Maximum bei 366 nm
Versorgungsspannung	+5V
Ausgangsspannung	ca. 3 mV / W/m ²
Genauigkeit	Grundgenauigkeit 5% (vom Messwert) Kalibriergenauigkeit 5% (bei 24°C und ca. 0.500 W/m ²)
Nachweisgrenze	ca. 0.2 mW/m ² bei 366 nm
Temperaturkoeffizient	0.2 %/°C
Arbeitstemperatur	0 bis 60 °C
Lagertemperatur	-10 bis +80 °C
Feuchtigkeitsbereich	10 bis 90% (nicht kondensierend)
Schutzklasse	IP62
Abmessungen	Ø 37 mm, Höhe 19.5 mm, Diffusor 15 mm

3.8.2.3 UVA-Messkopf FLA 623 UVA

- Messung der Bestrahlungsstärke im UVA-Bereich
- Messung der langwelligen UV-Strahlung (bräunende Wirkung auf die menschliche Haut)
- Die spektrale Empfindlichkeit ist nach der globalen Sonnenstrahlung gewichtet.



Ausführung ALMEMO® UVA-Messkopf FLA 623 UVA

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UVA-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 2 m, optional 5 m und 10 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert Bestrahlungsstärke UVA in W/m^2 zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 bis ca. 50 W/m^2	$0,01 \text{ W/m}^2$

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA623UVA	inkl. Werks-Prüfschein

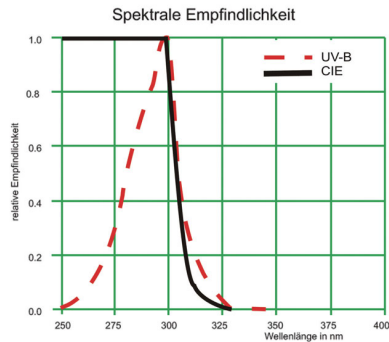
Optionen	Bestellnr.
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 5 m	OA9623L05
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 10 m	OA9623L10

Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	250 bis 400 nm, Maximum bei 335 nm
Diffusor	PTFE
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3 \%$
Linearität	$< 1 \%$
absoluter Fehler	$< 10 \%$
Nenntemperatur	$22^\circ\text{C} \pm 2 \text{ K}$
Arbeitstemperatur	-20°C bis $+60^\circ\text{C}$
Signalausgang	0 bis 2 V
Einschaltzeit	$< 1 \text{ s}$
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker, (5 bis 15 V DC)
Elektrischer Anschluß	Einbaustecker, seitlich
Anschluß-Kabel	PVC-Kabel, steckbar, mit ALMEMO® Stecker
Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert
Befestigung	2 Schrauben M2 in der Bodenplatte
Abmessungen	$\varnothing 33 \text{ mm}$, Höhe ca. 29 mm,
Gewicht	ca. 50 g (ohne Kabel)

3.8.2.4 UVB-Messkopf FLA 623 UVB

- Messung der Bestrahlungsstärke im UVB-Bereich
- Messung der kurzwelligen UVB-Strahlung
- Die spektrale Empfindlichkeit ist nach der globalen Sonnen-Erythemstrahlung (Sonnenbrand erzeugend) gemäß der Empfehlung der CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) gewichtet. Der UV-Index lässt sich ermitteln.



Ausführung ALMEMO® UVB-Messkopf FLA 623 UVB

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UVB-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 2 m, optional 5 m und 10 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert die Bestrahlungsstärke UVB in W/m^2 zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 bis ca. 5 W/m^2	$0,001 \text{ W/m}^2$

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA623UVB	inkl. Werks-Prüfschein

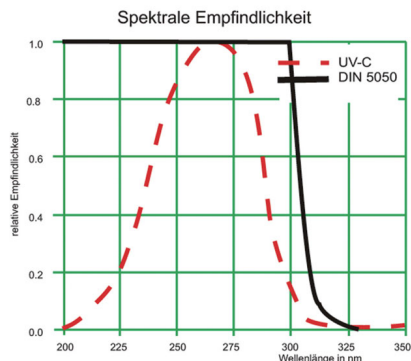
Optionen	Bestellnr.
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 5 m	OA9623L05
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 10 m	OA9623L10

Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	265 nm bis 315 nm, Maximum bei 297 nm
Diffusor	PTFE
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3 \%$
Linearität	$< 1 \%$
absoluter Fehler	$< 10 \%$
Nenntemperatur	$22^\circ\text{C} \pm 2 \text{ K}$
Arbeitstemperatur	-20°C bis $+60^\circ\text{C}$
Signalausgang	0 bis 2 V
Einschaltzeit	$< 1 \text{ s}$
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker, (5 bis 15 V DC)
Elektrischer Anschluss	Einbaustecker, seitlich
Anschluss-Kabel	PVC-Kabel, steckbar, mit ALMEMO® Stecker
Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert
Befestigung	2 Schrauben M2 in der Bodenplatte
Abmessungen	Ø 33 mm, Höhe ca. 29 mm,
Gewicht	ca. 50 g (ohne Kabel)

3.8.2.5 UVC-Messkopf FLA 623 UVC

- Messung der Bestrahlungsstärke im UVC-Bereich
- Messung der UVC-Strahlung, z.B. Hg-Linie bei 256 nm
- Der Messkopf kann u.a. in Wasserentkeimungsanlagen verwendet werden.



Ausführung ALMEMO® UVC-Messkopf FLA 623 UVC

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UVC-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 2 m, optional 5 m und 10 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert die Bestrahlungsstärke UVC in mW/m^2 zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 bis ca. 1990 mW/m^2	0,1 W/m^2

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA623UVC	inkl. Werks-Prüfschein

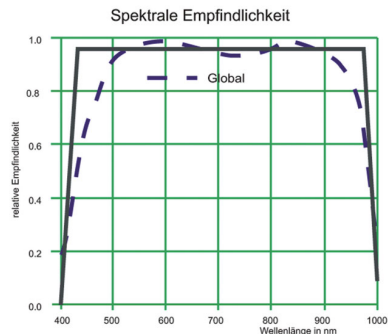
Optionen	Bestellnr.
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 5 m	OA9623L05
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 10 m	OA9623L10

Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	220 nm bis 280 nm, Maximum bei 265 nm
Diffusor	PTFE
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3 \%$
Linearität	$< 1 \%$
absoluter Fehler	$< 10 \%$
Nenntemperatur	$22^\circ\text{C} \pm 2 \text{ K}$
Arbeitstemperatur	-20°C bis $+60^\circ\text{C}$
Signalausgang	0 bis 2 V
Einschaltzeit	$< 1 \text{ s}$
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker, (5 bis 15 V DC)
Elektrischer Anschluss	Einbaustecker, seitlich
Anschluss-Kabel	PVC-Kabel, steckbar, mit ALMEMO® Stecker
Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert
Befestigung	2 Schrauben M2 in der Bodenplatte
Abmessungen	$\varnothing 33 \text{ mm}$, Höhe ca. 29 mm,
Gewicht	ca. 50 g (ohne Kabel)

3.8.2.6 Globalstrahlungs-Messkopf FLA 623 GS

- Messung der Bestrahlungsstärke des Sonnenspektrums im sichtbaren Bereich und im kurzwelligen IR-Bereich.
- Messung der Globalstrahlung (umfasst die diffuse und direkte Sonnenstrahlung)



Ausführung ALMEMO® Globalstrahlungs-Messkopf FLA 623 GS

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Globalstrahlungs-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 2 m, optional 5 m und 10 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert der Globalstrahlung in W/m^2 zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Globalstrahlung 0 bis ca. 1300 W/m^2	$0,1 \text{ W/m}^2$

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA623GS	inkl. Werks-Prüfschein

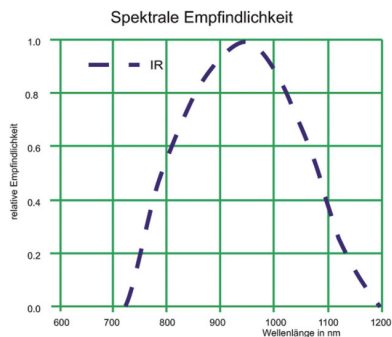
Optionen	Bestellnr.
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 5 m	OA9623L05
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 10 m	OA9623L10
Messkopf feuchtigkeitsgeschützt, Diffusor Opalglas (statt PTFE), silikongedichtet	OA9623W

Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	400 nm bis 1100 nm, Maximum bei 780 nm
Diffusor	PTFE
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3 \%$
Linearität	$< 1 \%$
absoluter Fehler	$< 10 \%$
Nenntemperatur	$22^\circ\text{C} \pm 2 \text{ K}$
Arbeitstemperatur	-20°C bis $+60^\circ\text{C}$
Signalausgang	0 bis 2 V
Einschaltzeit	$< 1 \text{ s}$
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker, (5 bis 15 V DC)
Elektrischer Anschluss	Einbaustecker, seitlich
Anschluss-Kabel	PVC-Kabel, steckbar, mit ALMEMO® Stecker
Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert
Befestigung	2 Schrauben M2 in der Bodenplatte
Abmessungen	$\varnothing 33 \text{ mm}$, Höhe ca. 29 mm,
Gewicht	ca. 50 g (ohne Kabel)

3.8.2.7 IR-Messkopf FLA 623 IR

- Messung der Bestrahlungsstärke des Sonnenspektrums im kurzwelligen Infrarot-Bereich (ohne sichtbaren Bereich)
- Die Globalstrahlung umfasst die diffuse und direkte Sonnenstrahlung.



Ausführung ALMEMO® IR-Messkopf FLA 623 IR

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Globalstrahlungs-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 2 m, optional 5 m und 10 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert der IR-Strahlung in W/m² zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Infrarot-Strahlung 0 bis ca. 400 W/m ²	0,01 W/m ²

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA623IR	inkl. Werks-Prüfschein

3

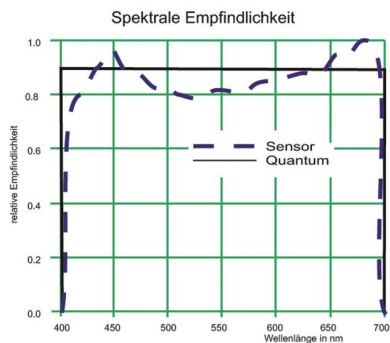
Optionen	Bestellnr.
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 5 m	OA9623L05
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 10 m	OA9623L10
Messkopf feuchtigkeitsgeschützt, Diffusor Opalglas (statt PTFE), silikongedichtet	OA9623W

Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	800 nm bis 1100 nm, Maximum bei 950 nm
Diffusor	PTFE
cos-Korrektur	Fehler f2 < 3 %
Linearität	< 1 %
absoluter Fehler	< 10 %
Nenntemperatur	22°C ±2 K
Arbeitstemperatur	-20°C bis +60°C
Signalausgang	0 bis 2 V
Einschaltzeit	< 1 s
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker, (5 bis 15 V DC)
Elektrischer Anschluss	Einbaustecker, seitlich
Anschluss-Kabel	PVC-Kabel, steckbar, mit ALMEMO® Stecker
Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert
Befestigung	2 Schrauben M2 in der Bodenplatte
Abmessungen	Ø 33 mm, Höhe ca. 29 mm,
Gewicht	ca. 50 g (ohne Kabel)

3.8.2.8 Quantum-Messkopf FLA 623 PS

- Messung des sichtbaren Lichtes, das vom Chlorophyll der Pflanzen bei der Photosynthese absorbiert wird.
- Es wird die Quantumstrahlung im angegebenen spektralen Bereich des Messkopfes ermittelt.
- Zur Beurteilung der Entwicklungsbedingungen von Pflanzen im Freiland und Gewächshaus.



Ausführung ALMEMO® Quantum-Messkopf FLA 623 PS

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Globalstrahlungs-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 2 m, optional 5 m und 10 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert der Quantum-Strahlung in $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Quantum -Strahlung 0 bis ca. 3000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	0,1 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA623PS	inkl. Werks-Prüfschein

Optionen	Bestellnr.
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 5 m	OA9623L05
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 10 m	OA9623L10
Messkopf feuchtigkeitsgeschützt, Diffusor Opalglas (statt PTFE), silikongedichtet	OA9623W

Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	380 nm bis 720 nm, Maximum bei 420 und 700 nm
Diffusor	PTFE
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3 \%$
Linearität	$< 1 \%$
absoluter Fehler	$< 10 \%$
Nenntemperatur	$22^\circ\text{C} \pm 2 \text{ K}$
Arbeitstemperatur	-20°C bis $+60^\circ\text{C}$
Signalausgang	0 bis 2 V
Einschaltzeit	$< 1 \text{ s}$
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker, (5 bis 15 V DC)
Elektrischer Anschluss	Einbaustecker, seitlich
Anschluss-Kabel	PVC-Kabel, steckbar, mit ALMEMO® Stecker
Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert
Befestigung	2 Schrauben M2 in der Bodenplatte
Abmessungen	Ø 33 mm, Höhe ca. 29 mm,
Gewicht	ca. 50 g (ohne Kabel)

3.8.3 Optische Sonden für den Außenbereich



Ausführung

Im ALMEMO® Fühlerprogramm stehen Messköpfe für verschiedene Spektralbereiche zur Verfügung:

- Beleuchtungsstärke (V-Lambda)
- UVA, UVB
- Globalstrahlung

Die Messköpfe bestehen aus einem eloxierten Aluminiumgehäuse mit UV-durchlässigem Kunststoffdom. Das System ist gegen Regen- und Spritzwasser geschützt.

Zusätzlich verhindert ein Trockenmittel ein Beschlagen des Domes von innen.

Einsatz

Die Sonden sind besonders für Messungen im Außenbereich geeignet:

- *in der medizinischen, biologischen und Klimaforschung*
- *in Wetterinformations- und Prognosesystemen*
- *in der Landwirtschaft*
- *zur allgemeinen Bevölkerungsinformation*

Handhabung und Montage

Der Kunststoffdom ist sehr empfindlich gegen Schläge und Verkratzen. Die Montage ist mit äußerster Sorgfalt durchzuführen.



Schäden, die durch unsachgemäße Behandlung entstehen, sowie Glasbruch, fallen nicht unter die Garantiebestimmungen. Öffnen Sie niemals den Sensor. Andernfalls ist die Kalibrierung nicht mehr gewährleistet und der Garantieanspruch erlischt.

Der Messkopf ist mit 2 Schrauben M4 auf eine geeignete Halterung (z.B. Alu-Kastenprofil) zu schrauben. Er ist möglichst exakt waagrecht auszurichten. Der Montageort ist so zu wählen, dass eine ganztägige Sonnenbestrahlung des Messkopfes erfolgen kann. Der Messkopf muss einen freien Horizont in alle Richtungen haben. Die Montage in der Nähe von Häusern und Bäumen kann den Messwert verfälschen.

Kalibrierung

Unsere optischen Sensoren sind ab Werk kalibriert. Die Kalibrierwerte sind als Korrekturwerte im ALMEMO® Anschluss-Stecker abgelegt und verriegelt.



Die Kalibrierwerte dürfen nicht verändert werden.

Wartung

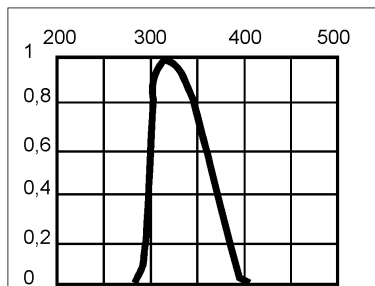
Der elektronisch-optische Teil des Messkopfes ist wartungsfrei, sollte aber regelmäßig kalibriert werden. Der Kunststoffdom, sowie das Gehäuse sind je nach Aufstellort mindestens zweimal jährlich mit einem weichen feuchten Tuch oder bei stärkerer Verschmutzung mit klarem Wasser oder ggf. Geschirrspülmittel zu reinigen.



***Verwenden Sie NIEMALS Flüssigreinigungsmittel mit Scheuer-
mittelzusatz oder Lösungsmittel zur äußerlichen Reinigung.***

3.8.3.1 UVA-Messkopf FLA 613 UVA

- Messung der Bestrahlungsstärke im UVA-Bereich
- globalgewichtet 315 nm - 400nm)



Ausführung ALMEMO® UVA-Messkopf FLA 613 UVA

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UVA-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert Bestrahlungsstärke UVA in $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 bis ca. 3 mW/cm^2	1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

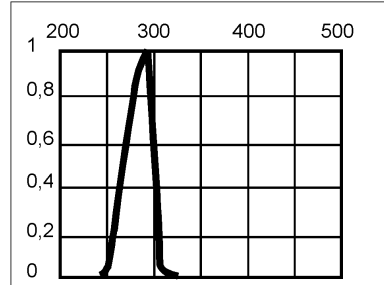
Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA613UVA	inkl. Prüfprotokoll

Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	310 nm bis 400 nm
max. spektrale Empfindlichkeit	335 nm
Signalausgang	0 V bis 2 V
Energieversorgung	+5 V bis +15 V, über ALMEMO® Stecker
Befestigung	2 Schrauben M4 in Bodenplatte
Kabelführung	nach unten
Gehäuse	eloxiertes Aluminium
Diffusor	PTFE
Dom	PMMA (UV-durchlässig)
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3\%$
Linearität	$< 1\%$
absoluter Fehler	$< 10\%$
Restspannung	(E = 0) $< 10 \text{ mV}$
Nenntemperatur	$22^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$
Arbeitstemperatur	-20°C bis $+60^\circ\text{C}$
Abmessungen	Gehäuse: 55 mm hoch, Dom 40 mm hoch, \varnothing 80 mm
Gewicht	ca. 300 g

3.8.3.2 UVB-Messkopf FLA 613 UVB

- Messung der Bestrahlungsstärke im UVB-Bereich
- Die relative spektrale Empfindlichkeit des Sensors ist speziell an die Erythemkurve nach DIN 5050 angepasst.
- Der Erythemsensor erfasst exakt die hautschädigenden Bestandteile aus diesem Spektralbereich.



Ausführung ALMEMO® UVB-Messkopf FLA 613 UVB

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UVB-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert Bestrahlungsstärke UVB in $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 bis ca. $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$	$0,01 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

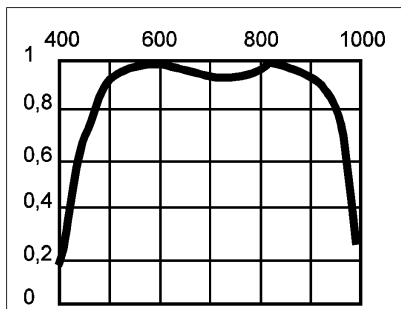
Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA613UVB	inkl. Prüfprotokoll

Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	265nm - 315nm
max. spektrale Empfindlichkeit	297nm
Arbeitstemperatur	-20°C - +60°C
Signalausgang	0V - 2V
Energieversorgung	+5 V bis +15 V, über ALMEMO® Stecker
Befestigung	2 Schrauben M4 in Bodenplatte
Kabelführung	nach unten
Gehäuse	eloxiertes Aluminium
Diffusor	PTFE
Dom	PMMA (uv-durchlässig)
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3\%$
Linearität	$< 1\%$
absoluter Fehler	$< 10\%$
Restspannung (E=0)	$< 10\text{mV}$
Nenntemperatur:	22°C $\pm 2^\circ\text{C}$
Arbeitstemperatur	-20°C bis +60°C
Abmessungen	Gehäuse: 55 mm hoch, Dom 40 mm hoch, \varnothing 80 mm
Gewicht	ca. 300 g

3.8.3.3 Globalstrahlungs-Messkopf FLA 613 GS

- Messung der Bestrahlungsstärke des Sonnenspektrums
- detektiert nahezu 90% des Sonnenspektrums im Bereich von 400 nm bis 1100 nm und erfasst damit VIS (sichtbares, engl. visible Licht) und einen Teil des kurzwelligen IR-Bereiches.
- Messung der Globalstrahlung (umfasst die diffuse und direkte Sonnenstrahlung)



Ausführung ALMEMO® Globalstrahlungs-Messkopf FLA 613 GS

Für den Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Globalstrahlungs-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 1,5 m, optional 5 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert der Globalstrahlung in W/m^2 zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 bis ca. 1200 W/cm^2	1 W/cm^2

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA613GS	inkl. Prüfprotokoll

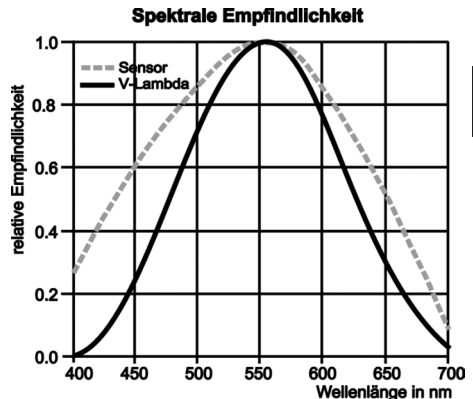
Optionen	Bestellnr.
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 5 m	OA9613K05

spektrale Empfindlichkeit	400 nm bis 1100 nm
max. spektrale Empfindlichkeit	780 nm
Signalausgang	0 V bis 2 V
Energieversorgung	+5 V bis +15 V, über ALMEMO® Stecker
Befestigung	2 Schrauben M4, in Bodenplatte
Kabelführung	nach unten
Gehäuse	eloxiertes Aluminium
Diffusor	PTFE
Dom	PMMA
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3\%$
Linearität	$< 1\%$
absoluter Fehler	$< 10\%$

Restspannung	(E = 0) < 10 mV
Nenntemperatur	22°C ±2°C
Arbeitstemperatur	-20°C bis +60°C
Abmessungen	Gehäuse: 55 mm hoch, Dom 40 mm hoch, Ø 80 mm
Gewicht	ca. 300 g

3.8.3.4 Bestrahlungsstärke-Messkopf FLA 613 VLM

- V-Lambda-Sensoren werden in Bereichen der medizinisch biologischen Forschung, in Wetterinformations- und Prognosesysteme, in Klimaforschung, in der Landwirtschaft und Autoindustrie bzw. zur Messung künstlicher Beleuchtung eingesetzt. Die spektrale Empfindlichkeit des Empfängers entspricht annähernd der des menschlichen Auges.



3

Als V-Lambdastrahlung wird der Spektralbereich des sichtbaren Lichtes bezeichnet, er entspricht der Empfindlichkeit des menschlichen Auges. Der gemessene Wert ist ein Maß für die empfundene Helligkeit.

Der Wellenlängenbereich erstreckt sich vom Ende des UV bei ca. 400nm bis zum Anfang des IR bei ca. 720nm mit dem Maximum bei 550nm.

Die ermittelte Bestrahlungsstärke in W/m² kann direkt in die Beleuchtungsstärke "Lux" umgerechnet werden. Messungen in diesem Bereich haben große Bedeutung für die Arbeitsplatzgestaltung und Lichtprojekte.

Ausführung ALMEMO® Bestrahlungsstärke-Messkopf FLA 613 VLM

Für den Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Bestrahlungsstärke-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 1,5 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert der Bestrahlungsstärke in W/m² zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Beleuchtungsstärke 0 bis 170 kLux	0,01 kLux
2. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 bis ca. 250 W/cm ²	0,01 W/cm ²

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA613VLM	inkl. Prüfprotokoll

Technische Daten

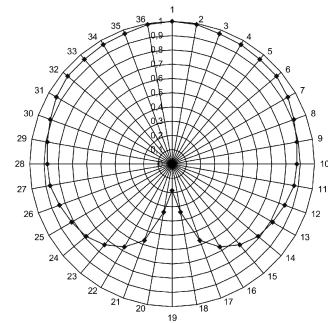
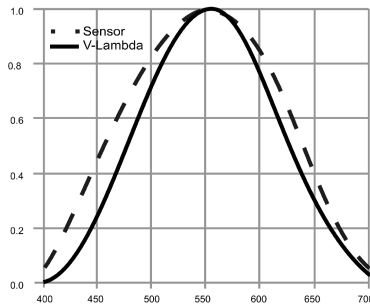
spektrale Empfindlichkeit	360 nm bis 760 nm
max. spektrale Empfindlichkeit	550 nm
Signalausgang	0 V bis 2 V
Energieversorgung	+5 V bis +15 V
Befestigung	2 Schrauben M4, in Bodenplatte
Kabelführung	nach unten
Gehäuse	eloxiertes Aluminium
Diffusor	PTFE
Dom	PMMA
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3\%$
Linearität	$< 1\%$
absoluter Fehler	$< 10\%$
Restspannung	$(E = 0) < 10 \text{ mV}$
Nenntemperatur	$22^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$
Arbeitstemperatur	-20°C bis $+60^\circ\text{C}$
Abmessungen Gehäuse	55 mm hoch, Dom 40 mm hoch, $\varnothing 80 \text{ mm}$
Gewicht	ca. 300 g

3.8.3.5 Beleuchtungsstärke-Messkopf mit Kugelcharakteristik FL A613 VLK

- Richtungsunabhängige Messung durch die Kugelcharakteristik des Messkopfes.
- Wetterfestes Alu-Gehäuse mit Kunststoffkugel
- Universell einsetzbar u.a. zur Messung bei Photostabilitätstest nach verschiedenen internationalen Normen und ICH-Richtlinien.
- Spektralbereich des Messkopfes entspricht der Empfindlichkeit des menschlichen Auges (V-Lambda-Strahlung).



3



Ausführung ALMEMO® Beleuchtungsstärke-Messkopf mit Kugelcharakteristik FL A613 VLK

Für den Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Beleuchtungsstärke-Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 1,5 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert der Beleuchtungsstärke in kLux zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Beleuchtungsstärke 0 bis 50 kLux	0,01 kLux

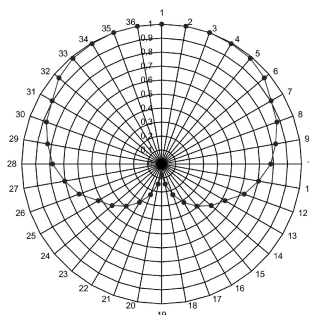
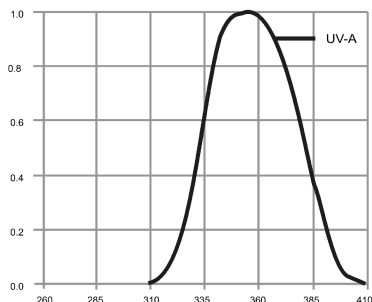
Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA613VLK	inkl. Prüfprotokoll

Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	360 nm bis 760 nm
Max. spektrale Empfindlichkeit	555 nm
Signalausgang	0 V bis 2 V
Einschaltzeit	< 1s
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker +5...+15 V
Befestigung	Befestigung: 2 Schrauben M4, in Bodenplatte
Kabelführung	zur Seite
Gehäuse	eloxiertes Aluminium
Diffusor	Kunststoff
Kugel	Kunststoff
Richtcharakteristik	siehe Diagramm
Linearität	< 1%
absoluter Fehler	< 10 %
Nenntemperatur	22°C ±2°C
Arbeitstemperatur	-20°C bis +60°C
Abmessungen	Ø Kugel: 40 mm, Gesamthöhe: 76 mm
Gewicht	ca. 100 g

3.8.3.6 UVA-Messkopf mit Kugelcharakteristik FLA 613 UVAK

- Richtungsunabhängige Messung durch die Kugelcharakteristik des Messkopfes.
- Wetterfestes Alu-Gehäuse mit Kunststoffkugel.
- Universell einsetzbar u.a. zur Messung bei Photostabilitätstest nach verschiedenen internationalen Normen und ICHRichtlinien.
- Messung der Bestrahlungsstärke im UVA-Bereich.



Ausführung ALMEMO® UVA-Messkopf mit Kugelcharakteristik FLA 613 UVAK

Für den Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Bestrahlungsstärke-Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 1,5 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert der Bestrahlungsstärke in W/m^2 zur Verfügung steht:

Technische Daten

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 bis 50 W/m^2	0,01 W/cm^2

Typ / Bestellnr.:	Standardzubehör
FLA613UVAK	inkl. Prüfprotokoll

3

Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	310 nm bis 400 nm
max. spektrale Empfindlichkeit	335 nm
Signalausgang	0 V bis 2 V
Einschaltzeit	< 1 s
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker +5...+15 V
Befestigung	Befestigung: 2 Schrauben M4, in Bodenplatte
Kabelführung	zur Seite
Gehäuse	eloxiertes Aluminium
Diffusor	Kunststoff
Kugel	Kunststoff
Richtcharakteristik	siehe Diagramm
Linearität	< 1 %
absoluter Fehler	< 10 %
Nenntemperatur	22°C ±2°C
Arbeitstemperatur	-20°C bis +60°C
Abmessungen	Ø Kugel: 40 mm, Gesamthöhe: 76 mm
Gewicht	ca. 100 g

3.8.4 Optische Sonden mit hoher Auflösung

3.8.4.1 Leuchtdichte-Messkopf FL A603 LDM2 nach DIN-Klasse B

Ausführung:

- Leuchtdichte-Messkopf mit 1° Blickfeld, ausgestattet mit achromatisch korrigierter, streulichtarmer Optik und hochwertigem $V(\lambda)$ -Detektor nach DIN Klasse B
- Die äußere Visiereinrichtung ermöglicht im Arbeitsabstand von 1 m eine exakte Anpeilung des Messortes, deshalb besonders geeignet zur Bewertung der Leuchtdichte für Service und Konstanzprüfungen.



Einsatz

- *Selbstleuchtende Flächen wie bei Farbmonitoren, alphanumerische Anzeigen, Hinweisschilder und Leucht-Paneele*
- *reflektierende Flächen wie Wände und Einrichtungen am Arbeitsplatz, Projektionsflächen, Verkehrs- und Hinweisschilder sowie Fahrbahnen und Rollwege.*

Ausführung ALMEMO® Leuchtdichte-Messkopf FL A603 LDM2

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Leuchtdichte-Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen. Die Messwerte können auf verschiedene ALMEMO® Messkanäle mit unterschiedlicher Empfindlichkeit aufgeteilt werden. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass das Ausgangssignal des Sensors als Anzeigewert Leuchtdichte in cd (candela)/cm² zur Verfügung steht:

Typ / Bestellnr.	FLA603LDM2
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in cd/m^2
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal - 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	Leuchtdichte aufgeteilt $0,04 \text{ cd / m}^2$ bis 8333 cd/m^2
Auflösung	kleinste Auflösung 10 mcd/m^2

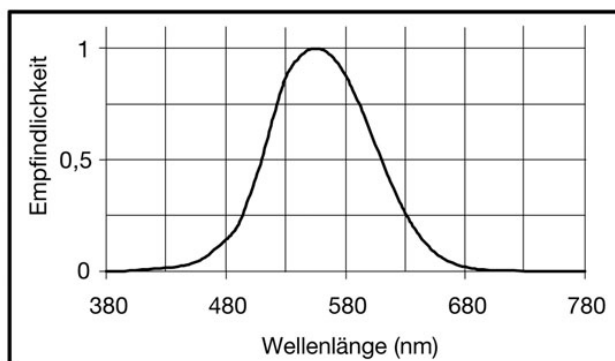
Technische Daten

Blickfeld	1°
Blickfelddurchmesser	ca. 30mm bei 0,5m Abstand ca. 40mm bei 1m Abstand ca. 120mm bei 5m Abstand
Empfindlichkeit	ca. $30 \text{ pA / (cd/m}^2)$
spektrale Anpassung	angenähert an photometrische Bewertungsfunktionen $V(\lambda)$ für Tagsehen, Klasse B, besser 6%
Nenntemperatur	$24^\circ\text{C} \pm 2\text{K}$
Arbeits- / Lagertemperatur	$0 \text{ bis } 60^\circ\text{C} / -10 \text{ bis } +80^\circ\text{C}$
Feuchtigkeitsbereich	10 bis 90 % nicht kondensierend
Messfläche	$21 \times 21 \text{ mm}$ bei 1m Arbeitsabstand
erfüllte Normen	IEC 61223-2-5, DIN 5032-T.7
Abmessungen	Länge 150 mm, \varnothing 30 mm

3.8.4.2 Lichtstrom - Messkopf FLA 603 LSM4 nach DIN-Klasse B

Ausführung

- Hochwertiger Messkopf zur Lichtstrommessung mit Ulbrichtscher Kugel
- Sorgfältige Beschichtung der Kugel mit BaSO_4 für diffuse Reflektivität und spektral neutrales Reflexionsverhalten
- DIN-Güteklasse B



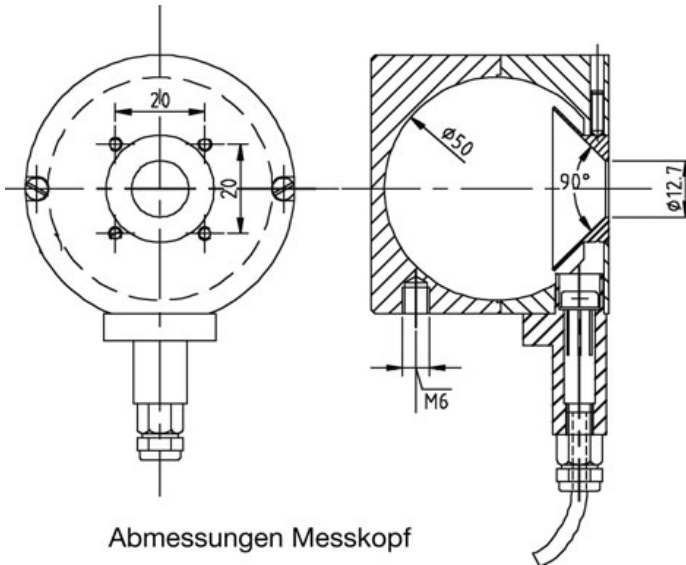
Einsatz

- Geeignet für Kaltlichtquellen, Lampen hoher Farbtemperatur und quasi monochromatischer Strahlung wie die von Leuchtdioden.
- Endoskope, Lichtwellenleiterbündel, Leuchtdioden

Ausführung ALMEMO® Lichtstrom - Messkopf FLA 603 LSM4

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UVA-Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 2 m, andere Längen auf Anfrage) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass das Ausgangssignal des Sensors als Anzeigewert Lichtstrom in lm (Lumen) zur Verfügung steht:

Typ / Bestellnr.	FLA603LSM4
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in lm
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal
ALMEMO® Messbereich	Lichtstrom 0,0002 lm bis 50 lm
Auflösung	kleinste Auflösung 0,001 lm



Technische Daten

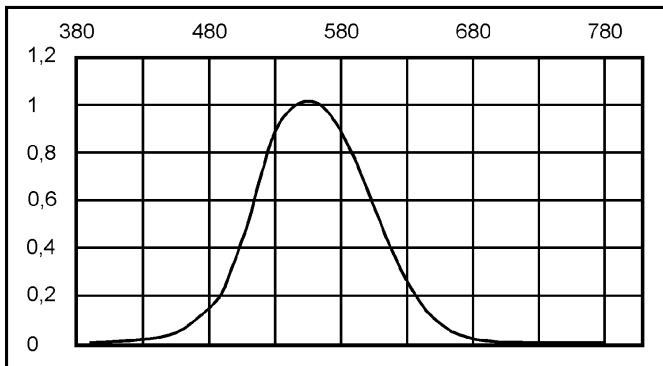
Empfindlichkeit	20 nA/lm
Akzeptanzwinkel	bis 90 °
Genauigkeit	DIN Güteklasse B
Nenntemperatur	24°C ±2K
Arbeits- / Lagertemperatur	0 bis 60°C / -10 bis +80°C
Feuchtigkeitsbereich	10 bis 90 % nicht kondensierend
Einsatztemperatur	max. 100 °C im Kugellinnern
Kugellinnendurchmesser	50 mm
Messöffnung	12,7 mm

3.8.4.3 Beleuchtungsstärke-Messkopf FLA 603 VLx nach DIN-Klasse B

Ausführung



- Hochwertiger Messkopf zur Bestimmung der Beleuchtungsstärke
- DIN-Güteklasse B
- Spektrale Anpassung angenähert an photometrische Bewertungsfunktion $V(\lambda)$ für Tagsehen, Klasse B, besser 5%.



Einsatz

- *Beleuchtungstechnik oder bei Sonnenlicht*
- *alle Einsatzfälle, in welchen die DIN die Verwendung eines Luxmeters der Klasse B empfiehlt.*

Ausführung ALMEMO® Beleuchtungsstärke - Messkopf FLA 603 VLx

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Beleuchtungsstärke - Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen.

Die Messwerte können auf verschiedene ALMEMO® Messkanäle mit unterschiedlicher Empfindlichkeit aufgeteilt werden. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass das Ausgangssignal des Sensors als Anzeigewert Beleuchtungsstärke in lx (Lux) zur Verfügung steht:

Typ / Bestellnr.	FLA603VL2
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in lx
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	für Innenbeleuchtung Beleuchtungsstärke aufgeteilt 0,05 lx bis 12500 lx
Auflösung	kleinste Auflösung 0,01 lx

Typ / Bestellnr.	FLA603VL4
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in lx
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 2.Kanal
ALMEMO® Messbereich	für Umgebungslicht Beleuchtungsstärke aufgeteilt 1 lx bis 250000 lx
Auflösung	kleinste Auflösung 1 lx

Technische Daten

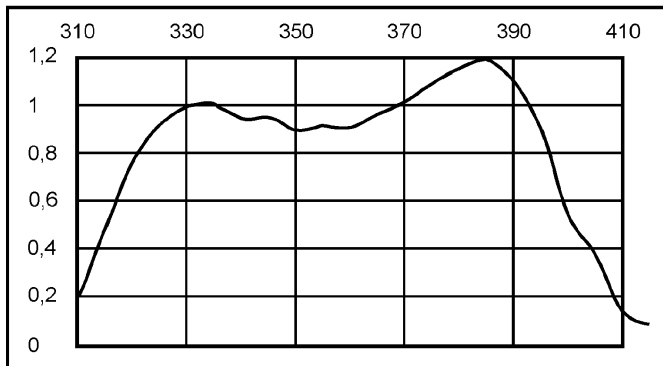
Empfindlichkeit	ca. 20 pA / lx
spektrale Anpassung	angenähert an photometrische Bewertungsfunktionen V(l)
	für Tagsehen, Klasse B, besser 5%
max. cos-Abweichung	Klasse B, <3%
cos-Diffusor	Ø 7 mm
Nenntemperatur	24 °C ±2K
Arbeits- / Lagertemperatur	0 bis 60 °C / -10 bis +80 °C
Feuchtigkeitsbereich	10 bis 90 % nicht kondensierend
Abmessungen	Ø 37 mm, Höhe 20 mm

3.8.4.4 UVA - Messkopf FLA603UV 12/14

Ausführung



- Hochwertiger Messkopf zur präzisen Bestimmung der UVA-Strahlung im Wellenlängenbereich 315 bis 400 nm
- Messgeometrie mit Cosinus Diffusor statt einfacher Streuscheibe für höchste Qualitätsansprüche.



Einsatz

- Untersuchungen in der Arbeitsmedizin FLA 603 UV12
- Messungen in Industrieanlagen **FLA 603 UV14**

Ausführung ALMEMO® UVA - Messkopf FLA 603 UV 12/14

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UVA-Bestrahlungstärke-Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen.

Die Messwerte können auf verschiedene ALMEMO® Messkanäle mit unterschiedlicher Empfindlichkeit aufgeteilt werden. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass das Ausgangssignal des Sensors als Anzeigewert Bestrahlungsstärke in mW/cm^2 zur Verfügung steht:

Typ / Bestellnr.	FLA603UV12
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in mW/cm^2
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	Bestrahlungsstärke aufgeteilt $0,00002$ bis $5 \text{ mW}/\text{cm}^2$
Auflösung	kleinste Auflösung $20 \text{ nW}/\text{cm}^2$

Typ / Bestellnr.	FLA603UV14
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in mW/cm^2
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	Bestrahlungsstärke aufgeteilt $0,0004$ bis $100 \text{ mW}/\text{cm}^2$
Auflösung	kleinste Auflösung $100 \text{ nW}/\text{cm}^2$

Technische Daten

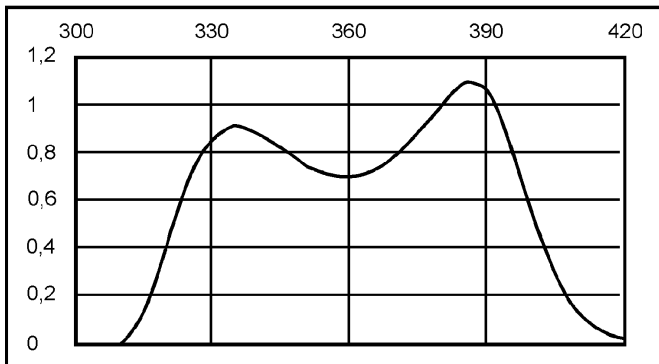
Empfindlichkeit	ca. $50 \text{ nA} / (\text{mW}/\text{cm}^2)$
spektrale Empfindlichkeit	315 bis 400 nm
max. cos-Abweichung	$< 5 \%$
cos-Diffusor	$\varnothing 15 \text{ mm}$
Nenntemperatur	$24 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{K}$
Arbeits- / Lagertemperatur	0 bis $60 \text{ }^\circ\text{C}$ / -10 bis $+80 \text{ }^\circ\text{C}$
Feuchtigkeitsbereich	10 bis 90% nicht kondensierend
Abmessungen	$\varnothing 37 \text{ mm}$, Höhe 32 mm

3.8.4.5 UVA - Messkopf FLA 603 UV 22 / 24

Ausführung



- Hochwertiger Messkopf zur präzisen Bestimmung der UVA-Strahlung im Wellenlängenbereich 320 bis 400 nm
- Messgeometrie mit Cosinus-Diffusor statt einfacher Streuscheibe für höchste Qualitätsansprüche.



Einsatz

- Untersuchungen in der medizinische Therapie **FLA 603 UV22**
- industrielle Messungen der UV-Strahlenhärtung **FLA 603 UV24**

Ausführung ALMEMO® UVA - Messkopf FLA 603 UV 22 / 24

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UVA-Bestrahlungsstärke-Messkopf standardmässig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen.

Die Messwerte können auf verschiedene ALMEMO® Messkanäle mit unterschiedlicher Empfindlichkeit aufgeteilt werden. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass das Ausgangssignal des Sensors als Anzeigewert Bestrahlungsstärke in mW/cm^2 zur Verfügung steht:

Typ / Bestellnr.	FLA603UV22
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in mW/cm ²
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	Bestrahlungsstärke aufgeteilt 0,00002 bis 5 mW/cm ²
Auflösung	kleinste Auflösung 20 nW/cm ²

Typ / Bestellnr.	FLA603UV24
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in mW/cm ²
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	Bestrahlungsstärke aufgeteilt 0,0004 bis 100 mW/cm ²
Auflösung	kleinste Auflösung 100 nW/cm ²

Technische Daten

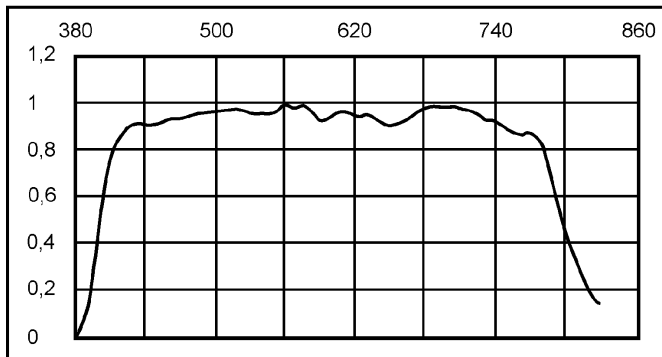
Empfindlichkeit	ca. 50 nA / (mW/cm ²)
spektrale Empfindlichkeit	320 bis 400 nm
max. cos-Abweichung	< 5 %
cos-Diffusor	Ø 15 mm
Nenntemperatur	24 °C ±2K
Arbeits- / Lagertemperatur	0 bis 60 °C / -10 bis +80 °C
Feuchtigkeitsbereich	10 bis 90 % nicht kondensierend
Abmessungen	Ø 37 mm , Höhe 32 mm

3.8.4.6 Radiometrischer - Messkopf FLA 603 RW4

Ausführung



- Hochwertiger radiometrischer Messkopf zur präzisen Bestimmung der Bestrahlungsstärke im sichtbaren (VISIBLE) Wellenlängenbereich 400 bis 800 nm
- Messgeometrie mit Cosinus-Diffusor statt einfacher Streuscheibe für höchste Qualitätsansprüche.



Einsatz

- *Beurteilung von LED-Dioden und Lasern*

Ausführung ALMEMO® Radiometrischer - Messkopf FLA 603 RW4

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Radiometrische Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen.

Die Messwerte können auf verschiedene ALMEMO® Messkanäle mit unterschiedlicher Empfindlichkeit aufgeteilt werden. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass das Ausgangssignal des Sensors als Anzeigewert Bestrahlungsstärke in mW/cm^2 zur Verfügung steht:

Typ / Bestellnr.	FLA603UV22
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in mW/cm^2
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	Bestrahlungsstärke aufgeteilt 0,00004 bis $10 \text{ mW}/\text{cm}^2$
Auflösung	kleinste Auflösung $10 \text{ nW}/\text{cm}^2$

Technische Daten

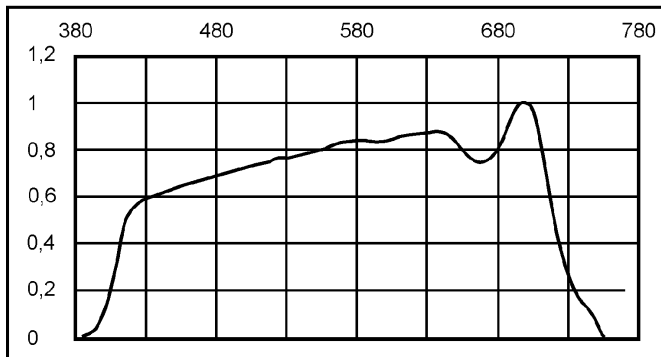
Empfindlichkeit	ca. $500 \text{ nA} / (\text{mW}/\text{cm}^2)$
spektrale Empfindlichkeit	400 bis 800 nm
max. cos-Abweichung	< 5 %
cos-Diffusor	Ø 15 mm
Arbeits- / Lagertemperatur	0 ... 60°C / $-10 \dots +80^\circ\text{C}$
Feuchtigkeitsbereich	10 ... 90% nicht kondensierend
Abmessungen	Ø 37 mm , Höhe 50 mm

3.8.4.7 Photosynthese - Messkopf FLA 603 PS4 / PS5

Ausführung



- Hochwertiger Messkopf zur direkten Bewertung der photosynthetisch wirksamen Strahlung (Photosynthetical Active Radiation) im Wellenlängenbereich 400 bis 700 nm
- Messgeometrie mit Cosinus-Diffusor statt einfacher Streuscheibe für höchste Qualitätsansprüche
- Wasserdichte Ausführung mit transparentem Quarzdom zum Abschluss des Diffusors (Abb.)



Einsatz

- *Messung photosynthetisch wirksamer Bestrahlungsstärken*
- *Messung des Restlichtes (Dämmerung, künstliche Beleuchtung)*
→ **FLA 603 PS4**
- *Messung im Gewächshausbereich mit Tageslicht*
→ **FLA 603 PS5**
- *in wasserdichter Ausführung mit transparentem Quarzdom (Abb.)*
→ **FLA 603 PS4 / 5WG**

Ausführung ALMEMO® Photosynthese - Messkopf FLA 603 PS4 / PS5

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Photosynthese - Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen.

Die Messwerte können auf verschiedene ALMEMO® Messkanäle mit unter-

schiedlicher Empfindlichkeit aufgeteilt werden. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass das Ausgangssignal des Sensors als Anzeigewert photosynthetischer Bestrahlungsstärke in $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ zur Verfügung steht:

Typ / Bestellnr.	FLA603PS4
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	photosynthetische Bestrahlungsstärke aufgeteilt 0,0002 bis 5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$
Auflösung	kleinste Auflösung 0,0002 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$

3

Typ / Bestellnr.	FLA603PS5
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	photosynthetische Bestrahlungsstärke aufgeteilt 0,2 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ bis 100 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$
Auflösung	kleinste Auflösung 0,1 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$

Technische Daten

Empfindlichkeit	ca. 100 nA / ($\text{mmol}/\text{m}^2\cdot\text{s})$
spektrale Empfindlichkeit	400 bis 700 nm
max. cos-Abweichung	< 5 %
cos-Diffusor	Ø 15 mm
Arbeits- / Lagertemperatur	0 ... 60°C / -10 ... +80°C
Feuchtigkeitsbereich	10 ... 90% nicht kondensierend
Abmessungen	Ø 37 mm , Höhe 35 mm