



STELZNER®
Pflanzenernährungstechnik



LICHTHANDBUCH
LIGHT GUIDE

Gebrauchsanweisung
Instructions

D|GB

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeine Hinweise	4
2.	LUX METER / LIGHT METER	6
2.1	Technische Daten	6
2.2	Messablauf	6
3.	LUX MULTIMETER	7
3.1	Technische Daten	7
3.2	Betriebsanleitung	8
4.	QUANTUM LIGHT METER	12
4.1	Technische Daten	12
4.2	Betriebsanleitung	12
5.	Basisinformationen	23
5.1	Quantitative Bewertung von Strahlung/ Licht	23
5.2	Tabellen für Sonnenlicht in Lux	26
5.2.1	Beispiele für Beleuchtungsstärken	26
5.2.2	Einfluss von Abdeckungen auf Beleuchtungsstärken	26
5.2.3	Abhängigkeit des Pflanzenwachstums von der Beleuchtungsstärke – typische Bereiche	27
5.2.4	Empfohlene Mindestbeleuchtungsstärken für Zierpflanzen	28
5.3.	Tabellen für Licht aus unterschiedlichen Quellen (Sonne, Lampen) PPFD in $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	32
5.3.1	Umrechnungsfaktoren zwischen den Beleuchtungseinheiten für gebräuchliche Strahlungsquellen	32
5.3.2	Empfehlungen für die Beleuchtung von Zier- und Nutzpflanzen	33

Table of Contents

1.	General Information	14
2.	LUX METER / LIGHT METER	16
2.1	Technical Specifications	16
2.2	Operating instructions	16
3.	LUX MULTIMETER	17
3.1	Technical Specifications	17
3.2	Operating instructions	18
4.	QUANTUM LIGHT METER	22
4.1	Technical Specifications	22
4.2	Operating instructions	22
5.	Basic overview	24
5.1	Quantitative valuation of radiation / light	24
5.2	Tables for sunlight in Lux	26
5.2.1	Examples of lighting levels	26
5.2.2	Influence of illumination on covers	26
5.2.3	Dependence of the plant growth of the light level – typical ranges	27
5.2.4	Recommended minimum illuminance level for ornamental plants	28
5.3.	Tables for light from different sources (sun, lamps) PPFD in $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	32
5.3.1	Conversion factors of lighting units for standard radiation sources	32
5.3.2	Recommendations for the lighting of crops and ornamental plants	33



1. Allgemeine Hinweise

LUX METER/ LIGHT METER, LUX MULTIMETER, QUANTUM LIGHT METER

Diese Betriebsanleitung enthält Informationen zur Installation, Bedienung und Wartung des erworbenen Lichtmessgerätes.

Lesen Sie diese Betriebsanleitung vor der Inbetriebnahme des Gerätes sorgfältig durch! Alle in der vorliegenden Betriebsanleitung vorkommenden Marken und deren jeweilige Inhaber werden anerkannt. Der Hersteller erhebt keinerlei Ansprüche auf die Rechte an diesen Marken.

Der Hersteller behält sich das Recht vor, jederzeit Änderungen an der Betriebsanleitung vorzunehmen, um sie dem aktuellen technischen Stand anzupassen. Das Vielfältigen und Verbreiten der Betriebsanleitung oder Auszügen hiervon, auch in übersetzter Form, bedarf einer schriftlichen Genehmigung.

Der Hersteller haftet nicht für eventuelle Fehler in dieser Dokumentation. Eine Haftung für mittelbare und unmittelbare Schäden, die im Zusammenhang mit der Lieferung oder dem Gebrauch dieser Dokumentation entstehen, ist ausgeschlossen, soweit dies gesetzlich zulässig ist.

Allgemeine Sicherheitshinweise

Die folgenden Sicherheitsmaßnahmen müssen während des Betriebes, bei allen Wartungs- und Reparaturarbeiten an diesem Gerät stets beachtet werden. Das Nichtbeachten der Vorsichtsmaßnahmen oder anderer Hinweise sowie Warnvermerke dieser Betriebsanleitung verletzt Sicherheitsstandards, die der Konstruktion, der Fertigung und dem bestimmungsgemäßen Gebrauch des Gerätes zugrunde liegen.

Das Nichtbeachten dieser Hinweise kann zur Gefährdung des Bedienpersonals bzw. zur Beschädigung des Gerätes führen! Der Hersteller übernimmt keine Haftung für Schäden, die durch die kundenseitige Missachtung dieser Sicherheitsmaßnahmen entstehen.

Dieses Gerät hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten, und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Anwender die in dieser Anleitung enthaltenen Hinweise und Warnvermerke beachten.

Betreiben Sie das Gerät nur innerhalb der in den jeweiligen technischen Daten vorgegebenen Parameter.

Das Gerät darf in zündfähiger oder brennbarer Atmosphäre nicht betrieben werden!

Behandeln Sie das Gerät sach- und bestimmungsgemäß.

Öffnen Sie das Gerät nur, wenn dies zu Wartungszwecken ausdrücklich in der Bedienungsanleitung beschrieben ist. Um zusätzliche Gefährdungen zu vermeiden, dürfen keine unbefugten Veränderungen am Gerät vorgenommen werden. Der Austausch von Gerätekomponenten oder interne Einstellungen dürfen nur von geschultem Personal durchgeführt werden. Geräte, die gestört oder defekt sein könnten, sind außer Betrieb zu setzen und solange vor unbefugtem Zugriff zu sichern, bis die notwendigen Reparatur- und Servicearbeiten vom Fachpersonal ausgeführt worden sind.

Vermeiden Sie Gewalteinwirkung wie Stöße oder Druck.

Zum Reinigen des Instrumentes keine aggressiven Reinigungsmittel verwenden, sondern nur mit einem trockenen oder feuchten Tuch abreiben.

Batteriewechsel und -entsorgung

Der Umwelt zuliebe verbrauchte Batterien in die dafür vorgesehenen Sammelbehälter geben.

Geben Sie leere Batterien an den dafür vorgesehenen Sammelstellen ab. Um Beschädigungen des Gerätes durch auslaufende Batterien zu verhindern, entfernen Sie die Batterien aus dem Gerät, wenn Sie es für längere Zeit nicht benutzen. Aus dem gleichen Grund ist anzuraten, leere Batterien sofort zu entfernen.

Entsorgung

Elektronische Altgeräte sind Wertstoffe und dürfen nicht über den Hausmüll entsorgt werden. Entsorgen Sie das Gerät am Ende seiner Lebensdauer nach den geltenden gesetzlichen Vorschriften bei den kommunalen Sammelstellen oder senden Sie das Gerät nach Ende der Nutzungszeit direkt an uns. Wir sorgen für eine umweltschonende Entsorgung.

2. LUX METER/ LIGHT METER

2.1 Technische Daten

TECHNISCHE DATEN:

Messbereiche:	0 – 200/2.000/20.000/50.000 lx
	20.000 Lux-Bereich: Anzeige x 10
	50.000 Lux-Bereich: Anzeige x 100
	(kalibriert mit 2.856 K Standard Glühlampe)
Auflösung:	1 lx, 10 lx, 100 lx
Genauigkeit:	
	± (5% vom Messwert + 10 digits) < 10 000 Lux
	± (10% vom Messwert + 10 digits) > 10 000 Lux
Anzeige:	LC-Display
Messfolge:	1,5 x pro Sekunde, typisch
Wiederholgenauigkeit:	± 2%
Temperaturabhängigkeit:	± 0,1%/°C
Ausgangsspannung des Sensors:	0,1 mV pro 10 lx
Feuchtebereich:	< 80% Luftfeuchtigkeit
Spannungsversorgung:	1 x 12 Volt, A23 size
Abmessungen Fotosensor:	60 x 115 x 27 mm (B x H x T)
Geräteabmessungen:	64,5 x 188 x 24,5 mm (B x H x T)
Gewicht:	160 g
Lagertemperatur:	-10°C – +60°C

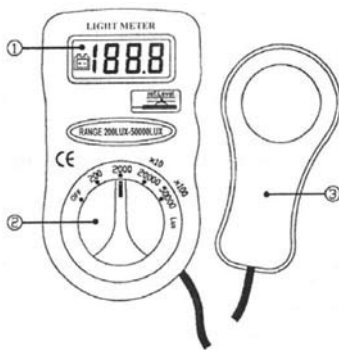


Abb. 2:
Bedienelemente für
LUX METER/ LIGHT METER

Bedienelemente und Anschlüsse am Gerät

- ① 3½-stellige LCD-Anzeige mit Batteriezu-standsanzeige
- ② Ein-/Aus- und Funktions-/Bereichswahl-schalter zur Anwahl sämtlicher Funktionen
- ③ Fotosensor: langlebige Silikon-Fotodiode mit Filter

2.2 Messablauf

1. Mit dem Bereichs-/Funktionswahlschalter gewünschten Lux-Bereich wählen.
2. Fotosensor ③ auf die zu messende Lichtquelle ausrichten.
3. Luxwert in der LCD-Anzeige ablesen. Bei Bereichsüberschreitung (gemessener Luxwert höher als der gewählte Lux-Bereich) leuchtet in der LCD-Anzeige an höchstwertiger Stelle die „1“.
4. Nach Beendigung des Messvorganges Foto-sensor wieder abdecken.

Batterietausch

Bei Aufleuchten des BAT-Symbols muss die Batterie gewechselt werden.

Schalten Sie das Gerät aus.

Öffnen Sie danach das Gerät an der Rück-seite, entfernen Sie die alte Batterie und setzen Sie eine neue gleichen Typs ein. Verbrauchte Batterien sind Sondermüll und müssen in die dafür vorgesehenen Sammelbehälter gegeben werden.

Nehmen Sie das Gerät nie in Betrieb, wenn es nicht völlig geschlossen ist.

3. LUX MULTIMETER

3.1 Technische Daten

TECHNISCHE DATEN:

Messbereiche:	0 – 2.000/20.000/100.000 lx 0 – 200/2.000/10.000 ft-cd
Auflösung:	1 lx, 10 lx, 100 lx 0,1 ft-cd, 1 ft-cd, 10 ft-cd
Genauigkeit bei + 23°C:	± (5% + 2 digits)
Lichtbereiche:	Sonnenlicht, Glühlampe Leuchtstofflampe (Fluoreszenz), Natriumdampf-Hochdrucklampe, Quecksilberdampf-Hochdrucklampe
Anzeige:	LC-Display
Messzeit:	ca. 2,5 Messungen/s
Einsatztemperatur:	0 bis + 50 °C
Feuchtebereich:	< 80% Luftfeuchtigkeit
Spannungsversorgung:	9 Volt Blockbatterie, 6LR61 size oder Typ NEDA 1604 oder Typ IEC 6F22 oder Typ 006P
Abmessung Sensor:	55 x 85 x 12 mm (B x H x T)
Geräteabmessung:	72 x 180 x 32 mm (B x H x T)
Gewicht:	335 g

Bemerkung

- Die Angaben zur Genauigkeit gelten nur bis 50.000 lx bzw. 4.950 ft-cd. Für höhere Werte ist die Genauigkeit nicht spezifiziert.
- Die Toleranzangaben beziehen sich auf Glühlampen mit einer Lichttemperatur von 2.856 K. Angabe in ± (% der Ableseung + Anzahl der Digitalstellenfehler = (digits)).

Sie sind gültig für elektromagnetische Felder mit elektromagnetischen Feldstärken bis zu 3 V/m und Frequenzen bis zu 30 MHz.



Abb. 3:
Bedienelemente LUX MULTIMETER

- 3½-stelliges LC-Display für die Anzeige des Messwertes mit darunter platziertem Subdisplay (kleinere Ziffern) für den Multiplikator (bei größeren Messbereichen) und die Subfunktionen Record und Recall.
- EIN- und AUS-Taster
- Hold-Funktionstaste
- Umschaltung zwischen Lux (lx) und Foot Candle („FC“ in ft-cd)
- Taster zum Speichern (Min-, Max-, Mittelwert)
- Memory-Taster zum Abrufen der Min-Werte (= Minimalwert), Max-Werte (= Maximalwerte) und Avg-Werte (Average = Mittel- oder Durchschnittswerte).
- Taster für die Auswahl von vier Bewertungsstufen für vier verschiedene Lichtquellen:
- Sonnenlicht, Glühlampe
- Leuchtstofflampe (Fluoreszenz)
- Natriumdampf-Hochdrucklampe
- Quecksilberdampf-Hochdrucklampe
- Taster für die Nullstellung der Anzeige = Zero
- Messbereichsschalter für die Bereiche 2.000 lx oder 200 ft-cd, 20.000 lx oder 2.000 ft-cd und 100.000 lx oder 10.000 ft-cd.
- Lichtsensor: Foto-Diode mit Farb-Korrektur-Filter
- Sensorabdeckung (ohne Abb.)

- ⑫ Sensor-Anschlussstecker (ohne Abb.)
- ⑬ Sensor-Anschlussbuchse (am Messgerät)
- ⑭ Batteriefach-Abdeckung (an der Gehäuseunterseite)

3.2 Betriebsanleitung

Bestimmungsgemäßer Einsatz

Der bestimmungsgemäße Einsatz des LUX MULTIMETER umfasst:

Messen und Anzeigen der Beleuchtungsstärke von verschiedenen Lichtquellen in den Maßeinheiten Lux (lx) oder Foot Candle (ft-cd) im Bereich von 0 bis 100.000 lx bzw. 0 bis 10.000 ft-cd.

Eine Messung unter widrigen Umgebungsbedingungen ist nicht zulässig.

Widrige Umgebungsbedingungen sind:

- Nässe oder zu hohe Luftfeuchtigkeit
- Staub und brennbare Gase, Dämpfe oder Lösungsmittel
- starke Vibrationen
- starke Magnetfelder, wie in der Nähe von Maschinen oder Lautsprechern
- statische Elektrizität (Felder und Entladungen)

Eine andere Verwendung als zuvor beschrieben, führt zur Beschädigung dieses Produktes, außerdem ist dies mit Gefahren, wie z.B. Kurzschluss, Brand, elektrischer Schlag etc. verbunden. Das gesamte Produkt darf nicht geändert bzw. umgebaut werden! Die Sicherheitshinweise sind unbedingt zu beachten!

Funktionsbeschreibung

Das LUX MULTIMETER ist ein Lichtmessgerät zur Feststellung der vorhandenen bzw. erforderlichen Helligkeit (Beleuchtungsstärke). Es ist ein Hilfsmittel, z.B. bei der Bemessung von Beleuchtungsanlagen. Es handelt sich beim vorliegenden Gerät jedoch nicht um ein Laborgerät, es ist somit nicht für wissenschaftliche Zwecke geeignet.

Das Messgerät bietet neben der Nullstellung (ZERO) als Sonderfunktion einen sog. Aufnahmemodus an, mit welchem Sie die maximale (MAX), die minimale (MIN) und die durchschnittliche (AVG) Lichtstärke über einen

bestimmten Zeitraum erfassen und jederzeit anzeigen können. Außerdem können Sie zwischen verschiedenen Lichtquellen wählen, um so die ungefähre Lichtstärke für Ihre spezifische Anwendung o. ä. fest zu stellen.

Sie können wählen zwischen Sonnenlicht bzw. dem Licht einer Glühlampe, dem Licht einer Leuchtstofflampe (Fluoreszenz), dem Licht einer Natriumdampf-Hochdrucklampe und einer Quecksilberdampf-Hochdrucklampe. Bei jedem dieser vier Schalteinstellungen wird das einfallende Licht anders bewertet. Mit der Funktion HOLD können Sie sich schnell ändernde Messsignale einfrieren. Mit Taster LUX/FC wählen Sie die Maßeinheit für Lux (lx) oder Foot Candle („FC“ in ft-cd)aus.

Zum Funktionsprinzip: das einfallende Licht wird mittels einer empfindlichen Photozelle über ein dehnbare Spiralkabel in Form einer elektrischen Spannung auf die Messelektronik übertragen und je nach Schalterstellung, Lux oder ft-cd, am Display angezeigt. Durch den externen Sensor werden somit bequeme Punktmessungen ermöglicht. Betrieben wird das Messgerät von einer handelsüblichen 9 Volt Blockbatterie.

Vermeiden Sie den Betrieb unter Einwirkung starker elektrischer, magnetischer oder elektromagnetischer Felder, d.h. in unmittelbarer Nähe von:

- Lautsprechern, Magneten,
- Transformatoren, Motoren, Spulen,
- Relais, Schütze, Elektromagneten oder Sendeantennen.

Es kann dadurch zu Fehlmessungen kommen.

Verwenden Sie zum Messen nur den Lichtsensor, welcher dem Messgerät beiliegt. Bei einer mechanischen oder elektrischen Änderung des Messgerätes bzw. Lichtsensors erlischt der Garantieanspruch.

Wenn ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unbeabsichtigten Betrieb zu sichern.



Es ist anzunehmen, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, wenn:

- Das Gerät sichtbare Beschädigungen aufweist,
- das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen,
- nach schweren Transportbeanspruchungen.

Schalten Sie das Messgerät niemals gleich dann ein, wenn es von einem kalten in einen warmen Raum gebracht wird. Betaung kann dann das Gerät zerstören.

Betrieb, Durchführung einer Messung

1. Allgemein

- Schalten Sie das LUX MULTIMETER über den Taster „EIN/AUS“ ein. Nach einer kurzen Initialisierungsphase (Selbsttest) in der alle Segmente der Flüssigkeitskristallanzeige erscheinen, ist das Messgerät betriebsbereit.
- Decken Sie den Lichtsensor (10) mit der Bereichsschuppe (11) ab und stellen Sie den Bereichsschalter auf 2.000 lx (200 ft-cd).
- Betätigen Sie einmal den Taster „Nullpunkt“, die Anzeige wird daraufhin auf „0“ gestellt. Anschließend entfernen Sie die Sensorabdeckung (Verschlusskappe) wieder.

Achtung!!! Ab einer „Gehäusetemperatur“ von ca. +60°C kann es vorkommen, dass das gesamte Anzeigenfeld „schwarz“ und damit die Anzeige nicht mehr lesbar wird. Das LUX MULTIMETER ist in diesem Fall nicht defekt. Die Schwarzfärbung verschwindet, sobald die Temperatur von +60°C unterschritten wird. Beachten Sie die Angabe der Einsatztemperatur in den technischen Daten.

2. Durchführung einer Messung

Zur Durchführung einer Messung gehen Sie wie folgt vor:

- Wählen Sie mit dem Taster „LUX/FC“ die gewünschte Maßeinheit aus, wobei „lx“ die aktuelle Maßeinheit in Europa ist. FC steht für Foot Candle, eine „veraltete“ Maßeinheit (ft-cd), welche jedoch in einigen englischsprachigen Ländern nach wie vor verwendet wird.

Zur Umrechnung gilt folgendes:

$$1 \text{ ft-cd} = 10,2 \text{ lx}$$

- Wählen Sie die zu messende Lichtquelle aus. Es stehen vier verschiedene schaltbare Bewertungsstufen zur Auswahl, die

- 1 = Glühlampen- oder Sonnenlicht
- 2 = Leuchtstofflampenlicht (Fluoreszenz)
- 3 = Licht einer Natriumdampf-Hochdrucklampe (orangeleuchtend, Straßenfluter)
- 4 = Licht einer Quecksilberdampf-Hochdrucklampe (weißleuchtend, Laterne)

Achtung!!! Bei einer falschen Einstellung wird ein falscher „Bewertungsfilter“ zugrunde gelegt, es kann zu Fehlmessungen kommen.

- Wählen Sie den zu erwartenden Messbereich mit dem Messbereichsschalter.

Bsp.: In einem Schreib- oder Zeichenbüro sind Beleuchtungsstärken von bis zu 200 lx möglich. Falls statt eines Messwertes „----“ (Balken oben) angezeigt wird, ist der Messbereich überschritten, wählen Sie den nächst höheren Bereich. Falls statt eines Messwertes „----“ (Balken unten) angezeigt wird, ist der Messbereich unterschritten, wählen Sie den nächst niedrigeren Bereich.

- Positionieren Sie den Sensor möglichst direkt unter die Lichtquelle und lesen Sie die Beleuchtungsstärke ab.
- Dadurch, dass die Anzeige 3½-stellig ist, kann ein Wert bis 1.999 lx angezeigt werden. Im 20.000-lx-Bereich wird daher die letzte Digitalstelle in Form einer „0“ im Subdisplay darunter angezeigt, was dem Faktor 10 entspricht. Der abgelesene Wert im 20.000-lx-Bereich muss somit mit 10 multipliziert werden, um den eigentlichen Messwert zu erhalten. Im 100.000-lx-Bereich wird die letzte Digitalstelle in Form von „00“ im Subdisplay darunter angezeigt, was dem Faktor 100 entspricht. Der abgelesene Wert im 100.000-lx-Bereich muss somit mit 100 multipliziert werden, um den eigentlichen Messwert zu erhalten.

3. Umgang mit der Data-„HOLD“-Funktion

Wenn Sie während der Messung von sich relativ schnell ändernden Messwerten den



aktuellen Wert erfassen wollen, betätigen Sie einmal den Taster „HOLD“. Dadurch wird der aktuelle Messwert festgehalten. Gleichzeitig erscheint das Symbol „D:H“ in der Kopfzeile des Displays. Um die Holdfunktion zu verlassen bzw. um zur laufenden Messung zurückzukehren, betätigen Sie entweder erneut den Taster „HOLD“ oder Sie wechseln den Messbereich oder Sie schalten das Gerät aus. Die übrigen Taster haben während der Funktion Data-Hold keine Funktion.

4. Umgang mit der Funktion „SPEICHERN“

Mit dem Taster „SPEICHERN“ wird die Messwertaufnahme bzw. die Abspeicherung des kleinsten auftretenden Messwertes (MIN), des größten auftretenden Messwertes (MAX) und des Mittelwertes (AVG) gestartet.

Bei eingeschalteter Funktion „SPEICHERN“ kann mit dem Taster „MEMORY“ jederzeit nacheinander der MAX-Wert, der MIN-Wert und der AVG-Wert abgerufen werden.

Um die Messwertaufnahme zu beenden, betätigen Sie erneut einmal den Taster „SPEICHERN“ und Sie kehren zur augenblicklichen Messung zurück.

Während der Messwertaufnahme erscheinen folgende Symbole unten links im Display:

REC	Start der Aufnahme
MAX	Maximalwert
MIN	Minimalwert
AVG	Mittelwert

Achtung!!! Der Mittelwert ist nicht die algebraische Summe von Min-Wert + Max-Wert geteilt durch 2. Die Taster „LICHTART“, „LUX/FC“ und „ZERO“ haben während der Messwertaufnahme keine Funktion.

5. Auto-Power-Funktion

Während der normalen Messung schaltet das Messgerät nach ca. 10 Minuten ohne Tastenbestätigung automatisch ab, um Energie zu sparen. Diese automatische Abschaltung ist nicht aktiv, wenn sich das Messgerät im Aufnahmemodus befindet.

6. Wartung

Das LUX MULTIMETER ist bis auf den Batteriewechsel und eine gelegentliche Reinigung des Gehäuses, des Sensors und des Displayfensters wartungsfrei. Zur Reinigung des Gerätes nehmen Sie ein sauberes, fusselfreies, antistatisches, trockenes Reinigungstuch.

Achtung!!! Verwenden Sie zur Reinigung nicht Benzin, Alkohole oder ähnliche Kohlenwasserstoffe. Dadurch wird die Oberfläche des Messgerätes angegriffen. Außerdem sind Dämpfe gesundheitsschädlich und explosiv.

Das LUX MULTIMETER ist nur für die Praxis, nicht für den Laboreinsatz bzw. für wissenschaftliche Zwecke ausgelegt.

Batteriewechsel, Anschluss, Gebrauchslage

1. Batteriewechsel

Damit Ihr Messgerät einwandfrei funktioniert, muss es mit einer 9 Volt Blockbatterie bestückt werden. Wenn das Batteriewechsel-Symbol „LBT“ oben links im Display erscheint (bei einer Batteriespannung von weniger als ca. 6,5 V bis 7,5 V), müssen Sie einen Batteriewechsel durchführen, um die volle Messgenauigkeit zu erhalten. Hier gehen Sie wie folgt vor:

Entfernen Sie den Sensor vom Messgerät und schalten Sie dieses aus. Hebeln Sie mit einem geeigneten Schraubendreher die Batteriefachabdeckung an der unteren Gehäuseunterseite vorsichtig aus. Trennen Sie die verbrauchte Batterie vom Anschlussclip und ersetzen Sie die Batterie polungsrichtig durch eine unverbrauchte gleichen Typs. Nach erfolgtem Batteriewechsel legen Sie die Batterie in das Batteriefach und verschließen Sie dieses wieder sorgfältig. Achten Sie darauf, dass die Anschlussleitungen des Batterieclips nicht gequetscht werden.

Achtung!!! Eine Falschpolung führt unweigerlich zur Zerstörung des Messgerätes. Betreiben Sie das Messgerät auf keinen Fall im geöffneten Zustand. Lassen Sie keine verbrauchten Batterien im Messgerät, da selbst auslaufgeschützte Batterien kor-

rodieren können und dadurch Chemikalien frei setzen, welche Ihrer Gesundheit schaden bzw. das Batteriefach zerstören können. Verbrauchte Batterien gehören nicht in den normalen Restmüll. Sie sind als Sondermüll zu betrachten und müssen daher umweltgerecht entsorgt werden.

2. Anschluss des Lichtsensors

Dem Messgerät liegt ein Lichtsensor mit Abdeckung bei. Verbinden Sie den 4-poligen Stecker des Lichtsensors mit der Buchse „INPUT“ am Messgerät so, dass die „Nase“ des Steckers auf die Gehäuseunterseite zeigt. Achten Sie stets auf einen festen Sitz des Steckers in der Buchse, da es sonst zu Fehlanzeigen kommen kann.

3. Gebrauchslage

Das LUX MULTIMETER darf nicht auf den Tasten liegend betrieben werden. Es muss immer so betrieben werden, dass die Anzeige lesbar ist.

4. QUANTUM LIGHT METER

4.1 Technische Daten

TECHNISCHE DATEN:

Messbereich:	0 – 1.999 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$
Messgenauigkeit:	$\pm 5\%$
Anzeige:	LC Display
Einsatztemperatur:	0 bis $+50\text{ }^\circ\text{C}$
Feuchtebereich:	< 80% Luftfeuchtigkeit
Spannungsversorgung:	9 Volt Blockbatterie, 6LR61 size
Maße und Gewicht:	75 x 150 x 27 mm (B x H x T), 130 g



Abb. 4:
Bedienelemente des
QUANTUM LIGHT METER

4.2 Betriebsanleitung

Bedienung

1. Den Drehschalter auf „On“ stellen.
2. Das Messgerät senkrecht halten, so dass der Sensor an der Geräteoberseite genau waagrecht positioniert ist.
3. Das Messgerät in Augenhöhe halten, um evtl. Schattenbildung durch den Kopf zu vermeiden.
4. Die Anzeige im Display zeigt den Photosynthetischen Photonen-Fluss (PPFD) mit der Einheit „ $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ “.
5. Den Quantum-Meter nach Gebrauch ausschalten.

Batteriewechsel

Das QUANTUM LIGHT METER benötigt eine Standard 9 Volt Blockbatterie 6LR61. Zum Wechseln der Batterie, lösen Sie die zwei Schrauben auf der Rückseite des Lichtmessgerätes. Lösen Sie die Rückseite vom Vorderteil. Lösen Sie die alte Batterie von dem Anschluss und schließen Sie eine neue Batterie an. Setzen Sie die Batterie in Vorderseite des Gerätes. Schieben Sie die Rückseite von oben wieder auf die Vorderseite des Lichtmessgerätes und schließen Sie das Gehäuse mithilfe der zwei Schrauben.

Beschreibung

Das QUANTUM LIGHT METER erlaubt eine Ermittlung der für das Pflanzenwachstum relevante Protonenstromdichte PPFD in $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ (Vergleiche 5.3) für Sonnenlicht und für technische Lichtquellen (Seite 32) sowie der Mischung von Licht aus unterschiedlichen Quellen.

Die Empfindlichkeitsverteilung bezogen auf die Lichtwellenlänge (Abb. 5) ist weit „breiter“ als bei einem LUX METER/ LIGHT METER (Abb. 1, S. 51) Dadurch ist die Bewertung für Sonnenlicht und in Gewächshäusern eingesetzten Natriumdampf-Hochdrucklampen gleich, für andere technische Lichtquellen muss die Anzeige nur um einen Faktor nahe 1 korrigiert werden.

Strahlungsquellen			
Sonnenlicht	Natriumdampf- Hochdrucklampen	Leuchtstoff-/ Fluoreszenzlampen	Halogen- Metallampfen
Anzeige QUANTUM LIGHT METER multipliziert mit			
1	1	0,92	0,94

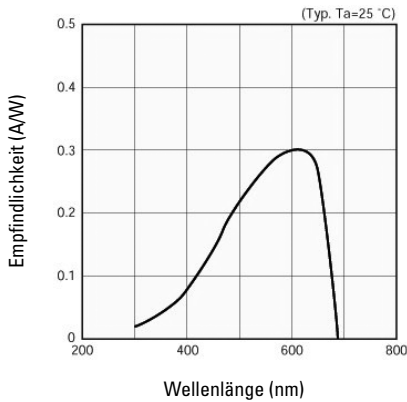


Abb. 5:
Abhängigkeit der Empfindlichkeit des
QUANTUM LIGHT METER von der Wellen-
länge

Umrechnungen

Durch Multiplikation mit 10,2 ergibt sich der Wert in Foot Candle.

Durch Multiplikation mit 104 ergibt sich der Wert in Lux.



1. General Information

LUX METER/ LIGHT METER, LUX MULTIMETER, QUANTUM LIGHT METER

These operating instructions describe the installation, operation and maintenance procedures for the acquired light meter.

Be sure to read these operating instructions carefully before the initial commissioning of the meter!

All of the brands and trademarks mentioned in these operating instructions and their respective owners are recognized. The manufacturer claims no ownership or right to these brands and trademarks.

The manufacturer reserves the right to make changes to this document at any time in order to ensure that it is kept up to date. It is forbidden to distribute or reproduce these operating instructions or parts thereof (also in their translated form), without express written consent.

The manufacturer is not liable for any errors found in this document. Where legally permissible, no liability shall be accepted for indirect or consequential damages that arise resulting from the delivery or the use of this document.

General safety information

The following safety measures must always be taken when operating, repairing or servicing this device. If the precautions, warning and safety notices found in these operating instructions are not observed, then this represents a violation of the safety standards that underlie the design, manufacture and intended use of the device.

Failure to follow this information and these precautions can put the device and the operating personnel at risk! The manufacturer is not liable for damages which result when the customer ignores these safety precautions.

This device has left the factory in proper and safe working order. The user must follow the information and precautions contained in this document; this will ensure that the device remains in its proper condition and that the device will remain safe to operate.

Make sure that you operate the device only within the specific limits defined by the technical specifications.

This device may not be used in ignitable or explosive atmospheres!

Always use the device in its proper and intended manner.

The device should only be opened for maintenance and servicing purposes as specifically described in the operating instructions.

No unauthorized changes should be made to this device. This will eliminate the risk of additional dangers. Only trained personnel are permitted to work with the meter, to change internal settings or to replace components. Devices which may be damaged or defective should not be used and should be protected from unauthorized access. They should remain out of operation until the necessary repairs have been made by trained personnel.

Avoid exposing the device to forces such as pressure and impacts.

Avoid using aggressive cleaning solvents on this meter. Clean the surface by rubbing with a dry or moist cloth.

Battery replacement and disposal

Dispose of batteries at an environmentally correct disposal site.

Please bring the empty batteries to a battery disposal centre.

Remove the batteries from the device if you do not intend to use it for an extended period. This will reduce the risk of leaking batteries causing damage to the device. We also recommend removing empty batteries as soon as possible for the same reason.

Disposal

Old electronic devices are recyclable and should not be disposed of along with normal household waste. When you can no longer use the device, it must be disposed of in accordance with the valid local regulations at a community recycling centre.

You may also send the device directly to us.
We will make sure that it is disposed of
properly in an environmentally friendly
manner.

2. LUX METER/ LIGHT METER

2.1 Technical Specifications

TECHNICAL SPECIFICATIONS:

Measurement range: 0 – 200/2,000/20,000/50,000 lx

20,000 Lux range: Display x 10

50,000 Lux range: Display x 100

(calibrated with 2,856 K standard

incandescent bulb)

Resolution: 1 lx, 10 lx, 100 lx

Precision:

± (5% of measurement range +10 digits) <10,000 lux

±(10% of measurement range +10 digits) >10,000 lux

Display: Liquid-crystal display

Measuring rate: 1.5 per second typically

Measurement repeat accuracy: ± 2%

Depending on temperature: ± 0.1%/°C

Output voltage of sensor: 0.1 mV per 10 lx

Humidity range: < 80% air humidity

Power supply: 1 x 12-volt, size A23

Dimensions of photo sensor:

60 x 115 x 27 mm (W x H x D)

Dimensions of meter:

64.5 x 188 x 24.5 mm (W x H x D)

Weight: 160 g

Storage temperature: -10°C to +60°C

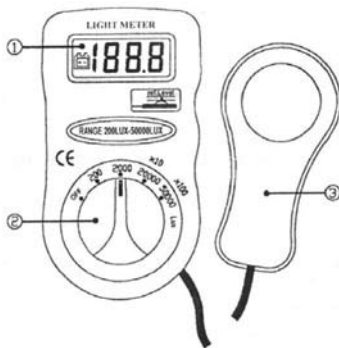


Figure 2:
Components of the
LUX METER/LIGHT METER

Components of the meter

- ① 3½-character LCD display with battery status display
- ② On/off function and range/function dial for selecting meter function
- ③ Photo sensor: durable silicone photo diode with filter

2.2 Measurement procedure

1. Selected the desired Lux range using the range/function dial.
2. Align the photo sensor ③ with the light source that you are measuring.
3. Read the Lux value from the LCD display. A "1" is displayed as the leftmost digit on the LCD display whenever the range limit is exceeded (when the measured Lux value is higher than the selected Lux range).
4. Cover the photo sensor after the measurement process has been completed.

Replacing the battery

The battery must be replaced when the BAT symbol illuminates.

Switch off the meter. Then open the back of the meter. Remove the old battery and insert a new battery of the same type. Used batteries are hazardous and should therefore be disposed of at an environmentally correct disposal site.

Never turn on the meter unless it is completely closed.

3. LUX MULTIMETER

3.1 Technical Specifications

TECHNICAL SPECIFICATIONS:

Measurement range:	0 – 2,000/20,000/100,000 lx 0 – 200/2,000/10,000 ft-cd
Resolution:	1 lx, 10 lx, 100 lx 0.1 ft-cd, 1 ft-cd, 10 ft-cd
Precision at + 23°C:	± (5% + 2 digits)
Light range:	sun light, incandescent bulb, fluorescent lamp, high-pressure sodium-vapour lamp, high-pressure mercury-vapour lamp
Display:	Liquid crystal display
Measuring rate:	approx. 2.5 measurements per second
Operating temperature:	0 to +50 °C
Humidity range:	<80% air humidity
Power supply:	9-Volt battery, 6LR61 size or type NEDA 1604 or type IEC 6F22 or type 006P
Dimensions of sensor:	55 x 85 x 12 mm (W x H x D)
Dimensions of meter:	72 x 180 x 32 mm (W x H x D)
Weight:	335 g

Notes

1. The specified precision is valid only up to 50,000 lx or 4,950 ft-cd. There is no specification over this limit.
2. The tolerances are specified based on filament bulbs with a light temperature of 2,856 K. Specified in ± (% of reading + number of digit errors (digits))
3. The tolerance specification is valid up to an electromagnetic field strength from 3V/m and frequencies up to 30 MHz.



Figure 3:
Components of the LUX MULTIMETER

- ① 3½-character liquid crystal display shows the measured values. Sub-display (smaller and below) shows the multiplier factor (for larger measuring ranges) and the sub-functions Record and Recall.
- ② ON / OFF press button
- ③ HOLD button
- ④ Toggle switch between Lux (lx) and foot candle („FC“ in ft-cd)
- ⑤ Save button (Min/Max/Average values)
- ⑥ Memory button used to display the Min (minimum) values, the Max (maximum) values, and the Avg (average) values.
- ⑦ Button for selecting from four analysis levels for one of four light sources:
 - Sun light, incandescent bulb
 - Fluorescent lamp
 - High-pressure sodium-vapour lamp
 - High-pressure mercury-vapour lamp
- ⑧ Button for the zero-position calibration of display = Zero
- ⑨ Measuring range dial for ranges 2,000 lx or 200 ft-cd, 20,000 lx or 2,000 ft-cd and 100,000 lx or 10,000 ft-cd.
- ⑩ Light sensor: photo diode with colour-correction filter
- ⑪ Sensor cover (not illustrated)
- ⑫ Sensor plug (not illustrated)



- ⑬ Sensor socket port (on meter)
- ⑭ Battery cover (on bottom of housing)

3.2 Operating Instructions

The LUX MULTIMETER should be used properly and as intended. The proper use is as follows:

For measuring and displaying the illumination strengths of different light sources; with either LUX (lx) or footcandle (ft-cd) measurements displayed in a range from 0 to 100,000 lx or 0 to 10,000 ft-cd.

Do not perform measurements during adverse environmental conditions.

Adverse conditions include the following:

- Moist conditions or excessive air humidity
- Dust and flammable gasses, vapours or cleaning solvents
- Strong vibrations
- Strong magnetic fields (such as those that may occur in the proximity of machines or loud speakers)
- Static electricity (fields and discharges)

Any usage that differs from the description given here can damage the product and pose a risk of short circuiting, fire, electrical shock etc. This entire product should not be modified or changed in any way! The safety notices must be followed carefully!

Functional description

The LUX MULTIMETER is a light meter that is used to determine the available brightness and required brightness (illumination strength). It is useful for measuring the effectiveness of lighting systems. This meter, however, is not a laboratory device and should not be used for purposes of scientific research.

The meter features a zero-position calibration function (ZERO) and a recording mode. The recording mode keeps track of and displays the maximum (MAX), minimum (MIN) and average (AVG) illumination values for a specified interval of time. You can also choose between different light sources; this allows you to measure the approximate

illumination strength for your special application.

You can select the type of light: sunlight, incandescent bulb, fluorescent lamp, high-pressure sodium-vapour lamp, or high-pressure mercury-vapour lamp. The incoming light is then analysed depending on the setting selected on this dial. The HOLD function (data hold) can be used to freeze a measurement signal that is changing quickly. The LUX/FC button allows you to select the measurement unit: LUX (lx) or foot candle (ft-cd).

The meter functions by sensing the incoming light with its sensitive photo-cell. A flexible spiral cable then transmits a corresponding electrical voltage to the meter electronics and the reading is displayed (depending on the dial setting, in Lux or foot candle). The external sensor makes it easy to carry out spot measurements. A conventional 9-volt battery is used to power the meter.

Do not operate this meter under the influence of strong electrical, magnetic or electromagnetic fields. Means in the proximity of:

Loud speakers or magnets, transformers, motors, coils, relay, contactors or electromagnets, or transmitters. This can be the cause of faulty measurements.

When measuring, only use the light sensor that is included with the meter. The warranty on the meter is no longer valid if there is a mechanical or electrical modification of the meter or light sensor.

If the meter is no longer safe to operate, then it should no longer be used. Take the appropriate measures to assure that the meter is not accidentally reused.

The meter is no longer safe to operate when:

- The meter is visually damaged and no longer functions,
- The meter has been stored in poor conditions for a long period of time or has been transported roughly.

Never turn on the meter immediately after it has been brought into a cold or warm room. Condensation can destroy the meter.

Operations – taking a measurement

1. Overview

- a) Use the “ON/OFF” button to switch the LUX MULTIMETER on. After a short initialization auto-test where all segments in the liquid crystal display light up, the meter is ready for operations.
- b) Cover the light sensor (10) with the cap (11). Turn the range dial to 2,000 lx (or 200 ft-cd).
- c) Press the “zero-point” button once – this display will show the number 0. Now remove the sensor cover.

Caution!!! If the housing temperature approaches +60°C, the display may darken and the liquid crystals will appear black. The screen will no longer be readable. In such a case, the LUX MULTIMETER is not broken. The black colour will disappear as soon as the temperature sinks below +60°C (observe the operating temperature range of the meter as specified in the technical specifications).

2. Taking a measurement

Take the following steps in order to carry out a measurement:

- a) Press the “LUX/FC” button to select the desired measuring unit. Note that the Lux (lx) is currently used in Europe. FC is the shortened form of foot candle: an older unit (ft-cd) of measure still used in some English-speaking countries. The following conversion factor can be used:

$$1 \text{ ft-cd} = 10.2 \text{ lx}$$

- b) Select the type of light source to be measured. There are four sources available for selection:
 - 1 = incandescent bulb or sunlight
 - 2 = Fluorescent lamp
 - 3 = High-pressure sodium-vapour lamp (orange light, outdoor flood lamp for street)
 - 4 = High-pressure mercury-vapour lamp (white light, lantern)

Attention!!! Measurement errors can result if this “analysis filter” is set incorrectly.

- c) Select the expected measurement range for the range dial. For example: Illumination strengths of up to 200 lx are possible within a drafting office. If “----” (dashes above) is displayed instead of the measured value, then the measurement range has been exceeded. Select the next highest range. If “----” (dashes below) is displayed instead of the measured value, then the value is below the measurement range. Select the next lowest range.
- d) Place the sensor directly under the light source and read the illumination strength that is displayed.
- e) The 3-1/2-character display can show a max. value of 1,999 lx. In the 20,000-lx range, the leftmost digit has a “0” displayed under it in the sub-display. This corresponds to a multiple of 10. This means that displayed values that have been measured in the 20,000-lx range must be multiplied by 10, to get the measurement value. In the 100,000-lx range, the leftmost digit has a “00” displayed under it in the sub-display. This corresponds to a multiple of 100. This means that displayed values that have been measured in the 100,000-lx range must be multiplied by 100.

3. Using the data “HOLD” function

Press the HOLD button in order to see a stabilized value. This is useful when the measured values are changing quickly during the measurement. The HOLD button freezes the value for that instant. The symbol “D:H” is then shown at the top status bar in the display. Press the HOLD button once again to resume the display of current values. You can also change the measuring range or turn the meter off to exit the HOLD mode. The other buttons have no function during the Data-Hold mode.



4. Using the "SAVE" function

The SAVE button (record function) is used to start recording measurements; the minimum (MIN), maximum (MAX) and average (AVG) values that occur during the interval are saved.

When the SAVE function is activated, you can press the MEMORY button repeatedly to view the MAX, MIN and AVG values.

In order to stop recording measurements, press the SAVE button again. The meter will return to showing the current measurement.

The following symbols are displayed on the bottom left of the display during the measurement recording process:

REC	Start the recording
MAX	Maximum value
MIN	Minimum value
AVG	Average value

Attention!!! The average value is not the algebraic sum of the min. value plus the max value divided by 2. The LICHTART, LUX/FC and ZERO buttons are inactivated during the measurement recording.

5. Auto-power function

The meter will turn off automatically to save energy if no button is pressed for ten minutes during a normal measurement. The auto-shutoff function is deactivated when the meter is in Record/Save mode.

6. Maintenance

The only maintenance required for the LUX MULTIMETER is battery replacement and occasional cleaning (of the housing, sensor and display window). Use an anti-static cloth that is clean, lint-free and dry.

Caution!!! Do not use benzene, alcohols or similar carbon-based cleaning solvents for cleaning. They will damage the surface of the meter and their vapours are unhealthy and explosive.

The LUX MULTIMETER should only be used as a support tool. It should not be used in a laboratory or for scientific purposes.

Battery replacement, connection and

operating position

1. Battery replacement

The meter uses a 9-volt battery to ensure proper functioning. Replace the battery as soon as the "LBT" (low battery) symbol appears on the top left of the screen. (The symbol appears when the battery voltage falls below 6.5 – 7.5 V.) A full battery will ensure that the meter operates with complete precision. Take the following steps to remove the battery:

Remove the sensor from the meter and turn it off. Use a suitable screwdriver to carefully pry the battery cover off from the bottom section of the housing. Disconnect the used battery from the connecting clip and replace it with a new battery of the same type. Be sure that the poles are aligned properly. After the battery has been connected properly, insert it in the battery compartment and close carefully. Be careful not to pinch the wires that connect the clip as you close the compartment.

Caution!!! The meter will be destroyed if you reverse the poles of the battery. Never operate the meter while it is opened. Never allow used batteries to remain in the meter. Even leak-proof batteries can corrode and release chemicals which can destroy the battery compartment and be dangerous to your health. Used batteries should not be disposed of with normal household waste. They are hazardous waste and should therefore be disposed of in an environmentally correct fashion.

2. Connecting the light sensor

A light sensor and sensor cover are included with the meter. Connect the four-pole plug on the light sensor to the "INPUT" socket on the meter. The notch of the plug should be pointed towards the bottom of the housing. Always make sure that the plug is seated securely in the socket. A loose connection can lead to display errors.

3. Operating position

The LUX MULTIMETER should never be put down on the buttons during operations. It should always be used in a position where the display is easy to read.

4. QUANTUM LIGHT METER

4.1 Technical Specifications

TECHNICAL SPECIFICATIONS:

Measurement range:	0 – 1,999 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$
Measurement precision:	$\pm 5\%$
Display:	Liquid crystal display
Operating temperature:	0 to +50 °C
Humidity range:	< 80% air humidity
Power supply:	9-Volt battery, 6LR61 size
Dimensions and weight:	75 x 150 x 27 mm (W x H x D), 130 g



Figure 4:
Components of the
QUANTUM LIGHT METER

4.2 Operating Instructions

Operating the meter

1. Turn the dial to the "ON" position.
2. Hold the meter vertically so that the sensor is in a precisely level position at the top of the meter.
3. Hold the meter at the height of your eyes so that you minimize the chance of shade from your body.
4. The display show the photosynthetic photon flow (PPFD) where the unit is $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$.
5. Turn off the Quantum meter after you are done using it.

Battery replacement

The QUANTUM LIGHT METER requires a standard 9-volt battery (6LR61). Unscrew the two screws on the back of the meter before changing the battery. Detach the rear section of the housing from the front section. Remove the old battery from the connection and connect the new battery in place. Insert the battery into the front side of the meter. Push down on the rear section in order to reattach it to the front section of the meter. Tighten the two screws into the housing.

Description

The QUANTUM LIGHT METER can be used to calculate the photon flux density (PPFD) that is relevant to plant growth. The PPFD is in $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ (Compare to 5.3); it can be determined from sun light, from artificial light sources (refer to page 32), or from mixed-source lighting.

The sensitivity distribution, in relation to the wavelength of the light (refer to Figure 5), is significantly "wider" than a LUX METER/LIGHT METER (Fig. 1, page 51).

Thus the analysis for sunlight is the same as that for the high-pressure sodium-vapour lamps used in green houses. The display must be corrected by a factor of slightly less than 1 for other artificial light sources.

Radiation sources			
Sun light	High-pressure sodium-vapour lamps	Luminescent / fluorescent lamps	Halogen metal-vapour lamps
QUANTUM LIGHT METER display multiplied by			
1	1	0,92	0,94

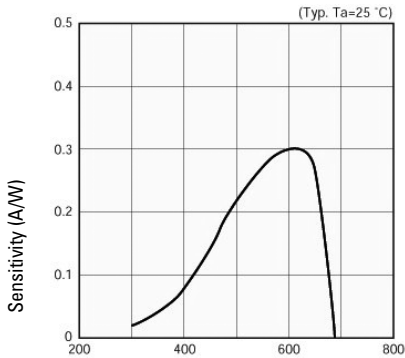


Figure 5: Wavelength (nm)
The sensitivity of the
QUANTUM LIGHT METER in relation
to the wavelength

Conversion factors

Multiply by 10.2 to determine the foot candle value.

Multiply by 104 to determine the Lux value.



5. Basisinformationen

5.1 Quantitative Bewertung von Strahlung/Licht

Die gesamte elektromagnetische Strahlung, die auf eine Fläche fällt, wird in der Physik „**Bestrahlungsstärke**“ genannt. Sie gibt die auftreffende Energie pro Zeit und Fläche oder Leistung pro Fläche an.

Bestrahlungsstärke in Watt pro Quadratmeter (W/m^2)

Die physiologische Wirkung der Strahlung (des Lichtes) auf Augen oder auf die Photosynthese von Pflanzen hängt stark von der Wellenlänge oder – vereinfacht gesagt – von der Farbe ab. Um Strahlung nach der physiologischen Wirkung zu bewerten, wurden weitere Größen eingeführt:

- Die photometrische „**Beleuchtungsstärke**“. Sie erfasst die Wirkung auf das menschliche Auge, d.h. den Helligkeitseindruck einer beleuchteten Fläche für Menschen. Das menschliche Auge kann Strahlung im Wellenlängenbereich von etwa 390 bis 760 nm erkennen (sichtbare Strahlung, Licht), die Empfindlichkeit hängt aber stark von der Farbe ab. Grün wird am stärksten wahrgenommen, rot und blau weit schwächer und ultraviolett und infrarot gar nicht (Abb. 1. S. 51).

Beleuchtungsstärke in Lux (lx)
(1 Foot Candle = 10,2 lx)

Messung mit Luxmessgeräten

- Die „photosynthetisch aktive Strahlung PAR“ (photosynthetic active radiation). Sie soll den Anteil an einer Strahlung angeben, der im für die Photosynthese nutzbaren Wellenlängenbereich liegt. Der Anteil hängt u.a. von der Pflanzenart ab. Zudem hat die Abhängigkeit der physiologischen Wirkung von der Wellenlänge je ein Maximum im violetten und im roten Bereich (Abb. 1). Vereinfacht wird die Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 400 und 700 nm als wirksam angesetzt – also etwa der Bereich des (sichtbaren) Lichts – ohne eine Gewichtung nach Wellenlänge.

Photosynthetisch aktive Strahlung PAR in Watt pro Quadratmeter PAR (W/m^2 PAR).

- Die „photosynthetisch aktive Photonenstromdichte PPFD“ (Photosynthetically Active Photon Flux Density), PPFD oder kurz PFD. Die Photosynthese erfolgt über die Absorption von Photonen (Lichtquanten) – für jeden Elementarprozess ein Photon. Eine Strahlung kann als ein Strom von Photonen aufgefasst werden. Die Energie eines Photons hängt von der Wellenlänge ab: Ein „blaues Photon“ der Wellenlänge von 440 nm besitzt 50 % mehr Energie als ein „rotes Photon“ mit 660 nm. Daher gibt die Photonenstromdichte im PAR-Bereich PPFD die physiologische Wirkung prinzipiell noch besser wieder, als die photosynthetisch aktive Strahlung PAR (Abb. 1, S. 51).

Photosynthetisch aktive Photonenstromdichte PPFD in Mikromol pro Quadratmeter und Sekunde ($\mu mol/m^2s$)

μmol ist ein Zahlenfaktor $1 \mu mol = 6 \times 10^{17}$

Messung mit einem Quantum-Meter

Umrechnungsfaktoren zwischen den verschiedenen Größen können der Tabelle (S. 27) entnommen werden. Wegen der breiten Verteilung der Abhängigkeit des Sonnenlichtes von der Wellenlänge ändern sich die Umrechnungsfaktoren zwischen Lux, W/m^2 PAR und $\mu mol/m^2s$ PPFD im Freiland bei Variation der Lichtverhältnisse – Sonne oder Schatten – nur wenig, so dass dort in der Praxis der photosynthetisch wirksame Anteil an der Strahlung meist bereits mit einem Luxmessgerät bewertet werden kann. Technisches Licht besitzt eine andere Wellenlängenverteilung als Tageslicht und als die Empfindlichkeitsverteilung des menschlichen Auges (Abb. 1, S. 51).

So zeigt ein Luxmessgerät bei Natrium- oder Quecksilberdampf-Hochdrucklampen gegenüber Tageslicht bei gleicher photosynthetischer Wirksamkeit etwa 30% bis 50% höhere Werte an. Erhebliche Unsicherheiten ergeben sich daher bei Bewertung von Mischbeleuchtung mit einem Luxmessgerät – ebenso, wenn ein wesentlicher Einfluss von Eindeckmaterialien auf die Wellenlängenverteilung nicht ausgeschlossen werden kann. In solchen Fällen ist der Einsatz eines QUANTUM LIGHT METERS zu empfehlen.



Typische Werte von Beleuchtungsstärken gibt die Tabelle S. 32 wieder.

Für Pflanzen werden je nach Pflanzensorte und Wachstumszustand unterschiedliche PPF-D-Werte angegeben. Meist liegen die Werte im Bereich um $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$, bei Keimpflanzen häufig auch beim Vielfachen davon. So werden bei Tomaten für Keimpflanzen 350, für Jungpflanzen 50 und für die Fruchtproduktion $150 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ empfohlen. Einige Kulturen brauchen dagegen geringe Werte von z.B. $2 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$. Natürlich sind auch die Beleuchtungsdauern zu beachten. Unter 5.3.2 sind für eine große Zahl von Pflanzen empfohlene Photonenstromdichten angegeben.

5. Basic overview

5.1 Quantitative analysis of radiation/ light

The entire electro-magnetic radiance that radiates on a surface is referred to in physics as the "**irradiance intensity**". It specifies the energy that arrives per unit of time and surface area or the power per unit of surface area.

Irradiance intensity in watts per square meter (W/m^2)

The physiological effect of radiation (the light) on eyes or on plant photosynthesis is directly dependent on the wavelength (or more simply put, the colour of the light). Additional measurements are used to analyse the physiological effect of light radiation.

- **The photometric "illumination strength":** This measurement captures the effect on the human eye (the impression of brightness that an illuminated surface makes on a human). The human eye can detect radiation (visible light) wave lengths ranging from about 360 to 760 nm. This detectability, however, is very dependent on the colour of the light. Green can be perceived most strongly. Red and blue are slightly weaker, while ultra-violet and infra-red cannot be perceived at all (refer to Figure 1, page 51).

Illumination strength in Lux (lx)
(1 foot candle = 10.2 lx)

Measuring with Lux meters

- **The photosynthetic active radiation (PAR):** This measurement specifies the proportion of radiation that is found in the wavelength range which is used by the photosynthesis process. This proportion is dependent on several factors including the type of plant. Furthermore, the physiological effect has a maximum peak in both the violet and red wavelength ranges (refer to Figure 1). In the wavelength range between 400 and 700 nm (i.e., approximately the visible light range), the pattern of effectiveness of the radiation is simpler – there is no bias towards a particular wavelength. Photosynthetic active radiation in watts per square meter PAR (W/m^2 PAR)



- The “**photosynthetically Active Photon Flux Density (PPFD or simply PFD)**”: The photosynthesis takes place as photons (light quantum) are absorbed – one photon is absorbed for each elementary process. Radiation can be thought of as a stream of photons. The energy contained by a photons depends on its wavelength: A “blue photon” with a wavelength of 440 nm contains 50% more energy than a “red photon” with a wavelength of 660 nm.

Thus for the PAR range, the photon flux density (PPFD) is a better indication of the physiological effectiveness than the photosynthetic active radiation PAR (refer to Fig. 1, page 51).

Photosynthetic active photon flux density (PPFD) in micro-moles per square-meter and seconds ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$)

μmol is a numerical factor: $1\mu\text{mol} = 6 \times 10^{17}$

Measuring with a Quantum meter

Conversion factors for the various measurements are listed in the table on page 32. Because of the wide distribution of wavelengths in sunlight, the conversion factors between Lux, W/m^2 PAR and $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ PPFD vary only slightly as the outdoor lighting conditions vary between sun and shade. This means that it is actually possible to use a Lux meter to determine the proportion of radiation that can be used by photosynthesis. Artificial light has a different wavelength distribution when compared to daylight or to the sensitivity distribution of the human eye (refer to Figure 1, page 51).

So for high-pressure sodium-vapour and mercury-vapour lamp light, in comparison to sun light, a Lux meter will show a 30 to 50% higher value for the same photosynthetic effectiveness.

This leads to significant uncertainties when evaluating mixed-source lighting with a Lux meter. More uncertainties arise in cases where the substantial influence of covering materials on the wavelength must be taken into consideration. The QUANTUM LIGHT METER should be used in such cases.

The table on page 32 shows typical illumination strength values.

Different PPFD values are specified for different plant types depending on the plant type and state of growth. Most of the values are around $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ but can be several times higher for seedlings. Thus a value of 350 is recommended for tomato seedlings, 50 for immature plants and $150 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ for fruit-bearing plants. Some crops, however, require lower values all the way down to $2 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$. The lighting duration is also a factor which must naturally be taken into consideration. Section 5.3.2 specifies the photon flux density for many plants.

5.2 Tabellen für Sonnenlicht in Lux

5.2 Tables for sunlight in Lux

5.2.1 Beispiele für Beleuchtungsstärken

5.2.1 Examples of lightnig levels

Durchschnittliche Lichtverhältnisse	Beleuchtungsstärke
Heller Sonnentag in Südeuropa	100.000 lux
Heller Sonnentag in Mitteleuropa	50.000 lux
Im Schatten im Sommer / bedeckter Himmel im Sommer	10.000 lux
Fußballstadion	1.400 lux
Bürobeleuchtung	800 lux
Wohnzimmerbeleuchtung	200 lux
Straßenbeleuchtung	10 lux
Dämmerlicht nach Sonnenuntergang	1 lux
Vollmondnacht	0,2 lux

Average lighting conditions	Illumination strength
A bright sunny day in Southern Europe	100,000 lux
A bright sunny day in Central Europe	50,000 lux
In the shade in summer or a cloudy sky in summer	10,000 lux
A football stadium	1,400 lux
Office lighting	800 lux
Residential living room lighting	200 lux
Street lighting	10 lux
Dusk after sunset	1 lux
Night with full moon	0.2 lux

5.2.2 Einfluss von Abdeckungen auf Beleuchtungsstärken

Anhaltswerte in Lux	Freiland	Unter Glas *	Unter alter Folie
Trübes Wetter	5.000 bis 15.000	3.000 bis 10.000	2.000 bis 8.000
Sonnenschein	40.000 bis 150.000	30.000 bis 40.000	10.000 bis 30.000

*Durchlässigkeit Isolierglas ca. 80%, Gewächshausglas > 90%

5.2.2 Influence of illumination on covers

Reference values in Lux	Outdoors	Under glass *	Under old foil
Clou dy weather	5,000 to 15,000	3,000 to 10,000	2,000 to 8,000
Sunshine	40,000 to 150,000	30,000 to 40,000	10,000 to 30,000

*Permeability isolation glas approx. 80%, greenhouse glas > 90%



5.2.3 Abhängigkeit des Pflanzenwachstums von der Beleuchtungsstärke – typische Bereiche

5.2.3 Dependence of the plant growth of the light level – typical ranges

von Lux	bis Lux	Einstufung
< 300		Wachstumsstillstand, Pflanze verkümmert
300	1.000	Kein Zuwachs der Pflanze
1.000	3.000	Pflanzen wachsen sehr langsam
3.000	10.000	Pflanzen wachsen proportional mit steigender Luxzahl
10.000	12.000	Optimum für die meisten Pflanzen
	>12.000	Wird die Lichtintensität von Pflanzen nicht mehr ausgenutzt, weil meistens die Wärme den Assimilationsvorgang stört.

from Lux	to Lux	Classification
< 300		Arrested growth, plants are withering
300	1,000	No plant growth
1,000	3,000	Plants are growing very slowly
3,000	10,000	Plants are growing in proportion to the increasing Lux value
10,000	12,000	Optimal for most plants
	>12,000	The increased light intensity is not used by the plants since the heat usually disturbs the process of assimilation.

Durch Schattieren sollen die Luxwerte nicht unter 8.000 Lux herabgesetzt werden. Ausnahme: Vermehrung, hier nicht unter 3.000 bis 5.000 Lux.

The Lux values from shading should not be lowered below 8,000 Lux. An exception is during the reproductive stage; here it should not be below 3,000 to 5,000 Lux.

5.2.4 Empfohlene Mindestbeleuchtungsstärken für Zierpflanzen Recommended minimum illuminance level for ornamental plants

Botanischer Name	Deutscher Name	Lux
Abutilon hybr.	Schönmalve (Zimmerahorn)	2.000
Achimenes hybr.	Schiefsteller	1.500
Aechmea fasciata	Aechmea	800
Aeschynanthus commutatum	Goldrebe	1.000
Aglaonema commutatum	Kolbenfaden	300
Aglaonema pseudobracteatum	Kolbenfaden	300
Ananas comosus	Ananas	1.200
Allamanda cathartica	Allamanda	2.000
Anthurium andreaeanum	Flamingoblume	1.200
Anthurium crystallinum	Flamingoblume mit Silberadern	1.500
Aphelandra squarrosa	Glanzkölbchen	1.500
Araucaria columnaris	Zimmertanne	2.000
Asparagus falcatus	Zierspargel	800
Aspidistra clatior	Metzer-, Schusterpalme	300
Aucuba crotonifolia	Aucube	600
Begonia masoniana „Iron Cross“	Schiefblattgewächs	2.000
Billbergia nutans	Billbergia	300
Bougainvillea glabra	Bougainvillee	2.000
Brunfelsia calyculata	Brunfelsie	1.000
Cactaceae	Kakteen	2.000
Caladium bicolor	Buntwurz	2.000
Calceolaria hybr.	Pantoffelblume	800
Campanula hybr.	Glockenblume	1.800
Charmaedorea elegans	Bergpalme	600
Chlorophytum comosum	Grünlilie (Grasilie)	600
Chrysalidocarpus lutescens	Palme	800
Cissus rhombifolia	Russischer Wein	600
Citrus mitis	Apfelsinenbaum	1.800
Codiaeum variegatum „Norma/Bravo“	Wunderstrauch, Croton	800
Codiaeum variegatum andere Sorten	Wunderstrauch , Croton	1.000

Botanischer Name	Deutscher Name	Lux
Cofea arabica	Kaffeebaum	1.200
Coleus hybr.	Buntnessel	1.800
Columnea microphylla	Feuerzünglein (Rachenrebe)	1.000
Cordylone terminalis	Keulenlilie	1.000
Crassula falcata	Dickblatt (Blausichel)	1.800
Crossandra infundibuliformis	Corssandre	1.500
Cyclamen persicum	Alpenveilchen	1.000
Clivia miniata	Clivie (Riemenblatt)	300
Cyperus	Zyperngrass	1.500
Dieffenbachia bausei	Dieffenbachie	1.000
Dieffenbachia maculata	Dieffenbachie	600
Diplandenia sanderi	Diplandenie	1.500
Dizygotheca elegantissima, veredelt	Fingeraralie	1.400
Dizygotheca, unveredelt	Fingeraralie	2.500
Dracaena deremensis „Warneckii“	Drachenbaum	500
Dracaena deremensis andere Sorten	Drachenbaum	600
Dracaena marginata	Drachenbaum	500
Echeveria falcata	Sandglöckchen	2.000
Euphorbia hermensiana, trigona, tirucalli	Wolfsmilch	2.000
Euuphorbia pulcherrima	Weihnachtsstern, Poinsettia	2.000
Euphorbia milii	Christusdorn	2.000
Euterpe edulis	Palme	800
Fatsia japonica	Zimmeraralie	600
Fatsnederia lizei	Efeuaralie	800
Ficus altissima	Feigenbaum, Gummibaum	600
Ficus boxifolia	Feigenbaum, Gummibaum	2.000
Ficus bengalensis	Feigenbaum, Gummibaum	600
Ficus benjamini	Feigenbaum, Gummibaum	1.000
Figus Cyathistipula	Feigenbaum, Gummibaum	1.200
Ficus deltoidea	Feigenbaum, Gummibaum	1.500
Ficus elastica „Decora“	Feigenbaum, Gummibaum	400
Ficus elastica „Schrijveriana“	Feigenbaum, Gummibaum	800

Botanischer Name	Deutscher Name	Lux
Ficus triangularis	Feigenbaum, Gummibaum	1.200
Ficus indivia	Feigenbaum, Gummibaum	1.000
Ficus stricta	Feigenbaum, Gummibaum	1.000
Ficus lyrata	Feigenbaum, Gummibaum	600
Ficus pandureforae	Feigenbaum, Gummibaum	500
Ficus pumila	Feigenbaum, Gummibaum, kriechend	800
Ficus rubiginosa	Feigenbaum, Gummibaum	800
Filices	Farne	1.000
Grevillea robusta	Australische Silbereiche	800
Guzmania Hybr.	Guzmanie	800
Harpephyllum caffrum	Falscher Kaffeebaum	1.000
Hedera helix	Efeu	800
Heimeriodendron brunonianum	Pisonia	1.500
Hibiscus roas sinensis	Roseneibisch	2.000
Hoya carnosa	Wachsblume	600
Howeia forsteriana	Kentje	800
Hydrangea macrophylla	Hortensie	800
Impatiens holstii	Fleißiges Lieschen	1.800
Kalanchoe hybr.	Flammendes Käthchen	1.800
Medinilla magnifica	Medinilla	1.200
Monstera deliciosa	Philodendron, Fensterblatt	300
Musa ensete	Banane	1.000
Neoregelia	Neoregelia	800
Nerium oleander	Oleander	2.000
Orchidaceae	Orchidee	1.800
Pachypodium	Madagaskarpalme	1.200
Pachystachis	Goldkölbchen	1.500
Pandanus	Schraubenbaum	1.000
Passiflora caerulea	Passionsblume	1.000
Peperonia magnolifolia	Pfeffergesicht	800
Philodendron erubescens	„Queen“ Baumlieb	300
Philodendron erubescens	„Red. Eme.“ Baumlieb	300

Botanischer Name	Deutscher Name	Lux
Philodendron laciniatum	Baumlieb	600
Philodendron lonilaminatum	Baumlieb	500
Philodendron panduriforme	Baumlieb	300
Philodendron scandens	Baumlieb, kriechend	300
Philodendron bipinatifolium	squandiferum Baumlieb	1.000
Philodendron pertusum	Baumlieb, Fensterblatt	300
Phönix canariensis	Dattelpalme	1.000
Pilea repens, cadierei	Kanonierblume	2.000
Platycerium alciorne	Geweihfan	800
Polyscias balfouriana	Fiederaralie	1.000
Primula obconica	Primel	800
Rhaphidophora aurea	Efeutute	300
Rhododendron simsii	Azalee, Alpenrose	800
Saintpaulia ionantha	Usambaraveilchen	800
Sansevieria hyacinthoides	Bogenhanf	600
Sansevieria trifasciata	Bogenhanf	300
Saxifrage sarmentosa	Steinbrech, Judenbart	1.800
Sinningia speciosa	Gloxinie	1.000
Solanum hendersonii	Korallenkirsche	1.000
Spatiphyllum, hybr.	Blattfahne, Einblatt	400
Stephanotis floribunda	Kranzschlinge	1.000
Syngonium podophyllum, auritum	Purpurtute	300
Scheffleria arboricola	Schefflerie	800
Tillandsia cyanea	Tillandsie	800
Vriesea splendens	Vriesea	800
Yucca elephantipe	Palmilie	1.000
Yucca aloifolia	Palmilie	2.500
Zantedeschia aethiopica	Calla	1.000
Zebrina pendula	Tradescanzie (Schnellläufer)	600

5.3 Tabellen für Licht aus unterschiedlichen Quellen (Sonne, Lampen) PPFD in $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$

5.3.1 Umrechnungsfaktoren zwischen den Berechnungseinheiten für gebräuchliche Strahlungsquellen (PAR 400-700 nm) (nach MCCREE, 1981; REITMAYER, 2000; LUDOLPH, 2002 und Phillips)

Strahlungsquellen					
	Tageslicht (sonnig)	Tageslicht (diffus)	Halogen-Metall-dampflampen	Natriumdampf-Hochdruck-lampen	Quecksilber-dampf-Hochdruck-lampen
Umrechnungen	multipliziert mit				
W/m^2 in W/m^2 (PAR)	0,45*	0,25*			
W/m^2 (PAR) in $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ (PAR)	4,6	4,2	4,6	5,0	4,7
klx (1.000 lx) in $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ (PPFD)	18	19	14	12 – 13	14
klx in W/m^2 (PAR)	4,0				

*Mittelwert des Umrechnungsfaktors

5.3 Tables for light from different sources (sun, lamps) PPFD in $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$

5.3.1 Conversion factors of lightingunits for standard radiation sources (PAR 400 – 700 nm) (according to MCCREE, 1981; REITMAYER, 2000; LUDOLPH, 2002 and Phillips)

Radiation sources					
	Daylight (sunny)	Daylight (diffuse)	Metal vapour lamps	Sodium vapour lamps	Mercury vapour lamps
Conversions	Multiply by				
W/m^2 to W/m^2 (PAR)	0.45*	0.25*			
W/m^2 (PAR) to $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ (PAR)	4.6	4.2	4.6	5.0	4.7
klx (1,000 lx) to $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ (PPFD)	18	19	14	12 – 13	14
klx to W/m^2 (PAR)	4.0				

*Average value of conversion factor



5.3.2 Empfehlungen für die Beleuchtung von Zier- und Nutzpflanzen

Empfehlung für die Beleuchtung von Pflanzen

Die folgende Tabelle verschafft einen Überblick über die wirksamste Beleuchtungsdosis und -dauer für eine Reihe von Pflanzen mit den passendsten Lampentypen aus den Phillips-Tabellen.

Die Angaben beziehen sich auf Zusatzbeleuchtung für Pflanzen in Gewächshäusern unter westeuropäischen Bedingungen. Wenn sie unter Bedingungen mit durchschnittlich höherem oder niedrigerem Tageslichtniveau oder für andere Pflanzensorten als in der Tabelle angegeben, können sie allein zur Orientierung herangezogen werden.

Wichtig ist, dass die Beleuchtungsbedingungen immer in Bezug zu anderen Klimafaktoren wie Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Düngung, Wassergabe und CO₂-Dosierung zu sehen sind.

Die empfohlene Lichtintensität (PPFD) wird in $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ausgedrückt. Da in der Praxis hauptsächlich die Einheit Lux verwendet wird, wird in Tabelle 5.3.1 auf S. 32 die Umrechnung von Lux nach $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ für verschiedene Lampen wiedergegeben. Der Umrechnungsfaktor ist nicht konstant, sondern auch von Faktoren wie z. B. Betriebstemperatur und Betriebsstunden der Lampe abhängig.

Quelle:

Text und folgende Tabellen –
www.lighting.philips.com/gl_en/country/horticultural/index.php

5.3.2 Recommendations for the lighting of crops and ornamental plants

Recommendations for plant lighting

The following table gives an overview of the most effective lighting dosages and lighting durations with the appropriate lamp types for a variety of plant types of the Phillip table.

The values are specified for auxiliary lighting for greenhouse plants grown under Western European conditions. If you are working with other plant types or with higher or lower levels of average light, then this table should only be used as an orientation aid.

It is important to always consider the lighting conditions in relation to other climatic factors such as temperature, relative humidity, fertilizer, irrigation and CO₂ dosage.

The recommended light intensity (PPFD) is specified in $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$. Since it is common practice to specify the values in Lux, table 5.3.1 on page 32 lists the conversion factors from Lux to $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ for a variety of lamps. This conversion factor is not constant but depends on factors such as the operating temperature and the operating duration of the lamps.

Source:

Text and the following tables:
www.lighting.philips.com/gl_en/country/horticultural/index.php

Obst und Gemüse

Pflanzensorte		Empfohlener PPF-D-Wert in $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	Lampentyp Phillips	Beleuchtungsperiode	Beleuchtungsdauer pro Tag	Ziel und Methode
Auberginen	Keimpflanzen	80 – 160	TL/HPI	das ganze Jahr hindurch	16 – 18 Stunden (ohne Tageslicht)	Produktion von Keimpflanzen in Treibhäusern
	Jungpflanzen	40 – 50	HID	Winter	14 – 16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, frühere Ernte.
Brechbohnen	Jungpflanzen	55	HID	Okt.–Feb.	16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, frühere Ernte, größere Ausbeute.
Rüben (diverse)	Keimpflanzen und Jungpflanzen	65 – 100	HID	Sept.–April	16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, kürzerer Zuchtzyklus.
Gurken	Keimpflanzen und Jungpflanzen	25 – 40	HID	Okt.–März	16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, kürzerer Zuchtzyklus.
Salat	Saatproduktion	280 – 380	HID	Winter	16 Stunden	Verkürzung der Anbauzeit, 4 bis 5 Mal.
	Keimpflanzen und Jungpflanzen	150	HID/TL	Winter	16 Stunden (Treibhäuser)	Förderung des vegetativen Wachstums, kürzerer Zuchtzyklus.
	Kopfsalat-Produktion	45 – 60	HID	Winter	16 Stunden (Gewächshäuser)	Förderung des vegetativen Wachstums, kürzerer Zuchtzyklus.
Erdbeeren	Fruchtansatz	1,5 – 2	einschl.	Jan.–Feb.	15 Min. pro Stunde, 2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ oder 8 pro Nacht durchgehend 1,5 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	Frühere Blüte, größere und bessere Fruchtproduktion.

Tomaten	Jungpflanzen	45 – 55	HID	Okt.– Feb.	14 – 16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, Verkürzung der Anbauzeit (2 Wochen), höherer und besserer Fruchtertrag.
	Fruchtproduktion	150	HID	Winter	14 – 16 Stunden	
Tomaten	Keimpflanzen und Jungpflanzen	300 – 380	TL/HPI	Winter	16 Stunden (ohne Tageslicht)	Produktion in Treibhäusern

Fruit and vegetables

Plant species		Required PPFD $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	Lamp type	Annual irradiance-period	Irradiance time per day (incl. daylight)	Purpose and method
Aubergines	seedlings	80 – 160	TL/HPI	year round	16 – 18 hrs (without daylight)	Seedling production in growing rooms.
	young plants	40 – 50	HID	winter	14 – 16 hrs	Improving vegetative growth, harvest advancement.
Beans (french)	young plants	55	HID	Oct.– Febr.	16 hrs	Improving vegetative growth, harvest advancement, more production.
Beet (various)	seedlings and young plants	65 – 100	HID	Sept.– April	16 hrs	Improving vegetative growth, shorter culture time.
Cucumbers	seedlings and young plants	25 – 40	HID	Oct.– March	16 hrs	Improving vegetative growth, shorter culture time.
Lettuce	seed production	280 – 380	HID	winter	16 hrs	Speeding up of culture tim.
	seedlings and young plants	150	HID/TL	winter	16 hrs (growing rooms)	Improving vegetative growth, shorter culture time.
	crop production	45 – 60	HID	winter	16 hrs (green-houses)	Improving vegetative growth, shorter culture time.

Strawberries	fruit production	1,5 – 2	inc.	Jan. – Febr.	15 min. per hr 2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ oder 8 hrs per night continuously 1,5 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	Flower advancement, more and better fruit production.
Tomatoes	young plants	45 – 55	HID	Oct. – Febr.	14 – 16 hrs	Improving vegetative growth, shorter culture time (2 weeks), more and better fruit production.
	fruit productions	150	HID	winter	14 – 16 hrs	
Tomatoes	seedlings and young plants	300 – 380	HID/TL TL/HPI	winter	16 hrs (without daylight)	Production in growing rooms.

Schnittblumen und Topfpflanzen

Pflanzensorte		Empfohlener PPFD-Wert in $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	Lampentyp	Beleuchtungsperiode	Beleuchtungsdauer pro Tag	Ziel und Methode
Krullfarn	Topfpflanzen	40	HID	Winter	16 – 18 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums.
Alstroemeria	Schnittblumen	1,5	einschl.	Mitte Jan.-Febr.	10 Min. pro halbe Stunde	Frühere Blüte
		40 – 50	HID	Jan.- März	14 Stunden	Frühere Blüte, bessere Qualität, größere Produktion
Anthirrhinum (Löwenmaul)	Keimpflanzen	25 – 40	HID	Winter	14 – 16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums und frühere Blüte von ± 4 Wochen.
Apehlandra	Keimpflanzen	100	TL	Winter	18 – 20 Stunden	Die Zucht von Keimpflanzen in Anbaukammern.
		5	TL	Winter	14 – 16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums und frühere Blüte.

Aster (Chinesische Aster)	Jungpflanzen	40 – 50	HID	Jan.- März	16 Stunden, im Anschluss an kurze Tage	Förderung des vegetativen Wachstums und frühere Blüte. Kurze Tage nach dem Sichtbarwerden der Knospen.
Aster	Schnittblumen	40 – 50	HID	Winter	16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, frühere Blüte.
Asplenium-nidus	Topfpflanzen	40	HID	Winter	16 – 18 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, kürzerer Zuchtzyklus.
Beetpflanzen	Keimpflanzen Jungpflanzen	40 – 65	HID	Jan.- März	16 Stunden	Zucht von Keimpflanzen, Förderung des vegetativen Wachstums und frühere Blüte in Gewächshäusern und Treibkammern.
Begonien	Mutterpflanzen	45 – 55	HID	Winter	16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums.
Elatior	Stecklinge und	1,5	TL	Winter	16 Stunden	Frühere Blüte
Lorraine Rex Rieger	Topfpflanzen	45 – 55	HID	Winter	16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, kürzerer Zuchtzyklus.
Bromelia: Achmea Guzmania Neoregelia Vriesia:	Keimpflanzen und Jungpflanzen	40 – 45	HID	Sept.–April	16 – 18 Stunden	Zucht von Keimpflanzen, Förderung des vegetativen Wachstums, kürzerer Zuchtzyklus.
Blumenzwiebel: Tulpe Hyazinthe Narzisse Krokus	Blumenzwiebel	25 – 40	TL/HPI	Dez.–Feb.	12 Stunden ohne Tageslicht	Erbblühen.
Kakteen	Keimpflanzen und Jungpflanzen	85 – 110	HID	Sept.–April	16 – 18 Stunden	Zucht von Keimpflanzen, Förderung des vegetativen Wachstums, kürzerer Zuchtzyklus.

Calceolaria Hybriden (Pantoffel- pflanzen)	Topf- pflanzen	4	TL	Mitte Nov.– Mitte März	16 – 24 Stunden	Frühere Blüte
		40 – 50	HID	Mitte Nov.– Mitte März	16 – 18 Stunden	Frühere Blüte und Qualitäts- verbesserung.
Carmellia Japonica	Jung- pflanzen	45 – 55	HID	Sept.–April	16 Stunden	Frühere Blüte und Qualitäts- verbesserung.
Campanula Isophylla (Stern von Bethle- hem)	Topf- pflanzen	40 – 50	TL/HID	Jan. –März	16 Stunden	Frühere Blüte und Qualitäts- verbesserung.
Chrysan- theme	Mutter- pflanzen	40	HID	Sept.–April	18–20 Std. fotoperio- dische Beleuch- tung)	Förderung des vege- tativen Wachstums für hochwertige Stecklinge.
	Stecklinge	40 – 45	HID	Sept.–April	18–20 Std. (einschl. fotoperio- dische Be- leuchtung)	Förderung des vege- tativen Wachstums für hochwertige Stecklinge.
	Schnitt- blumen	40 – 50	HID	ganzjährig	18–20 Std., später 12 Std. fotope- riodische Beleuch- tung)	Förderung des vegetativen Wachstums, frühere Blüte und Qualitäts- verbesserung.
	Topf- pflanzen	40 – 45	HID	Sept.–April	18–20 Std. (einschl. fotoperio- dische Be- leuchtung)	Förderung des vege- tativen Wachstums, kürzerer Zuchtzyklus.
Cineraria	Topf- pflanzen	6	TL	Ab Mitte Jan.	18 Stunden	Nach Knospen- bildung, um 2 bis 4 Wochen frühere Blüte.
Coleus Hybriden (Zierbrenn- nessel)	Topf- pflanzen	40	HID	Winter	16 Stunden	Förderung des vege- tativen Wachstums.
Columnea	Topf- pflanzen	25 – 40	HID	Winter	16 – 18 Stunden	Förderung des vegetativen Wachs- tums, Vermehrung und frühere Blüte.



Cordyline	Topfpflanzen	40 – 50	HID	Winter	18 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, gute Farbqualität.
Croton	Topfpflanzen	40 – 50	HID	Winter	16 – 18 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, gute Farbqualität.
Cyclamen persicum	Keimpflanzen und Topfpflanzen	40 – 55	HID	Nov.-Feb.	18 Stunden	Zucht von Keimpflanzen und Förderung des vegetativen Wachstums.
Dahlien	Schnittblumen	1,5	TL	Winter	2 Stunden nachts	Frühere Blüte
Dianthus (Nelke)	Mutterpflanzen	40 – 50	HID	Sept.–April	14 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums für hochwertige Stecklinge.
	Stecklinge	40	HID	Sept.–April	14 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, kürzerer Zuchtzyklus, Stimulieren der Wurzelbildung.
	Schnittblumen	1,5 – 2	einschl.	Sept.–April	16 – 24 Stunden	Frühere Blüte
Dianthus barbatus	Schnittblumen	40 – 50	HID	Winter	16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums und frühere Blüte.
Euphorbia fulgens	Schnittblumen	1,5	einschl.	Aug. –Jan.	3 Stunden nachts	Förderung des vegetativen Wachstums, Anbau das ganze Jahr.
Pulcherrima (Poinsettia; Weihnachtsstern)	Topfpflanzen	1,5	einschl.	Okt. Dauer 2 – 3 Wochen	2 – 3 Std. nachts	Verzögerung der Knospenbildung bis Weihnachten.
Milli (=Splendens; Christusdorn)	Topfpflanzen	5	TL	Okt.–April	16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, ganzjähriger Anbau.
Ficus	Topfpflanzen	40 – 50	HID	Winter	16 – 18 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums.



Holzartige (Stauden)	Keimpflanzen und Stecklinge	55	HID	Aug.– März	16 – 20 Stunden	Zucht von Keimpflanzen und Wurzelformung von Stecklingen, Wachstumsbeschleunigung
... und Bäume)	Jungbäume	65 – 100	HID	Aug.– März	16 – 20 Stunden	Auftreten von verzögerter Keimbildung; Wachstumsbeschleunigung
Fresien	Schnittblumen	40 – 50	HID	Winter	16 – 20 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, frühere Blüte, mehr Blumen von besserer Qualität
Fuchsia Hybriden	Topfpflanzen	6	TL	Sept.– Okt.	4 Stunden nachts	Frühere Blüte.
Gerbera	Jungpflanzen	55	HID	Winter	16 Stunden	Wurzelbildung bei Jungpflanzen, Förderung des vegetativen Wachstums, kürzerer Zuchtzyklus.
Gesnera	Keimpflanzen	40 – 50	HID	Nov.– Feb.	18 – 20 Stunden	Zucht von Keimpflanzen, Förderung des vegetativen Wachstums.
Gladiolen	Schnittblumen	50 – 65	HID	Jan.– März	16 Stunden	Frühere Blüte, Förderung des vegetativen Wachstums.
Gypsophylia (Schleierkraut)	Schnittblumen	55 – 75	HID	Winter	16 – 20 Stunden	Frühere Blüte, Förderung des vegetativen Wachstums.
		1,5	einschl.			Frühere Blüte, Förderung des vegetativen Wachstums.
Hedera	Topfpflanzen, Mutterpflanzen, Stecklinge	40 – 50	HID	Winter	16 – 18 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums.
Hydrangea macrophylla (Hortensien)	Topfpflanzen	40 – 55	HID	Ab Dez.	16 – 18 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums.

Hypoestes taeniata	Topfpflanzen	40 – 50	HID	Winter	16 – 18 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, gute Farbqualität.
Ixia	Schnittblumen	40 – 50	HID	Winter	16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, frühere Blüte.
Kalanchoe blossfeldiana	Mutterpflanzen u. Stecklinge, Topfpflanzen	40 – 50	TL/HID	Jan.- März	18 – 20 Stunden	Verzögerte Knospenbildung, Förderung des vegetativen Wachstums, kürzerer Zuchtzyklus.
Kalanchoe blossfeldiana	Topfpflanzen	35 – 50	HID	Winter	18 – 20 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, kürzerer Zuchtzyklus.
Liatriis	Schnittblumen	40 – 55	HID	Winter	16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, frühere Blüte.
Lilium longiflorum (Trompetenlilie)	Schnittblumen	35 – 45	HID	Winter	16 – 24 Stunden	Knospenabfall möglich, Förderung des vegetativen Wachstums.
Lilium M.C. Hybrid Enchantment	Schnittblumen	50 – 65	HID	nach 6 Wochen, Beleuchtung für 4 Wochen fortsetzen.	24 Std. in 4 Wochen	Nach Knospenbildung, Förderung des Blühens und vegetativen Wachstums, kürzere Anbauzeit.
Lisianthus	Schnittblumen	50 – 60	HID	Winter	16 – 18 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, kürzere Anbauzeit und frühere Blüte.
Lilium speciosum	Schnittblumen	1,5 – 2,5	einschl.	Winter	16 Stunden	Frühere Blüte.
Oriental		1,5	PL			Frühere Blüte.
Matthiola incana (Veilchen)	Schnittblumen	40 – 50	HID	Winter	16 – 24 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, frühere Blüte.
Matricaria	Schnittblumen	40 – 50	HID	Winter	16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, frühere Blüte.
Nephrolepis	Topfpflanzen, Mutterpflanzen	35 – 45	HID	Winter	16 – 18 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums.

Orchis (Orchidee): Cattleya Cymbidium Cyperidium Odontoglossum Paphiopedilum Phalaenopsis	Keimpflanzen und Jungpflanzen	45 – 60	HID	Sept.-April	16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, frühere Blüte und hochqualitative Blumen.
Grüne Zierpflanzen	Setzlinge und Jungpflanzen	40 – 55	HID	Winter	16 – 18 Stunden	Bewurzelung von Stecklingen, Förderung des vegetativen Wachstums.
Pelargonium (Geranie)	Mutterpflanzen	45 – 60	HID	Winter	16 – 18 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums.
	Stecklinge	60	HID	Winter	16 – 18 Stunden	Wurzelbildung von Stecklingen, bessere Qualität von Jungpflanzen, kürzere Zuchtzeit.
Rosa hybrida	Topfpflanzen	45 – 60	HID	Winter	18 – 20 Stunden	Hoher Ertrag, Förderung des vegetativen Wachstums, kräftigere Pflanzen.
Rosa hybrida	Schnittblumen	60 – 100	HID	Winter	18 – 20 Stunden	
Saintpaulia ionantha (Usambaraveilchen)	Mutterpflanzen, Stecklinge und	40 – 50	HID	Winter	16 – 18 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums für die Zucht von hochwertigen Stecklingen, frühere Blüte, kürzere Zuchtzeit.
	Topfpflanzen	30 – 40	HID		16 – 18 Stunden	
Saxifraga Cotyledon pyramidalis (Mutterpflanze)	Topfpflanzen	2	einschl.	3 Wochen ab Mitte Februar	3–4 Stunden (Unterbrechung nachts)	Frühere Blüte, 3-4 Wochen.
Sinningia (Gloxinie)	Keimpflanzen und jungpflanzen	45 – 55	HID	Nov. - Feb.	16 Stunden	Zucht von Keimpflanzen, Förderung des vegetativen Wachstums, frühere Blüte.
Spathyphyllum	Topfpflanzen	40	HID	Winter	16 Stunden	Förderung des vegetativen Wachstums, frühere Blüte.



Succu- lenten	Keimpflan- zen und Jung- pflanzen	55 – 80	HID	Winter	16–18 Stunden	Züchten von Setz- lingen, Förderung des vegetativen Wachstums.
Trachelium	Schnitt blumen-	45 – 60	HID	Winter	16–18 Stunden	Förderung des vege- tativen Wachstums, kürzere Anbauzeit, frühere Blüte.

Cut flowers and potplants

Plant species		Required PPF μmol/m²s	Lamp type	Annual irradiance- period	Irradiance time per day (incl. daylight)	Purpose and method
Adiantum	potplants	40	HID	winter	16 – 18 hrs	Improving vegetative growth.
Alstroe- meria	cut flowers	1,5	inc.	mid Jan.- Febr.	10 min. per half hr	flower advancement
		40 – 50	HID	Jan.- March	14 hrs	flower advance- ment, better quality, increased production
Anthir- rhinum	seedlings	25 – 40	HID	winter	14 – 16 hrs	Improving vegetative growth and flower advancement, approx. 4 weeks
Aphe- landra	seedlings, young plants	100	TL	winter	18 – 20 hrs	Raising seedlings in growing rooms.
		5	TL	winter	14 – 16 hrs	Improving vegetative growth and flower advancement.
Aster	young plants	40 – 50	HID	Jan.- March	16 hrs, followed by short days	Improving vegetative growth and flower advancement, short days after buds become visible
Aster	cut flowers	40 – 50	HID	winter	16 hrs	Improving vege- tative growth, earlier flowering.
Asplenium- nidus	potplants	40	HID	winter	16 – 18 hrs	Improving vegetative growth, shorter culture time

Bedding plants	seedlings and young plants	40 – 65	HID	Jan.– March	16 hrs	Raising seedlings, improving vegetative growth and flower advancement in greenhouses and growing rooms.
Begonia:	stockplants	45 – 55	HID	winter	16 hrs	Improving vegetative growth.
Elatior	cuttings	1,5	TL	winter	16 hrs	Flower deferment.
Lorraine, Rex, Rieger,	potplants	45 – 55	HID	winter	16 hrs	Improving vegetative growth, shorter culture time
Bromelia: Achmea Guzmania Neoregelia Vriesia:	seedlings and young plants	40 – 45	HID	Sept.– April	16–18 hrs	Raising seedlings, improving vegetative growth, shorter culture time
Bulbs: Tulipa Hyacinthus Narcissus (daffodil) Crocus bulbs	bollen	25 – 40	TL/HPI TL/HID	Dec.– Febr.	12 hrs without daylight	Flower forcing.
Cactaceae	seedlings and young plants	85 – 110	HID	Sept. – April	16 – 18 hrs	Raising seedlings, improving vegetative growth, shorter culture time.
Calceolaria hybriden	potplants	4	TL	mid Nov. – mid March	16 – 24 hrs	Flower advancement.
		40 – 50	HID	mid Nov. – mid March	16 – 18 hrs	Flower advancement, quality improvement.
Carmellia Japonica	young plants	45 – 55	HID	Sept. – April	16 hrs	Improving quality, Flower advancement.
Campanula Isophylla	potplants	40 – 50	TL/HID	Jan. – March	16 hrs	Flower advancement, better quality.



Chrysan- theme	stockplants	40	HID	Sept.– April	18 – 20 hrs. (incl. photo- periodic lighting)	Improving vegetative growth for good quality cuttings.
	cuttings	40 – 45	HID	Sept.– April	18 – 20 hrs. (incl. photo- periodic lighting)	Improving vegetative growth for good quality cuttings.
	cut flowers	40 – 50	HID	year round	18 – 20 hrs. (incl. photo- periodic lighting)	Improving vegetative growth, flower advancement, improving quality.
	potplants	40 – 45	HID	Sept.– April	18 – 20 hrs. (incl. photo- periodic lighting)	Improving vegetati- ve growth, shorter culture time.
Cineraria	potplants	6	TL	from mid Jan.	18 hrs	After bud formation a flower advance- ment of 2-4 weeks is obtained.
Coleus Hybriden	potplants	40	HID	winter	16 hrs	Improving vege- tative growth.
Columnea	potplants	25 – 40	HID	winter	16 – 18 hrs	Improving vegetative growth, more and earlier flowering.
Cordylina	potplants	40 – 50	HID	winter	18 hrs	Improving vegeta- tive growth, good colour quality.
Croton	potplants	40 – 50	HID	winter	16 – 18 hrs	Improving vegeta- tive growth, good colour quality.
Cyclamen persicum	seedlings and pot- plants	40 – 55	HID	Nov.– Feb.	18 hrs	Raising seedlings, improving vege- tative growth.
Dahlia	cut flowers	1,5	TL	winter	2 hrs during night	Flower advancement.



Dianthus (carnation)	stock-plants	40 – 50	HID	Sept. – April	14 hrs	Improving vegetative growth for good quality cuttings.
	cuttings	40	HID	Sept. – April	14 hrs	Improving vegetative growth and shorter culture time, rooting of cuttings.
	cut flowers	1,5 – 2	inc.	Sept. – April	16 – 24 hrs	Flower advancement.
Dianthus barbatus	cut flowers	40 – 50	HID	winter	16 hrs	Improving vegetative growth, flower advancement.
Euphorbia: fulgens	cut flowers	1,5	inc.	Aug. – Jan.	3 hrs during night	Improving vegetative growth, year round culture.
Pulcher- rima (Poinsettia)	potplants	1,5	inc.	Oct. during 2 – 3 weeks	2 – 3 hrs during night	Deferring bud formation till Christmas.
Milli (=Splendens)	potplants	5	TL	Oct. – April	16 hrs	Improving vegetative growth, year round culture.
Ficus	potplants	40 – 50	HID	winter	16 – 18 hrs	Improving vegetative growth.
Forestry products (shrubs...	seedlings and cuttings	55	HID	Aug. – March	16 – 20 hrs	Raising seedlings and rooting of cuttings, speeding up growth.
... and trees)	young trees	65 – 100	HID	Aug. – March	16 – 20 hrs	Prevention of dormancy, speeding up growth.
Freesia	cut flowers	40 – 50	HID	winter	16 – 20 hrs	Improving vegetative growth, flower advancement, more and better quality flowers
Fuchsia hybrida	potplants	6	TL	Sept.-Oct.	4 hrs during night	Flower advancement.
Gerbera	young plants	55	HID	winter	16 hrs	Rooting of young plants, improving vegetative growth, shorter culture time.
Gesnera	seedlings	40 – 50	HID	Nov. – Febr.	18 – 20 hrs	Raising seedlings, improving vegetative growth.

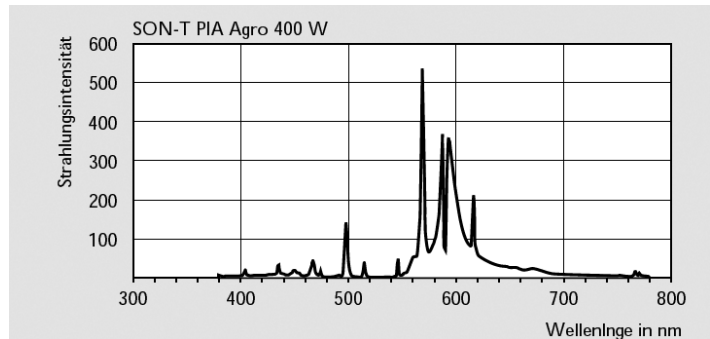


Gladiolus	cut flowers	50 – 65	HID	Jan. – March	16 hrs	Improving vegetative growth, flower advancement.
Gypsophylia	cut flowers	55 – 75	HID	winter	16 – 20 hrs	Improving vegetative growth, flower advancement.
		1,5	inc.			
Hedera	potplants, stock-plants, cuttings	40 – 50	HID	winter	16 – 18 hrs	Improving vegetative growth.
Hydrangea macrophylla (hortensia)	potplants	40 – 55	HID	from Dec.	16 – 18 hrs	Improving vegetative growth.
Hypoestes taeniata	potplants	40 – 50	HID	winter	16 – 18 hrs	Improving vegetative growth, good colour quality.
Ixia	cut flowers	40 – 50	HID	winter	16 hrs	Improving vegetative growth, flower advancement.
Kalanchoe blossfeldiana	stock-plants and cuttings, potplants	40 – 50	TL/HID	Jan. – March	18 – 20 hrs	Deferring bud formation, improving vegetative growth, shorter culture time
Kalanchoe blossfeldiana	potplants	35 – 50	HID	winter	18 – 20 hrs	Improving vegetative growth, shorter culture time
Liatriis	cut flowers	40 – 55	HID	winter	16 hrs	Improving vegetative growth, flower advancement.
Lilium longiflorum	cut flowers	35 – 45	HID	winter	16 – 24 hrs	Prevention of bud abscission, improving vegetative growth.
Lilium M.C. hybriden Enchantment	cut flowers	50 – 65	HID	after 6 weeks continuous lighting during 4 weeks	24 hrs during 4 weeks	After bud formation continuous flowering and vegetative growth are improved. Shorter culture time
Lisianthus	cut flowers	50 – 60	HID	winter	16 – 18 hrs	Improving vegetative growth, shorter culture time, flower advancement.

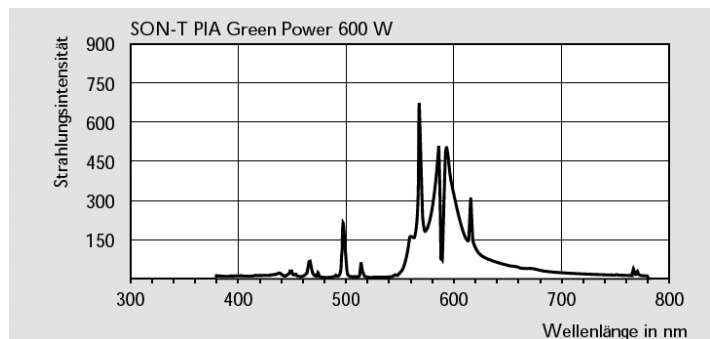
Lilium speciosum	cut flowers	1,5 – 2,5	inc.	winter	16 hrs	Flower advancement.
Oriental		1,5	PL			Flower advancement.
Matthiola incana (stock)	cut flowers	40 – 50	HID	winter	16 – 24 hrs	Improving vegetative growth, flower advancement, shorter culture time.
Matricaria	cut flowers	40 – 50	HID	winter	16 hrs	Improving vegetative growth, flower advancement.
Nephrolepis	potplants, stockplants	35 – 45	HID	winter	16 – 18 hrs	Improving vegetative growth.
Orchis: Cattleya Cymbidium Cyperidium Odontoglossum Paphiopedilum Phalaenopsis	seedlings and cuttings	45 – 60	HID	Sept.-April	16 hrs	Improving vegetative growth, flower advancement, high quality flowers
Ornamental green plants	cuttings and young plants	40 – 55	HID	winter	16 – 18 hrs	Rooting of cuttings, improving vegetative growth
Pelargonium	stockplants	45 – 60	HID	winter	16 – 18 Stunden	Improving vegetative growth.
	cuttings	60	HID	winter	16 – 18 hrs	Rooting of cuttings, better quality of young plants, shorter culture time
Rosa hybrida	potplants	45 – 60	HID	winter	18 – 20 hrs	High yields, improvement vegetative growth, stronger plants
Rosa hybrida	cut flowers	60 – 100	HID	winter	18 – 20 hrs	High yields of good quality flowers.
Saintpaulia ionantha	stockplants, cuttings	40 – 50	HID	Winter	16 – 18 hrs	Improving vegetative growth for production of high quality cuttings, flower advancement, shorter culture time.
	potplants	30 – 40	HID		16 – 18 hrs	

Saxifraga Cotyledon pyrami- dalis	potplants	2	inc.	3 weeks from mid Febr.	3 – 4 hrs (night- break)	Flower advance- ment, 3-4 weeks.
Sinningia (gloxinia)	seedlings and young plants	45 – 55	HID	Nov. - Febr.	16 hrs	Raising seedlings, improving vegeta- tive growth, flower advancement.
Spathy- phyllium	potplants	40	HID	winter	16 hrs	Improving vege- tative growth, earlier flowering.
Succu- lenten	seedlings and young plants	55 – 80	HID	winter	16 – 18 hrs	Raising seedlings, improving vege- tative growth
Trachelium	cut flowers	45 – 60	HID	winter	16 – 18 hrs	Improving vegetati- ve growth, shorter culture time and flower advancement.

Abb. 6 / Fig. 6:
Beispiele für spektrale Verteilung von Licht bei Lampen für Gewächshäuser /
Examples of spectral distribution of light for greenhouse lamps



Spektrale Strahlungsdichteverteilung / Spectral radiation density allocation



Quellenangabe/Source: Philips 2006[®]

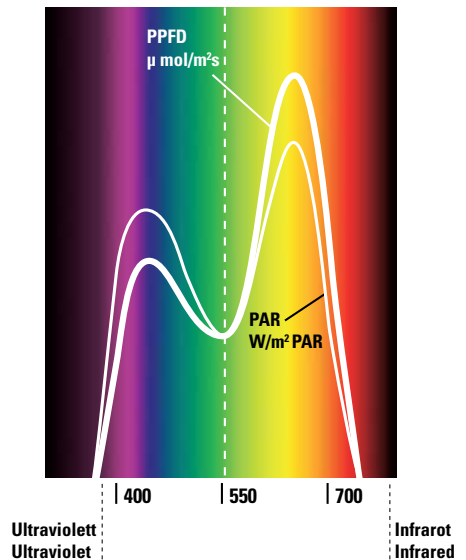
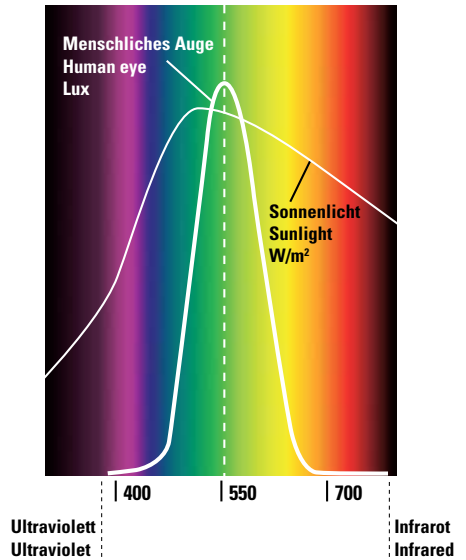


Abb. 1 / Fig. 1:
Bewertung des Lichtes nach der Wellenlänge
(informative Darstellung)

An assessment of light according to wavelengths

Technische Änderungen vorbehalten
Vervielfältigung auch nur auszugsweise ohne Genehmigung
von PRONOVA verboten.

Subject to technical modifications
Reproduction of this document or its content is not allowed
without permission of PRONOVA