



Bepflanzte Wände, auch Green Walls genannt, schaffen eine angenehme Atmosphäre und verbessern das Raumklima. In Innenräumen spielt der Faktor Licht eine ganz entscheidende Rolle, damit Pflanzen gesund bleiben und gedeihen können. Hier erfahren Sie, worauf Sie bei der Lichtplanung und der Beleuchtung einer Pflanzenwand auf jeden Fall achten sollten, damit eine attraktive und nachhaltige Inszenierung der sogenannten „lebendigen Wände“ gelingt.

Lichtspektrum	4
Beleuchtungsstärke und Belichtung	5
Lichtverteilung	6
Leuchtenanordnung	7
Leuchten	8
Fachbegriffe	9
Checkliste	11
Berechnung	12
Beispiel	13
Passende Leuchten	14
Literaturnachweise	15

Leistungsstarke Wandfluter setzen die Greenwall im Foyer der Bank of China in Sydney eindrucksvoll in Szene und lassen die Pflanzen gesund leben.



Pflanzenwände werden auch Green Walls oder vertikale Gärten genannt. Architekten und Innenarchitekten setzen Pflanzenwände ein, um nicht nur das Wohlbefinden zu fördern, sondern auch in Innenräumen die Qualität der Luft zu verbessern, die Temperatur zu reduzieren und Geräusche zu absorbieren. Daher finden wir lebendige Wände heute immer häufiger in Foyers, Atrien, Büros, Shops oder Restaurants als Baustein nachhaltiger Architektur. Damit diese lebendigen Hingucker optimal gedeihen können, ist die richtige Beleuchtung und Helligkeit wichtig.

Da sich die Beleuchtungskriterien bei Pflanzenwänden den allgemein gültigen Normen in der Architekturbeleuchtung grundlegend unterscheiden, gilt es, bei der Planung die speziellen Anforderungen der Pflanzen zu berücksichtigen, denn nur bei richtigem Licht bleibt die attraktive grüne Wand auf Dauer bestehen.

Diese Broschüre enthält die aktuellsten Informationen und bietet Antworten auf die häufigsten Fragen im Umgang mit den grünen Wänden. Die Quellen für weitere Recherchen finden Sie auf Seite 15.

## Lichtspektrum

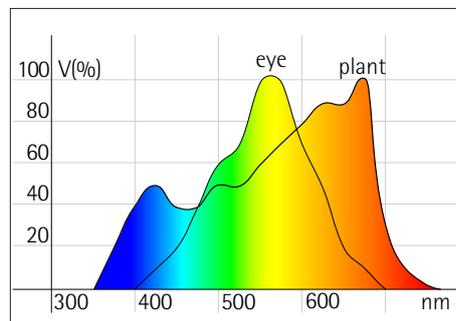
**Welches Licht benötigen Pflanzen in Pflanzenwänden?**

Pflanzen benötigen Licht für die Photosynthese. Das Licht wird vom Chlorophyll in den Blättern absorbiert und in chemische Energie umgewandelt. Für die Photosynthese nutzen die Pflanzen lediglich den blauen und roten Anteil des Lichts. Der grüne Bereich des Lichtspektrums ist für das Pflanzenwachstum nicht wichtig. Er wird reflektiert – das ist der Grund dafür, dass die Blätter der Pflanzen eine grüne Farbe haben.

Da im Gewächshaus im Allgemeinen keine Notwendigkeit für eine gute Farbwiedergabe besteht, ist kein grünes Spektrum erforderlich. Die Agrarwirtschaft setzt daher in Gewächshäusern vor allem Lampen mit roter und blauer Spektralverteilung ein. Ihr Ziel ist ein schnelles Pflanzenwachstum und niedrige Energiekosten. Für einen natürlichen Eindruck von Pflanzenwänden in der Architektur ist jedoch eine gute Farbwiedergabe mit grünem Anteil im Spektrum unverzichtbar, wenngleich dieses nicht zum Wachstum der Pflanzen beiträgt. (Egea et al. 2014; Zielinska-Dabkowska et al. 2019). Aus diesem Grund eignen sich insbesondere Architekturleuchten für die Beleuchtung von Greenwalls.

Zu beachten ist jedoch, dass die spektrale Empfindlichkeit von Pflanzen eine andere ist, als die des menschlichen Auges. Vergleichbar mit dem Lichtstrom in der Lichttechnik ist für die Beleuchtung von Pflanzen die photosynthetisch aktive Strahlung, kurz PAR.

Es gibt Lichtspektrale, die sich sowohl für die Beleuchtung von Architektur als auch für die von Pflanzenwänden eignen.



Spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges im Vergleich zu der von Pflanzen in Green Walls.

### Wie viel Licht brauchen Pflanzen?

Die Beleuchtung von Pflanzenwänden unterscheidet sich grundlegend von der Beleuchtung in Gewächshäusern. Gewächshäuser werden für ein intensives Wachstum und eine schnelle Ernte intensiv beleuchtet. Bei Pflanzenwänden hingegen steht die Raumwirkung und minimale Pflege für den Eigentümer im Vordergrund. Eine gut geplante und ausgewogene Beleuchtung von Pflanzenwänden erfüllt gleich zwei wichtige Kriterien. Zum einen dient sie der Gesunderhaltung der Pflanzen und zum anderen wird ein unerwünschtes, übermäßiges Wachstum vermieden.

Als Richtwert für die Beleuchtung von Pflanzenwänden mit tropischen Pflanzen empfiehlt sich ein DLI von 1,5 - 4 (Torres und Lopez 2008; Tazawa 1999). DLI steht für „Daily Light Integral“ (Tägliche Lichtmenge). Dieser Begriff beschreibt die Menge an Photonen, die im Laufe eines Tages auf die Pflanze auftreffen. Je nach Pflanze kann der Bedarf variieren. Schattenpflanzen, die häufig in Pflanzenwänden verwendet werden und beispielsweise in den Tropen am Boden wachsen, benötigen nur eine geringe Lichtintensität. Sonnenpflanzen haben dagegen einen wesentlich höheren Bedarf an Licht. Der DLI Wert von 1,5 sollte an keiner Stelle auf der Wand unterschritten werden. Ein DLI von 2 entspricht mit den passenden LEDs einer Beleuchtungsstärke von etwa 2500lx über zwölf Stunden auf der Blattoberfläche.

Für ein Pflanzenwand-Projekt lässt sich bei bekanntem Lichtspektrum die Tägliche Lichtmenge aus der Beleuchtungsstärke auf der Green Wall und der Beleuchtungsdauer errechnen. Die Beleuchtungsstärke muss dazu jedoch in die für Pflanzen relevante „Photonenstromdichte im photosynthetisch aktiven Strahlungsspektrum“, kurz PPFD (photosynthetic photon flux density), umgerechnet werden. Hierbei helfen Umrechnungstabellen des Leuchtenherstellers (siehe Seite 9). Diese

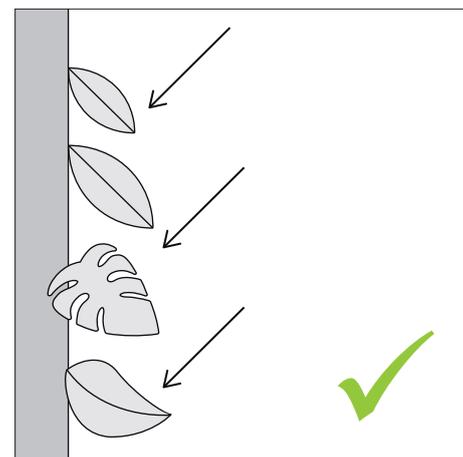
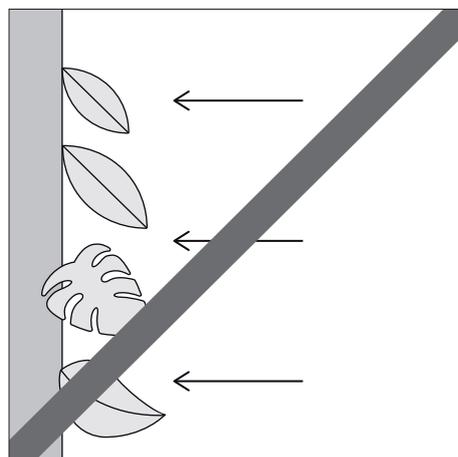
geben für eine Beleuchtungsstärke von 1000lx einen PPFD Wert in Abhängigkeit des verwendeten Spektrums an.

Die ERCO LED mit 3000K und Ra97 weist, zum Beispiel, einen PPFD Wert von 16,7 für 1000lx auf. Für eine Beleuchtungsstärke von 2500lx lässt sich der PPFD Wert entsprechend umrechnen und beträgt, mit dem Faktor 2,5 multipliziert, dann 41,75.

Da in Pflanzenwänden vorwiegend Pflanzen aus tropischen Regionen zum Einsatz kommen, hat sich eine Beleuchtungsdauer von zwölf Stunden für gutes Wachstum bewährt. Der Zeitraum sollte ohne Unterbrechung an einem Stück erfolgen, um eine Ähnlichkeit mit dem Tageslicht zu erzielen. Um über 12 Stunden einen optimalen DLI Wert zu erreichen, sollte der PPFD Wert für Pflanzenwände über 35 liegen. Dieser PPFD Wert ergibt sich aus der auf Seite 10 aufgeführten Formel (1) mit einem DLI Wert von 1,5 und einer Beleuchtungsdauer von 12 Stunden. Die Empfehlungen zur Beleuchtungsstärke verstehen sich als Richtwerte und sollten auf die jeweiligen Pflanzen im Projekt abgestimmt werden. Über eine Lichtsteuerung wie DALI oder Casambi Bluetooth lässt sich die Zeitsteuerung zudem automatisieren.

Im Gegensatz zur konventionellen Wandflutung, wo die Beleuchtungsstärke auf die vertikale Wand bezogen errechnet wird, wird bei Pflanzenwänden die Beleuchtungsstärke im rechten Winkel zur Blattoberfläche ermittelt. In Lichtberechnungsprogrammen lässt sich dieser Winkel für die Messebene entsprechend einstellen.

Bei Pflanzenwänden ist die Beleuchtungsstärke im rechten Winkel zur Blattoberfläche relevant. Für die Planung empfiehlt es sich, in einem Lichtsimulationsprogramm eine horizontale Berechnungslinie oder schmale Messfläche auf halber Höhe der Green Wall über die gesamte Länge der Pflanzenwand zu erstellen. Neigen Sie dann die Messfläche, um die Ausrichtung der Blätter zu berücksichtigen. Richten Sie dafür die Messpunkte auf den Mittelpunkt der Lichtaustrittsfläche der Leuchte aus, da sich Blätter zum Licht hin orientieren.





Eine adäquate Beleuchtung von Pflanzenwänden muss nicht immer nur im Innenbereich erforderlich sein. Beleuchtung im Außenraum ist ebenfalls nötig, wenn beispielsweise durch Brücken nicht ausreichend Licht für die Pflanzen zur Verfügung steht. In der George Street in Sydney bietet die grüne Wand einen attraktiven Blickfang in dem Bereich direkt unter der Brücke. Auch sie wird als alternative Lichtquelle zum Tageslicht künstlich beleuchtet.

### Welche Lichtverteilung ist für vertikale Gärten optimal?

Eine homogene Helligkeitsverteilung in der Vertikalen mit einer wallwash oder oval flood Lichtverteilung bietet die beste Voraussetzung für ein gleichmäßiges Wachsen der Pflanzen auf einer Green Wall (Egea et al. 2014). Die wallwash Lichtverteilung erzielt eine sehr gleichmäßige horizontale und vertikale Helligkeit auf der Pflanzenwand. Um eine ähnliche Wirkung mit der oval flood Lichtverteilung zu erhalten, ist die lange Achse vertikal auf der Green Wall ausrichten.

Die Lichtverteilungen konventioneller Downlights eignen sich nicht für Pflanzenwände, da Downlights das meiste Licht nach unten auf den Boden richten. Der obere Wandbereich der vertikalen Gärten wird dabei noch mit einer ausreichenden Lichtmenge versorgt, der untere Bereich jedoch erhält zu wenig Licht, sodass die Pflanzen verkümmern und schlimmstenfalls sogar absterben.

Strahler mit einer engen spot Lichtverteilung sind ebenfalls unvorteilhaft, da bei der engen Lichtverteilung im beleuchteten Bereich ein erhöhtes Wachstum der Pflanzen eintritt. In den umliegenden Zonen ist die Beleuchtung allerdings nicht ausreichend, folglich verkümmern die Pflanzen in diesem Bereich.

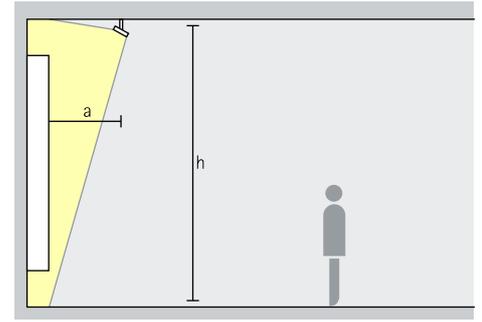
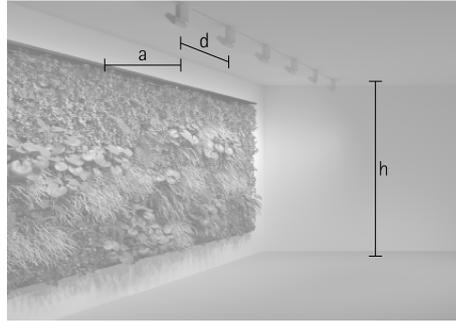


oben:  
Lichtverteilung mit  
wallwash Linse

unten:  
Lichtverteilung mit  
oval flood Linse

## Leuchtenanordnung

### Die optimale Leuchtenanordnung für Pflanzenwände



Für viele Wandfluter von ERCO liegt die ideale Anordnung bei einem Wandabstand von einem Drittel der Raumhöhe. Der Leuchtenabstand zwischen zwei Wandflutern entspricht dem Wandabstand. Bei einer Green Wall von 3 Metern Höhe beträgt der Leuchtenabstand untereinander somit 1 Meter. Der Wandabstand von einem Meter wird von der vorderen Ebene der Pflanzenwand inklusive der Pflanzen aus ermittelt; die dahinterliegende Rohbauwand dient in diesem Fall nicht zur Ermittlung des Wandabstandes.

Die Beleuchtung der Wand orientiert sich im Idealfall an den Gegebenheiten in der Natur: Um das natürliche Wachstum bestmöglich zu fördern, sollte die Beleuchtung daher von oben erfolgen (Egea et al. 2014). Deckeneinbau- oder -aufbauleuchten sowie Leuchten an der Stromschiene sind dafür perfekt geeignet. Licht von unten, zum Beispiel über Bodeneinbauleuchten, sollte vermieden werden, da sich die Blätter zum Licht hin ausrichten und das durch eine Beleuchtung von unten unnatürlich wirken würde.



## Leuchten

**Welche Leuchten eignen sich für Pflanzenwände?**

Leuchten mit einer wallwash Lichtverteilung, einer hohen Leistung und dem passenden Spektrum sind für Pflanzenwände die optimale Lichtlösung. Das Spektrum mit dem höchsten PPFD Wert ist bei ERCO die LED mit einer Lichtfarbe von 3000K und einer Farbwiedergabe von Ra97. Mit einem PPFD Wert von 16,7 bei 1000lx sorgt dieses Spektrum für ein optimales Pflanzenwachstum und ist gleichzeitig eine ideale Architekturbeleuchtung.

Optimal bedeutet in diesem Falle, dass die Pflanze gesund bleibt, das Wachstum aber nicht übermäßig gefördert wird. Auf diese Weise erhalten Sie eine natürliche Green Wall ohne erhöhten Pflegeaufwand.

Im Hinblick auf die Montageart bieten Deckeneinbauleuchten eine elegante, integrierte Lösung, aber auch Wandfluter für Stromschienen sind eine interessante Alternative, da sie eine höchstmögliche Flexibilität bieten. Stromschienen haben den Vorteil, dass sich weitere Leuchten einfach ergänzen lassen. Etwa für mehr Helligkeit auf der Pflanzenwand oder um weitere Objekte im Raum über Akzentbeleuchtung hervorzuheben. Stromschienen lassen sich als Einbau-, Aufbau- oder Pendelausführung einsetzen. Für den Außenraum eignen sich Scheinwerfer mit wallwash Lichtverteilung.

Bei kontrollierter Bewässerung der Green Wall und entsprechender Leuchtenanordnung sind im Innenraum keine Leuchten mit einer besonders hohen Schutzart wie IP44 oder IP54 erforderlich. Wenn keine weiteren Anforderungen für den Raum bestehen, ist die Schutzart IP20 allgemein ausreichend.



## Fachbegriffe

### Fachbegriffe für die Beleuchtung von Pflanzenwänden und was sie bedeuten

#### PAR

Der Teil des sichtbaren Spektrums, der für die Photosynthese von Pflanzen wichtig ist, wird photosynthetisch aktive Strahlung (Photosynthetically active radiation, kurz PAR) genannt. Der Peak der spektralen Empfindlichkeit von Pflanzen liegt im blauen und roten Teil des Spektrums. Die Beleuchtung in Gewächshäusern erfolgt daher oft mit einer Mischung von

blauen und roten LEDs, bei denen das Licht violett erscheint. Damit aber in der Architektur die bepflanzten Wände nicht in violetter, sondern in grüner Farbe wahrgenommen werden, muss eine Lichtquelle mit vollständigem Lichtspektrum genutzt werden – zum Beispiel die von ERCO eingesetzte LED mit 3000K und Ra 97.

#### PPF und PPFD

Der Photosynthetisch aktive Photonenfluss (photosynthetic photon flux), kurz PPF, ist die Anzahl der von einer Lichtquelle emittierten Photonen, die für die Photosynthese und die Produktion von Chlorophyll relevant sind. Er wird in  $\mu\text{mol/s}$  (Mikromol pro Sekunde) gemessen und entspricht der photometrischen Größe des Lichtstroms in Lumen (lm). Die Photosynthetische Photonflussdichte (photosynthetic photon flux density), kurz PPFD, gemessen in  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  auf der Messebene

entspricht der aus der Photometrie bekannten Beleuchtungsstärke, kurz E, in Lux (lx). Für ein bekanntes Spektrum einer Lichtquelle kann der PPFD Wert aus einer Tabelle abgelesen werden. Für die von ERCO verwendeten Hochleistungs-LEDs ist der PPFD Wert bei einer Beleuchtungsstärke von 1000 Lux für 3000K Ra97 maximal und eignet sich am besten für Pflanzenwände. Für 3000 Lux multipliziert man diesen Wert aus der Tabelle mit dem Faktor 3.

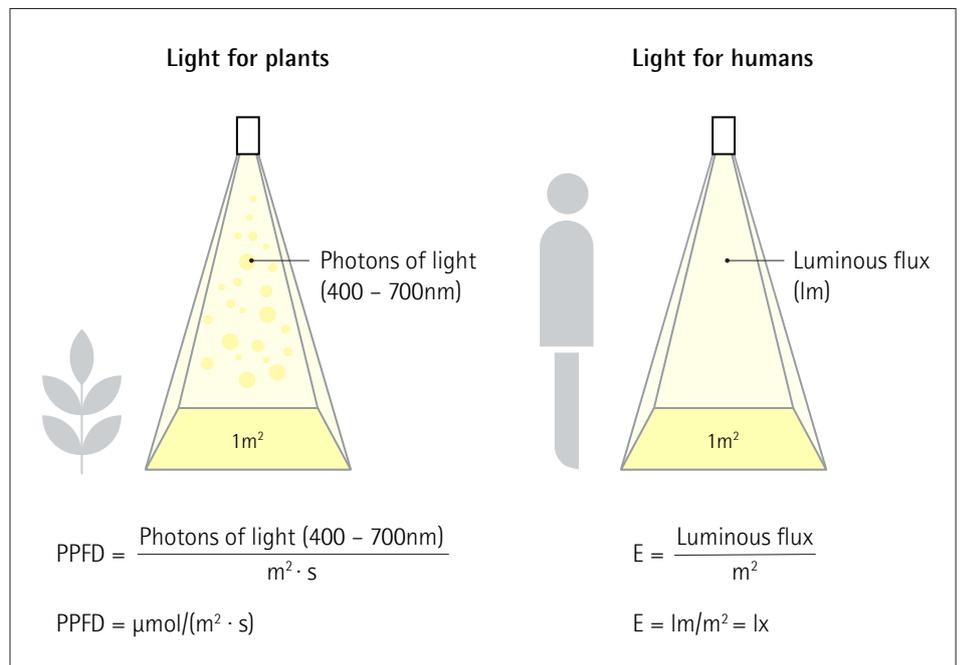
### Verschiedene LEDs bei ERCO mit PPFD Wert für 1000lx

#### High-power LEDs bei ERCO (Stand 2024)

Farbtemperatur	2700K	3000K	3000K	3500K	4000K
Farbwiedergabe	Ra 92	Ra 92	Ra 97	Ra 92	Ra 92
PPFD @ 1000lx	15,8	15,4	16,4	15,1	14,9

Die von der Lichtquelle ausgehende Strahlung wird bei Pflanzen als Photosynthetisch aktiver Photonenfluss, kurz PPF, (in Mikromol pro Sekunde) und in der Photometrie als Lichtstrom (in Lumen) erfasst. Dem PPFD Wert (Photosynthetische Photonflussdichte) bei der Beleuchtung von Pflanzen entspricht die Beleuchtungsstärke (E) in Lux beim menschlichen Sehen.

Grafik basierend auf Zielinska-Dablowska et al. 2019.



## Fachbegriffe

## DLI

**Daily Light Integral / Tägliche Lichtmenge**

Die Einheit, die für die Gesundheit einer bepflanzten Wand maßgeblich ist, bezeichnet man als Tägliche Lichtmenge. Sie beschreibt die Anzahl der Photonen, die im Laufe eines Tages auf die Pflanze auftreffen. Die Maßeinheit ist  $\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  (Mol pro Quadratmeter pro Tag). Mit der nachstehenden Formel können Sie die benötigte Tägliche Lichtmenge für Ihre grüne Wand ermitteln, wenn Ihnen der PPFD Wert Ihrer Beleuchtungsanlage bekannt ist.

Formel 1

$$\text{DLI} = \frac{\text{PPFD} \cdot \text{tägliche Beleuchtungsdauer} \cdot 3.600 \text{ s/h}}{1.000.000}$$

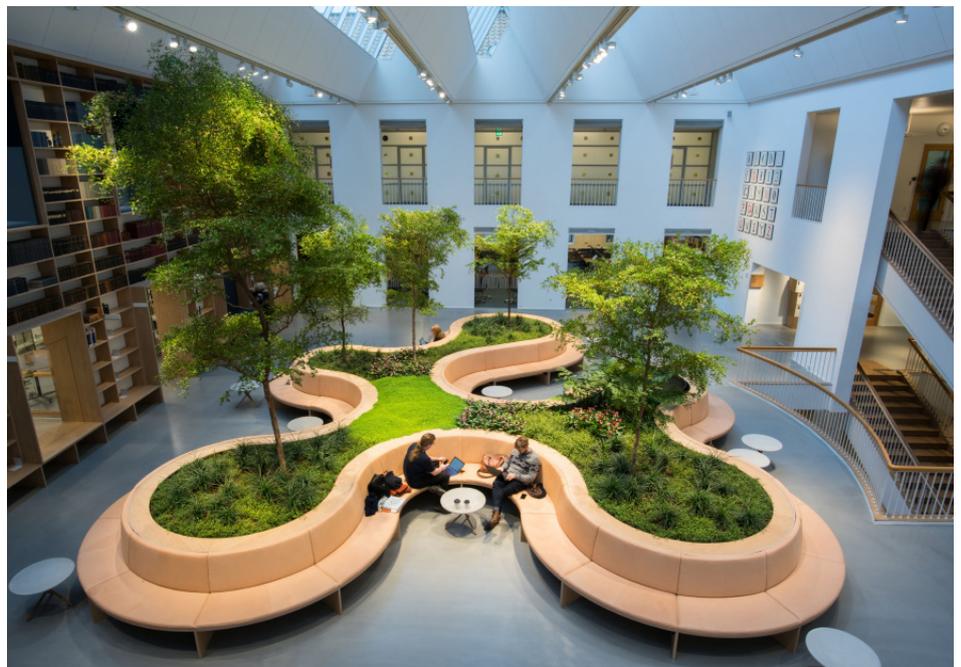
Beispiel:

Bei einer Beleuchtungsstärke von 3.000 lx mit dem Spektrum 3000K Ra 97 würden Sie einen PPFD von  $16,7 \cdot 3 = 50,1$  erhalten (siehe Tabelle Seite 8). Der Faktor 3.600 s/h dient der Umrechnung von Sekunden in Stunden. Der Divisor dient zur Umrechnung von Mikromol in Mol. Bei einer täglichen Beleuchtung von zwölf Stunden würde sich für die Green Wall folgender DLI Wert ergeben:

$$\text{DLI} = \frac{50,1 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}) \cdot 12 \text{ h/d} \cdot 3.600 \text{ s/h}}{1.000.000} = 2,2 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$$

Als Richtwert für die Beleuchtung von Pflanzenwänden mit tropischen Pflanzen empfehlen sich DLI Werte von 1,5 - 4 (Torres und Lopez 2008). Die geplante Beleuchtung liegt somit innerhalb dieses Bereichs.

In Atrien, wie hier in der Dänischen Königlichen Bibliothek in Aarhus, unterstützt künstliche Beleuchtung das gesunde Wachstum der Pflanzen. Die Optec Strahler von ERCO mit 3000K erzeugen dort eine Beleuchtungsstärke von 1500-2500lx.



## Checkliste

Checkliste für die Beleuchtung  
von Pflanzenwänden mit ERCO  
Leuchten

Die Empfehlungen zur Beleuchtung stellen Richtwerte dar und sollten auf die jeweiligen Pflanzen im Projekt abgestimmt werden.

- ✓ **Belichtung**  
Faustregel: zwölf Stunden am Stück täglich mit ca. 2500lx auf der Blattoberfläche (je nach Pflanzenart) für gesundes Wachstum
- ✓ **Spektrum**  
3000K Ra 97 für einen hohen PPFD Wert
- ✓ **Lichtverteilung**  
wallwash oder oval flood Lichtverteilung für gleichmäßiges Wachstum auf der Wand
- ✓ **Leuchtenanordnung**  
Faustregel: Wandabstand zur vorderen Ebene der Pflanzen von 1/3 der Wandhöhe.  
Leuchtenabstand gleich Wandabstand
- ✓ **Lichtrichtung**  
Licht von oben für natürliche Blattausrichtung
- ✓ **Lichtsteuerung**  
Zwölf Stundenintervall hell pro Tag

## Berechnung

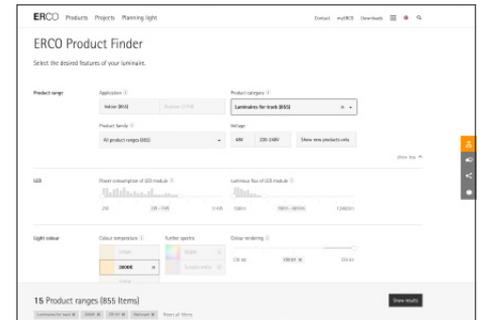
## In drei Schritten die Beleuchtung für eine Green Wall berechnen

Um eine Green Wall mit 3m Höhe und 5m Breite in einem 4m hohen Raum zu beleuchten, empfiehlt sich für Wandfluter in der Regel ein Wandabstand von 1m zur Vorderkante der Pflanzenwand bei einem Leuchtenabstand von 1m. Die vertikale Beleuchtungsstärke soll für dieses Fallbeispiel 2500lx betragen.

Bei ERCO lassen sich mit dem LED Spektrum 3000K Ra 97 die höchsten PPFD Werte erreichen. Mit Programmen zur Lichtsimulation wie Dialux, Relux, Agi32 oder 3dsMax kann man die erforderliche Leistung der Leuchten ermitteln und deren Anordnung überprüfen.

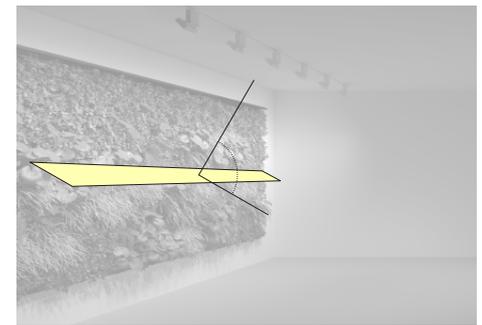
## 1. Beleuchtungsstärke bestimmen

- Informieren Sie sich über den spezifischen DLI Wert für die Pflanzen in Ihrer Green Wall.
- Bestimmen Sie die benötigte Beleuchtungsstärke anhand des DLI Wertes (s. Seite 10).
- Wählen Sie Leuchten mit passender Lichtverteilung und Leistungsklasse, zum Beispiel über den Product Finder auf [www.ercocom](http://www.ercocom).



## 2. Beleuchtungsstärke berechnen

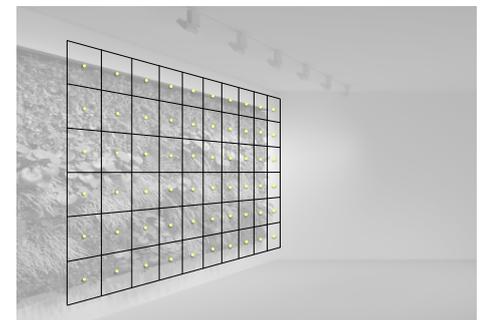
- Horizontale Berechnungslinie oder schmale Messfläche auf halber Höhe der Green Wall über die gesamte Länge der Green Wall konstruieren.
- Messfläche neigen, um die Ausrichtung der Blätter zu berücksichtigen. Messpunkte dazu auf den Mittelpunkt der Lichtaustrittsfläche der Leuchte ausrichten, da sich Blätter zur maximalen Beleuchtungsstärke hin orientieren.
- Zum Maximieren der Beleuchtungsstärke eine höhere Wattage der Leuchten oder einen geringeren Leuchtenabstand wählen, um den Zielwert zu erhalten.



Geneigte Messebene zum Ermitteln der Beleuchtungsstärke auf halber Höhe der Green Wall

## 3. Gleichmäßigkeit überprüfen

- Vertikale Berechnungsfläche mit einem Randbereich von 25cm vor der vorderen Fläche der Green Wall konstruieren.
- Vertikale Beleuchtungsstärke ermitteln und Gleichmäßigkeit mit minimaler zur mittleren Beleuchtungsstärke berechnen lassen.
- Für eine gleichmäßige Helligkeitsverteilung sollte dieser Wert größer oder gleich 0,4 sein.
- Zum Optimieren der Gleichmäßigkeit die Lichtverteilung prüfen, Abstand zwischen Leuchte und Green Wall vergrößern oder den Leuchtenabstand reduzieren.



Lichtberechnung für die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke auf einer Green Wall mittels Messebene für die vertikale Beleuchtungsstärke

## Beispiel

### Beleuchtung einer Green Wall mit Stella Wandflutern für Stromschienen

Stromschienen bieten eine flexible Infrastruktur, die sich insbesondere zur Beleuchtung nachträglich installierter Pflanzenwände im Bestand eignet. Darüber hinaus lassen sich auch weitere Leuchten für den Raum, wie zum Beispiel Strahler zur Akzentbeleuchtung, an der Stromschiene montieren.



#### Leuchte

Produktfamilie	Stella
Lichtverteilung	Wandfluter
Artikelnummer	42676
Anschlussleistung	70W
Lichtspektrum	3000K
Farbwiedergabeindex	Ra97
Leuchtenlichtstrom	3763lm

#### Lichtplanung

Wandabstand	1m
Leuchtenabstand	0,75m
Leuchtenanzahl	6
Mittlere Beleuchtungsstärke auf mittlerer Höhe der Green Wall (Ausrichtung Leuchtenhauptlichtachse)	2816lx
Mittlere Beleuchtungsstärke Ev	921lx
Min. Beleuchtungsstärke Ev	364lx
Max. Beleuchtungsstärke Ev	1708lx
Gleichmäßigkeit min/mittel	0,4

#### Photosynthetische Photonflussdichte

PPFD @ 1000lx	16,7 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$
PPFD (auf mittlerer Höhe)	43,8 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$

#### Tägliche Lichtmenge

Stunden pro Tag	12 h/d
DLI (auf mittlerer Höhe)	2 $\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$

## Passende Leuchten

Passende Leuchten zur Beleuchtung von Pflanzenwänden



**Parscan InTrack**  
[www.erco.com/parscan-intrack](http://www.erco.com/parscan-intrack)



**Eclipse InTrack**  
[www.erco.com/eclipse-intrack](http://www.erco.com/eclipse-intrack)



**Stella**  
[www.erco.com/stella](http://www.erco.com/stella)



**Optec**  
[www.erco.com/optec](http://www.erco.com/optec)



**Light Board**  
[www.erco.com/light-board](http://www.erco.com/light-board)



**Opton**  
[www.erco.com/opton](http://www.erco.com/opton)



**Gimbal Einbaustrahler**  
[www.erco.com/gimbal-e](http://www.erco.com/gimbal-e)



**Atrium Doppelfokus Deckeinbauleuchte**  
[www.erco.com/atrium-df](http://www.erco.com/atrium-df)

## Literaturnachweise

## Literatur

Egea G, Pérez-Urrestarazu L, González-Pérez J, Franco-Salas A, Fernández-Cañero R. 2014. Lighting systems evaluation for indoor living walls. *Urban For Urban Green*. 13:475–483.

Tazawa S. 1999. Effects of Various Radiant Sources on Plant Growth (Part 1). *Japan Agric Res Q*. 33:163–176.

Torres AP, Lopez RG. 2008. Commercial Greenhouse Production: Measuring Daily Light Integral in a Greenhouse. West Lafayette.

Zielinska-Dabkowska KM, Hartmann J, Sigillo C. 2019. LED Light Sources and Their Complex Set-Up for Visually and Biologically Effective Illumination for Ornamental Indoor Plants. *Sustainability*. 11:2642. doi:10.3390/su11092642.