

Licht und Leuchten in der Innenraumbegrünung

Vortrag von Holger Dinter
Geschäftsführer der DH Licht GmbH, Wülfrath











Die Aufgabe

Wir haben eine Innenraumbegrünung erstellt und jetzt zu wenig Licht!
80% aller Anfragen werden so gestellt

Innenraumbegrünung ist fertig, Installation ist abgeschlossen Licht fehlt!

Was jetzt?

Wir können nicht zaubern aber wir können vorher helfen!
Beginnen Sie mit der Analyse des Raumes in der die Kulturen stehen sollen.

Messen Sie das Tageslicht und die Tageslichtsumme.
Gemeinsam legen wir die Tageslichtsumme als Sollwert fest und errechnen so die benötigte künstliche Belichtung.



Wie lange muss belichtet werden?
Welche Leuchten gibt es für die Belichtung der Innenraumbegrünung?

Evtl. wenn die Zeit ausreicht noch:
Die Lichtplanung
Bedarfsermittlung
Kosten



Wie lange muss belichtet werden?

Circa 8-10 Kilo Lux Stunden pro Tag

Einzelne Pflanzenarten auch bis zu 35 Kilo Lux Stunden pro Tag

Faktoren:

Tageslichteinfall

Beleuchtungsstärke auf der Pflanze

Pflanzenart- Ggfs. Sorte

Wasserversorgung

Raumtemperatur

Die Belichtung kann am Tag in den Morgenstunden oder in Abendstunden erfolgen. Die Summe ist wichtig und die Ruhephase von circa 6 Stunden sollte eingehalten werden.

Ein Beispiel

Lichtmessung am 16.11.2011
13.00 bis 14.00 Uhr

Erdgeschoss	22-25 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	1.230-1.450 Lux
Untergeschoss	16-22 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	980-1.260 Lux
Außenmessung	152 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	8.500 Lux

Wetter: Dichte Wolken mit leichtem Regen bei 5° C

Zum Vergleich

Sommer 12.00 Uhr bei Sonnenlicht	2.000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	112.000 Lux
Winter 12.00 Uhr bei Sonnenlicht	1.200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	67.000 Lux
Außenmessung 16.11.2011	152 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	10.000 Lux

Vorgabe Pflanzenlicht

Erdgeschoss	30-50 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	entspricht 2000-3500 Lux bei HPI Leuchtmitteln
Untergeschoss	30-50 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	entspricht 2000-3500 Lux bei HPI Leuchtmitteln
Außenmessung	152 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	Entspricht 8.500 Lux

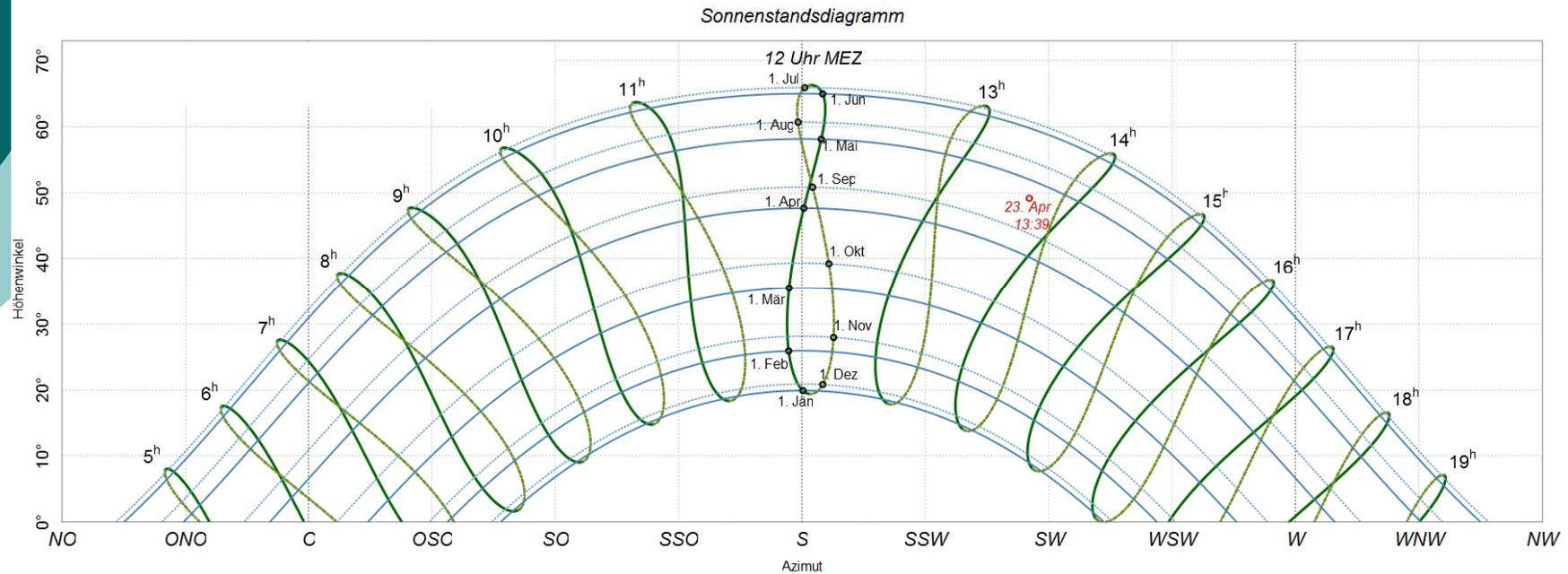
Erdgeschoss	30 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ x 16 Stunden = 480 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ Stunden	Entspricht ca. 32 KLux Stunden pro Tag
Untergeschoss	30 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ x 16 Stunden = 480 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ Stunden	Entspricht ca. 32 KLux Stunden pro Tag
	mit Halogen-Metall dampflampen	
Erdgeschoss vorhanden	22 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	1.230 Lux
Untergeschoss vorhanden	16 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	980 Lux

Berechnung Zusatzbelichtung

	Winter	Winter	Frühjahr	Frühjahr	Frühjahr	Sommer	Sommer	Sommer	Herbst	Herbst	Herbst	Winter
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Gesamtstunden pro Monat	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Tage pro Monat	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
davon:												
Tagesstunden	8	9	10	13	14	15	16	14,5	13	12	10,5	8,2
Nachtstunden	16	15	14	11	10	9	8	9,5	11	12	13,5	15,8
Tagstunden pro Monat	248	252	310	390	434	450	496	449,5	390	372	315	254,2
Nachtstunden pro Monat	496	420	434	330	310	270	248	294,5	330	372	405	489,8
Sonnenstunden (Statistik 2006)	48	77	128	161	203	209	232	210	167	120	60	44
Bewölkte Stunden	200	175	182	229	231	241	264	239,5	223	252	255	210,2
empfohlene												
Zusatzbelichtungszeit in Stunden	12	12	8	6	4	0	0	0	4	8	12	12
Morgens bis Sonnenaufgang	6	6	4	3	2	0	0	0	2	4	6	6
Abends bei Sonnenuntergang	6	6	4	3	2	0	0	0	2	4	6	6
mittlere Beleuchtungsstärke												
1.000 Lux	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
(Angabe Bartenbach Lichtlabor)												
Kiloluxstunden	12.000	12.000	8.000	6.000	4.000	0	0	0	4.000	8.000	12.000	12.000
entspricht $\mu\text{molh/m}^2\text{s}$	168	168	112	84	56	0	0	0	56	112	168	168

Die Werte sind statistisch ermittelt. Die Nachbelichtungszeiten sind Grundlagen plus Erfahrungswerte. Hierfür können wir keine Gewähr übernehmen. Jedes Jahr, jeder Tag ist anders.

Durchschnittlicher Tageslichtverlauf



Auf dieser Skala sind die Zeiten von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang aufgezeigt. Diese sind als Grundlage mit in die Berechnung eingeflossen. Dieses Scala zeigt einen Mittelwert der von Jahr zu Jahr variieren kann.

Empfehlung

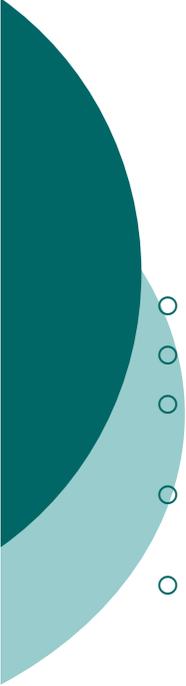
Unsere Empfehlung für die Zusatzbelichtung der Pflanzen im Innenbereich des Hauses richtet sich nach den Beleuchtungsvorgaben des Hause Bartenbach Lichtlabor.

Die Angaben der Leuchtmittels, HIT 150 Watt, sowie die Beleuchtungsstärke von Em 1.000 Lux haben wir zu Grunde gelegt und kommen daher auf nachfolgende Zusatzbelichtungszeiten.

Nach einem halben bis zu einem Jahr ist ggf. eine Korrektur der Zeiten notwendig, wenn die Belichtungszeiten nicht ausreichend sind oder die Pflanzen übermäßiges Wachstum aufzeigen.

Auf Grund der Tageslichtmenge ist dieses nicht voraus zu sehen.

	Winter	Winter	Frühjahr	Frühjahr	Frühjahr	Sommer	Sommer	Sommer	Herbst	Herbst	Herbst	Winter
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
empfohlene												
Zusatzbelichtungszeit in Stunden	12	12	8	6	4	0	0	0	4	8	12	12
Morgens bis Sonnenaufgang	6	6	4	3	2	0	0	0	2	4	6	6
Abends bei Sonnenuntergang	6	6	4	3	2	0	0	0	2	4	6	6



Zusammenfassung

- Die künstlichen Belichtungszeiten richten sich nach den tatsächlichen Tageslichtverhältnissen
- Die angegebenen Werte und Zeiten sind rein rechnerisch ermittelt und gelten als Anhaltswerte
- Eine gesamte Hellzeit von 16 Stunden ist erforderlich die mindestens $30\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ flächig erreicht wird
- Über die Zusatzbelichtung erreicht durch HIT 150 Watt laut Angaben Lichtlabor Bartenbach 1.000 Lux
- Somit sind künstlich, tageslichtverlängernd zu belichten in den Monaten:
 - November bis Februar 12 Stunden
 - März, April und Oktober 8 Stunden,
 - April 6 Stunden
 - Mai und September 4 Stunden
 - In den drei Sommermonaten Juni, Juli und August 0 Stunden
- Die Belichtungszeiten können in den Frühstunden bis zum Tageslichteinfall angewendet werden oder in die Abendstunden hinein, sobald die Dämmerung einsetzt. In den Wintermonaten empfehlen wir morgens und abends zu belichten.
- Bei Rückfragen stehen wir gerne zur Verfügung

Energetische Betrachtungsweise

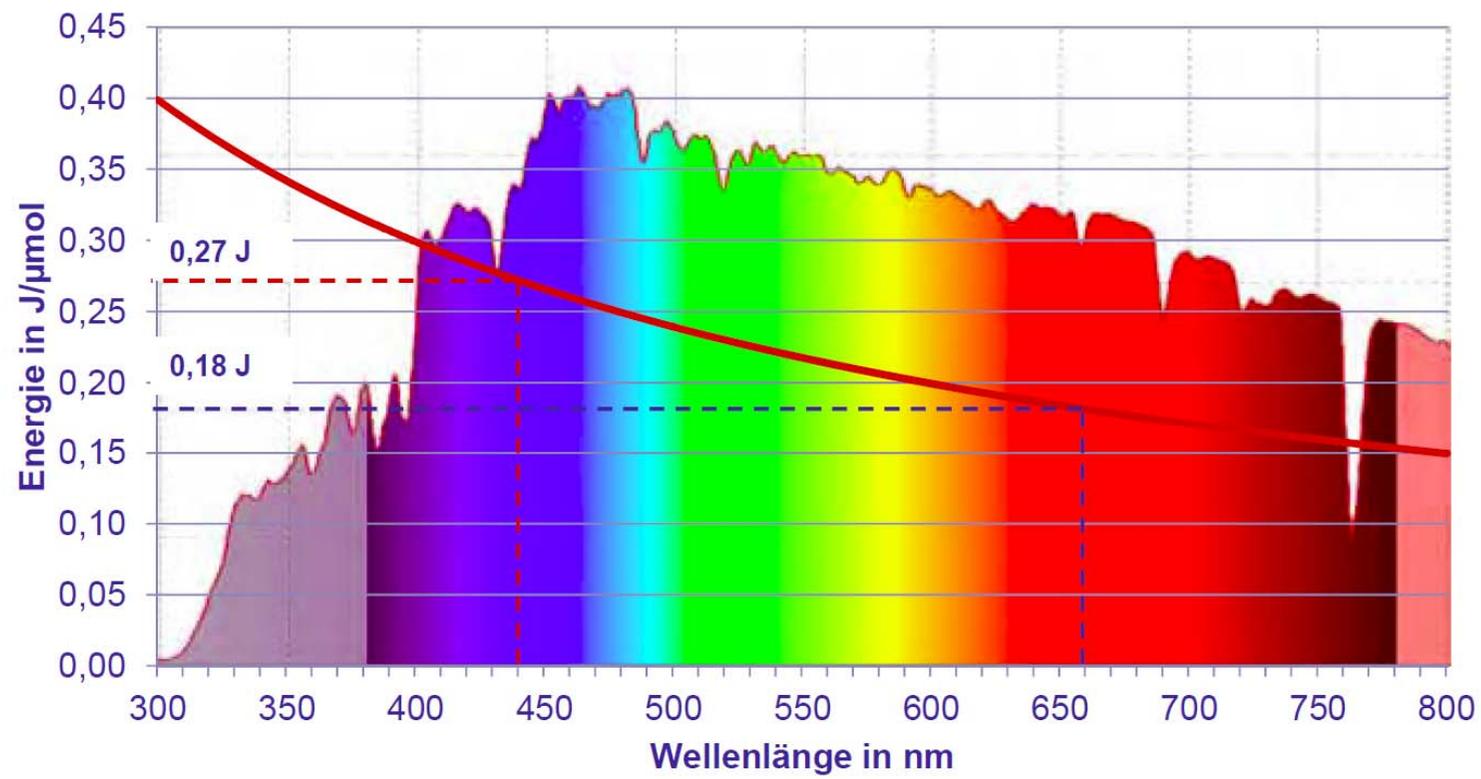
Leuchtmittel	Lichtausbeute
Glühlampe	15 lm/W
Halogen Spot	30 lm/W
Standard LED weiß	40 lm/W
Standard LED rot	60 lm/W
Quecksilberdampf Lampe	90 lm/W
Leuchtstofflampe	60-100 lm/W
Hochleistungs-LED, weiß	100 lm/W
Natriumhochdruckdampf Lampe	130-150 lm/W
Natriumdampf-Niederdrucklampen	200 lm/W
Keramik Metallhalogendampf	115 lm/W

Energetische Betrachtungsweise in PAR Strahlung

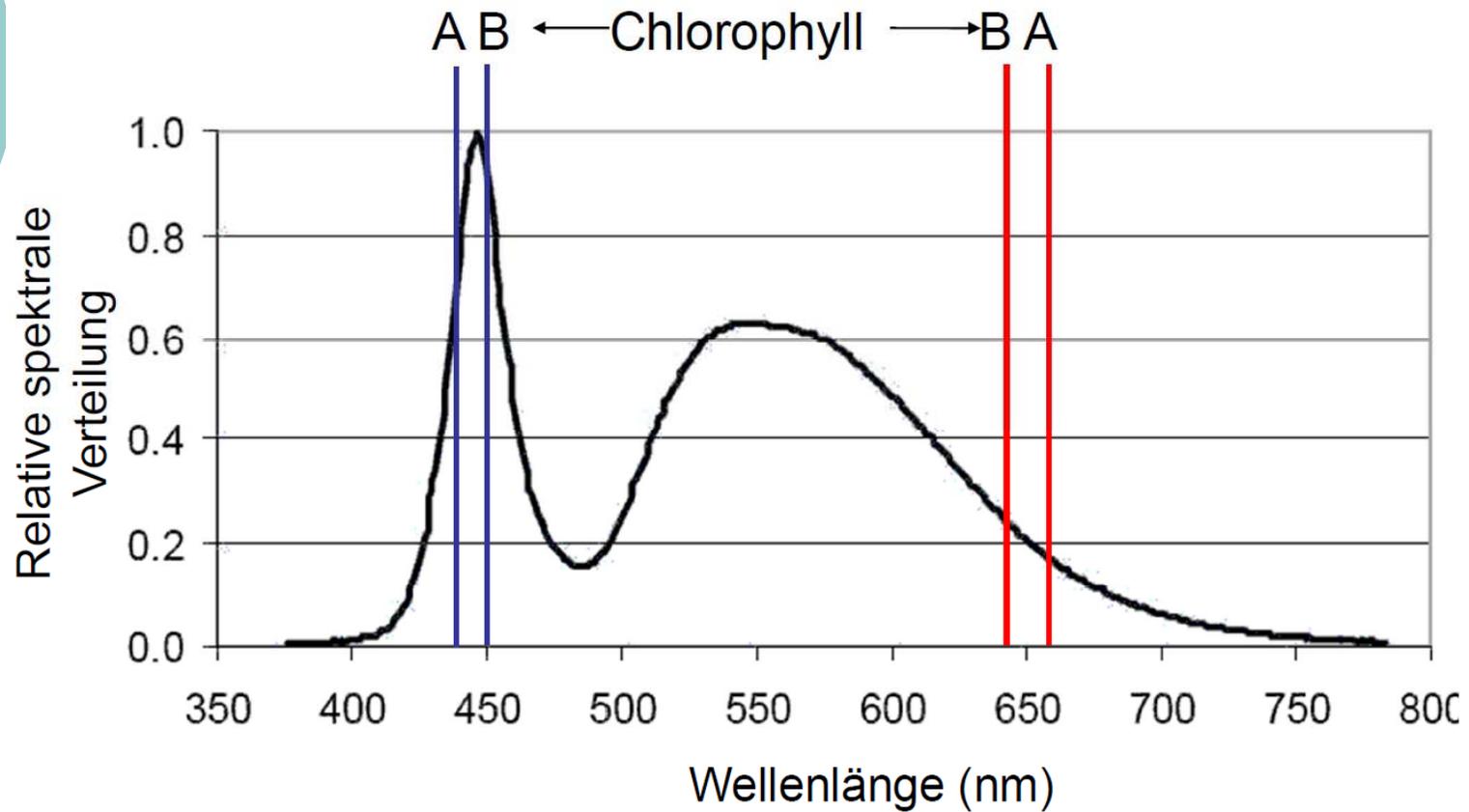
Leuchtmittel		Photonenflussausbeute, $\mu\text{mol s}^{-1} \text{W}^{-1}_{\text{elek}}$	-
Leuchtstofflampe	(58 W)	1,3	
Natriumdampflampe	(600 W)	1,9	
Hochleistungs-LED Blau	(1 W)	1,0	
Hochleistungs-LED Rot	(1 W)	2,0	=1,4
Hochleistungs-LED kaltweiß	(1 W)	1,3	
Keramik Metallhalogendampf	70W	1,8	

Diagramm zur energetischen Betrachtungsweise in PAR-Strahlung. Die Tabelle zeigt die Photonenausbeute in $\mu\text{mol s}^{-1} \text{W}^{-1}_{\text{elek}}$ für verschiedene Leuchtmittel. Ein Wert von 1,4 ist als Summe der Werte für Hochleistungs-LED Rot (2,0) und Hochleistungs-LED kaltweiß (1,3) markiert.

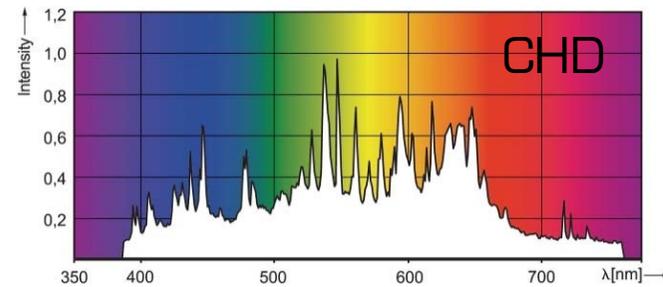
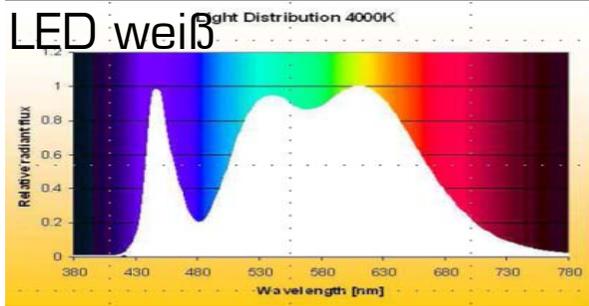
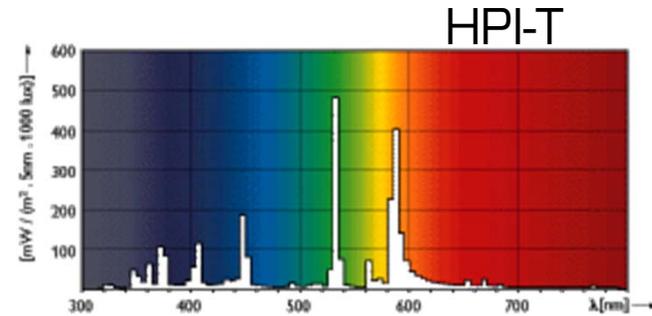
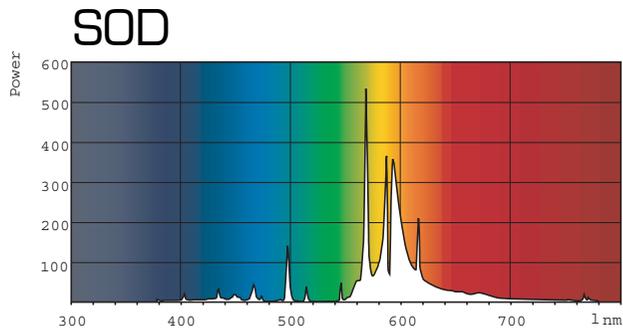
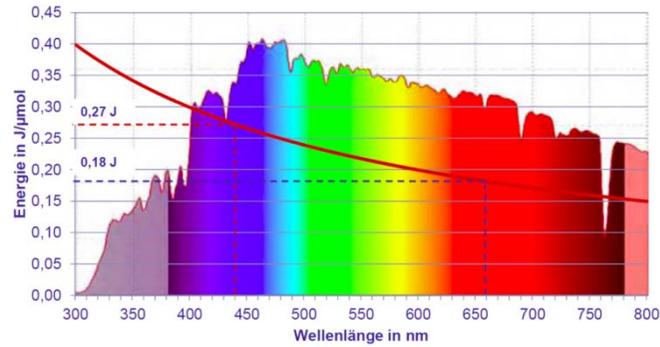
Das Sonnenlicht



Auf welche Lichtstrahlung reagieren Pflanzen?



Auf welche Lichtstrahlung reagieren Pflanzen? Vergleich



Wählen wir ein LED Spektrum bei dem die Kulturen das Licht absorbieren, sieht es ungefähr so aus:



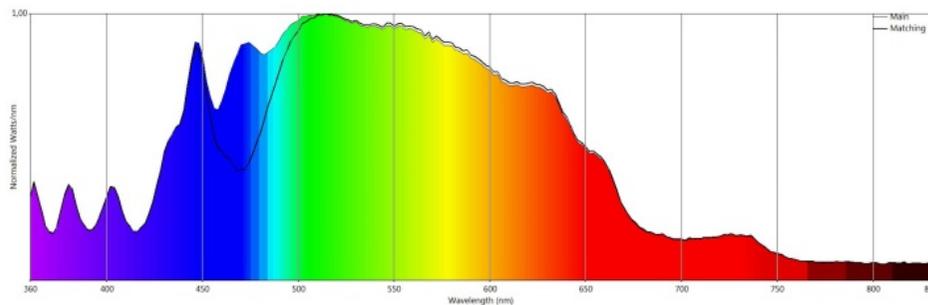
Kann man Tageslicht oder Sonnenlicht mit LED Leuchten erzeugen?



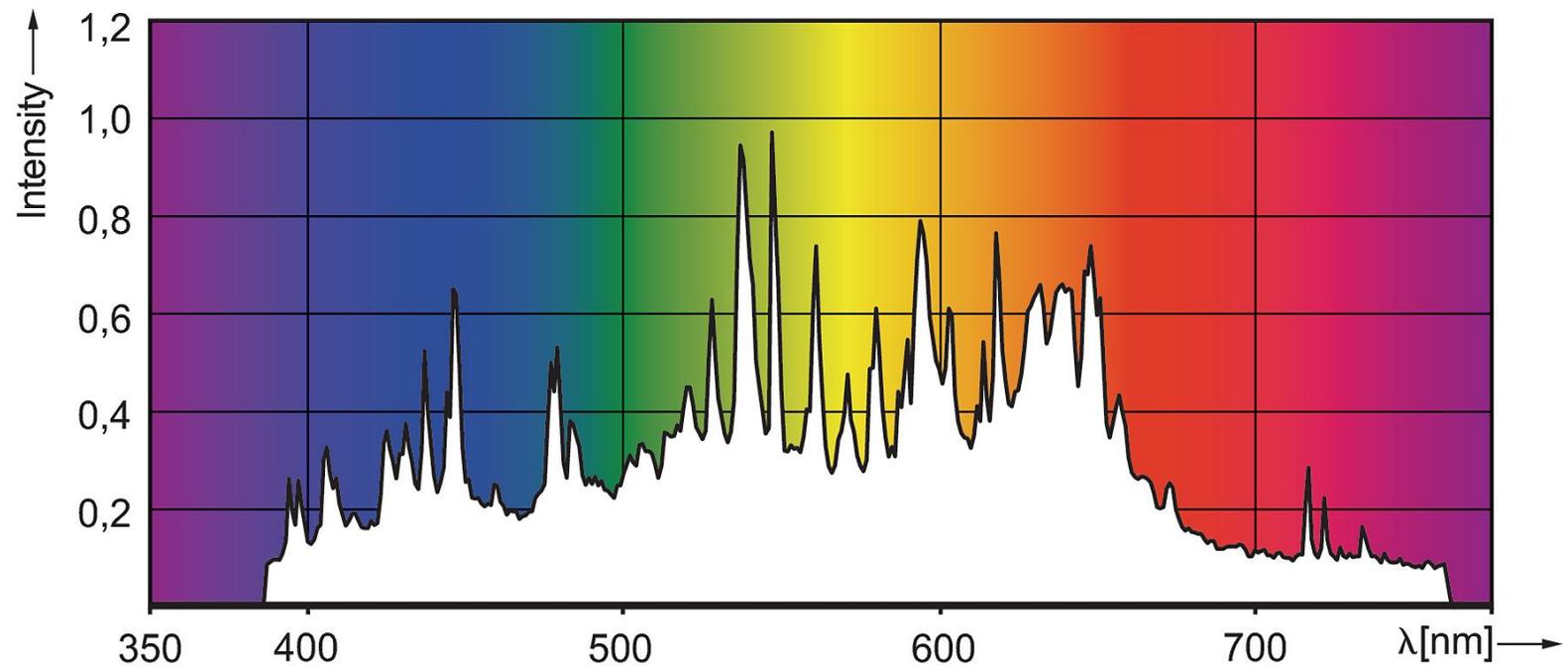
Ja kann man!

Dazu benötigen Sie 11 verschiedene Nanometer Bereiche der LED.
In der Summe ergibt es dieses Spektrum

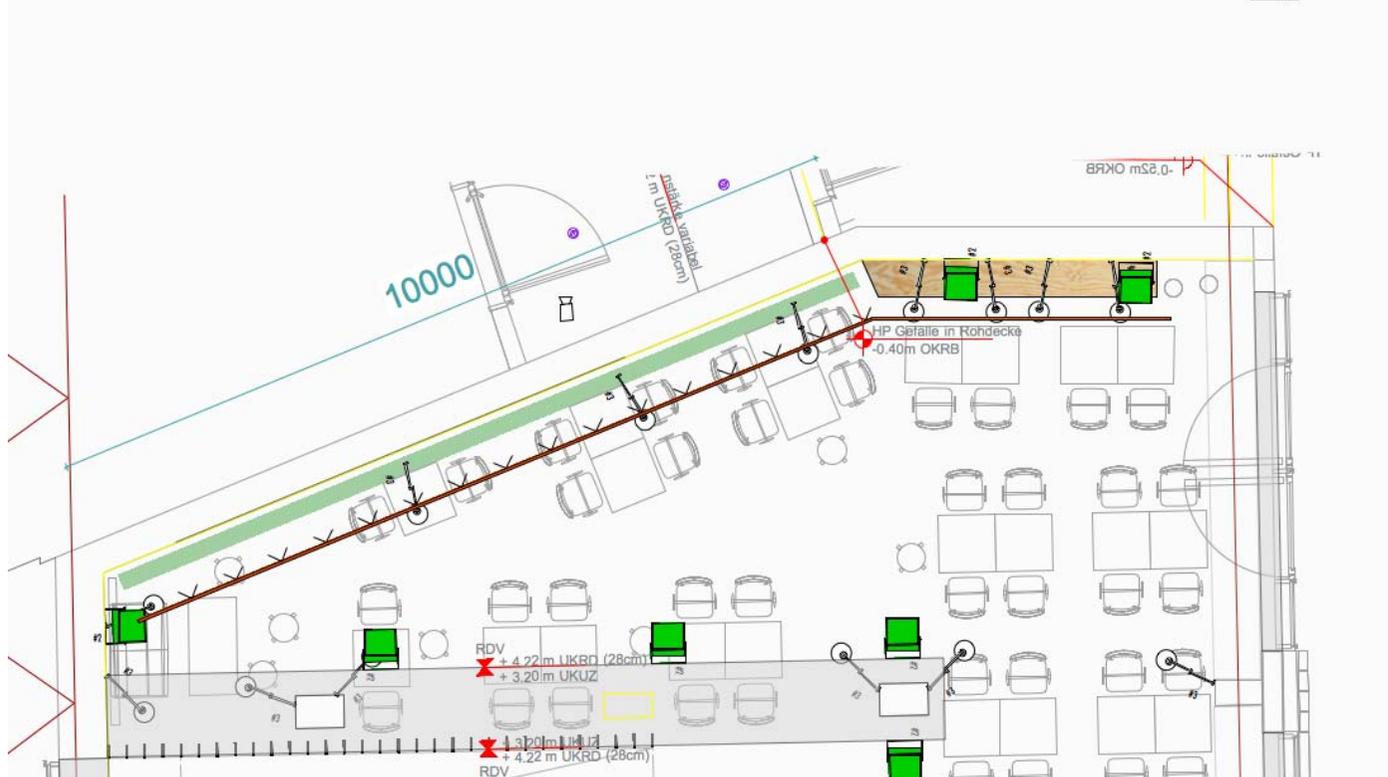
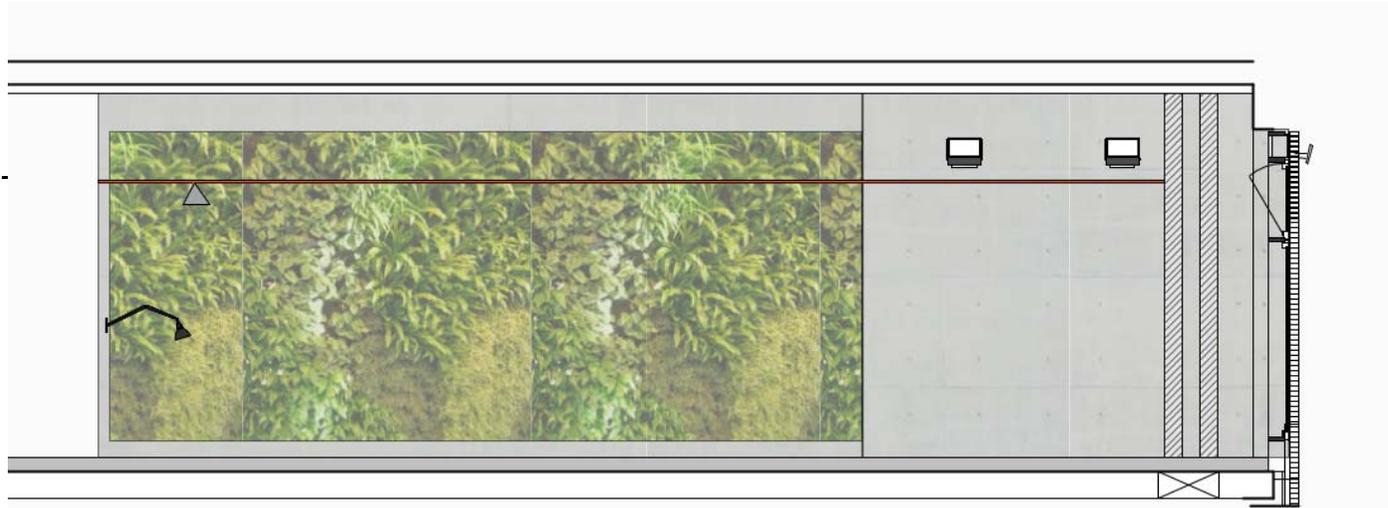
1m² kostet 10.000 Euro



Fazit:
nur die Keramik Lampen sind dem Sonnenlicht am
nächsten

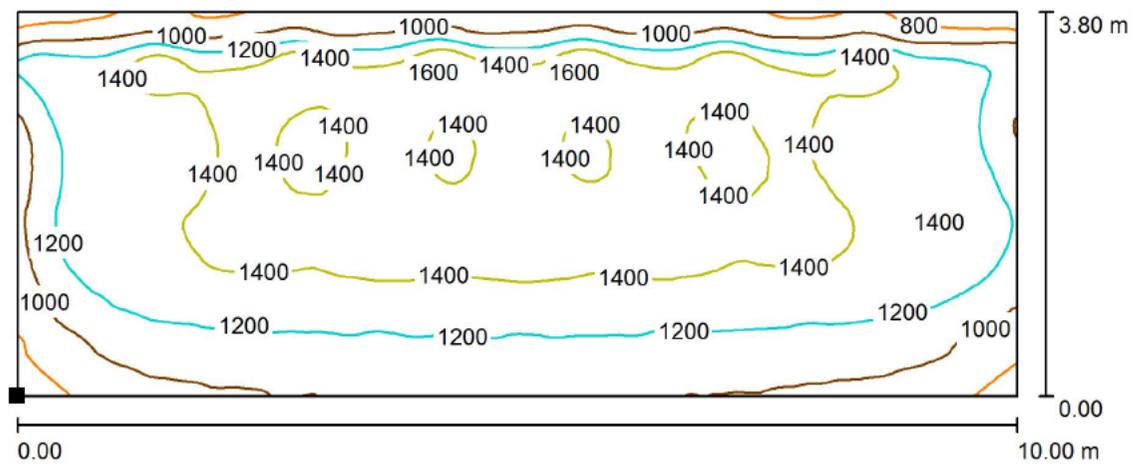


Beispiel Lichtberechnung



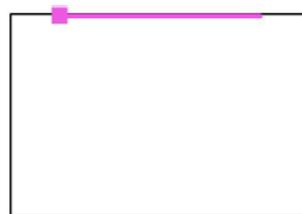
Planung einer grünen Wand

Raum 1 / Berechnungsfläche 1 / Isolinien (E, senkrecht)



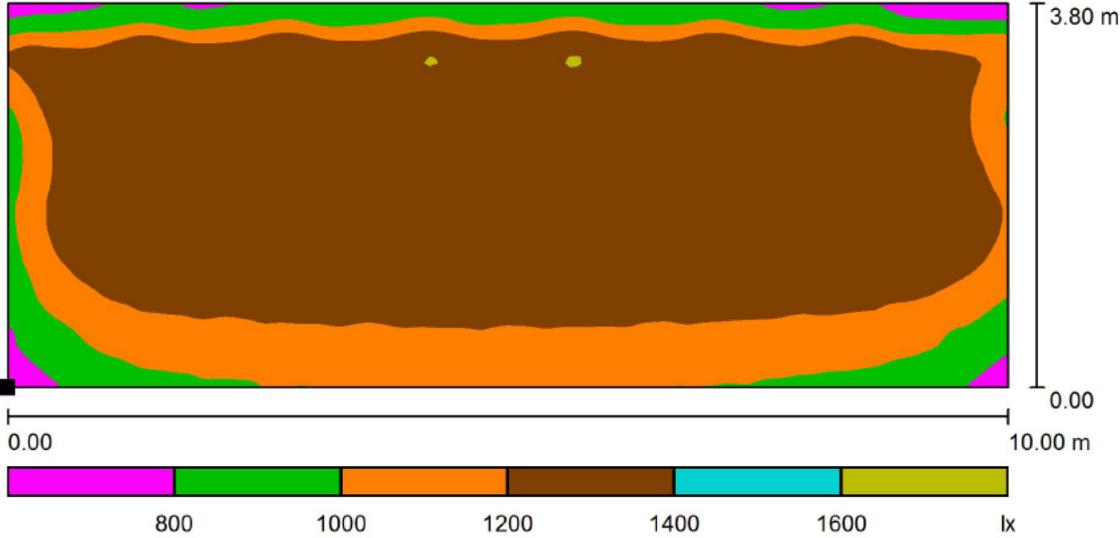
Werte in Lux, Maßstab 1 : 72

Lage der Fläche im Raum:
Markierter Punkt:
(2.500 m, 9.900 m, 0.100 m)





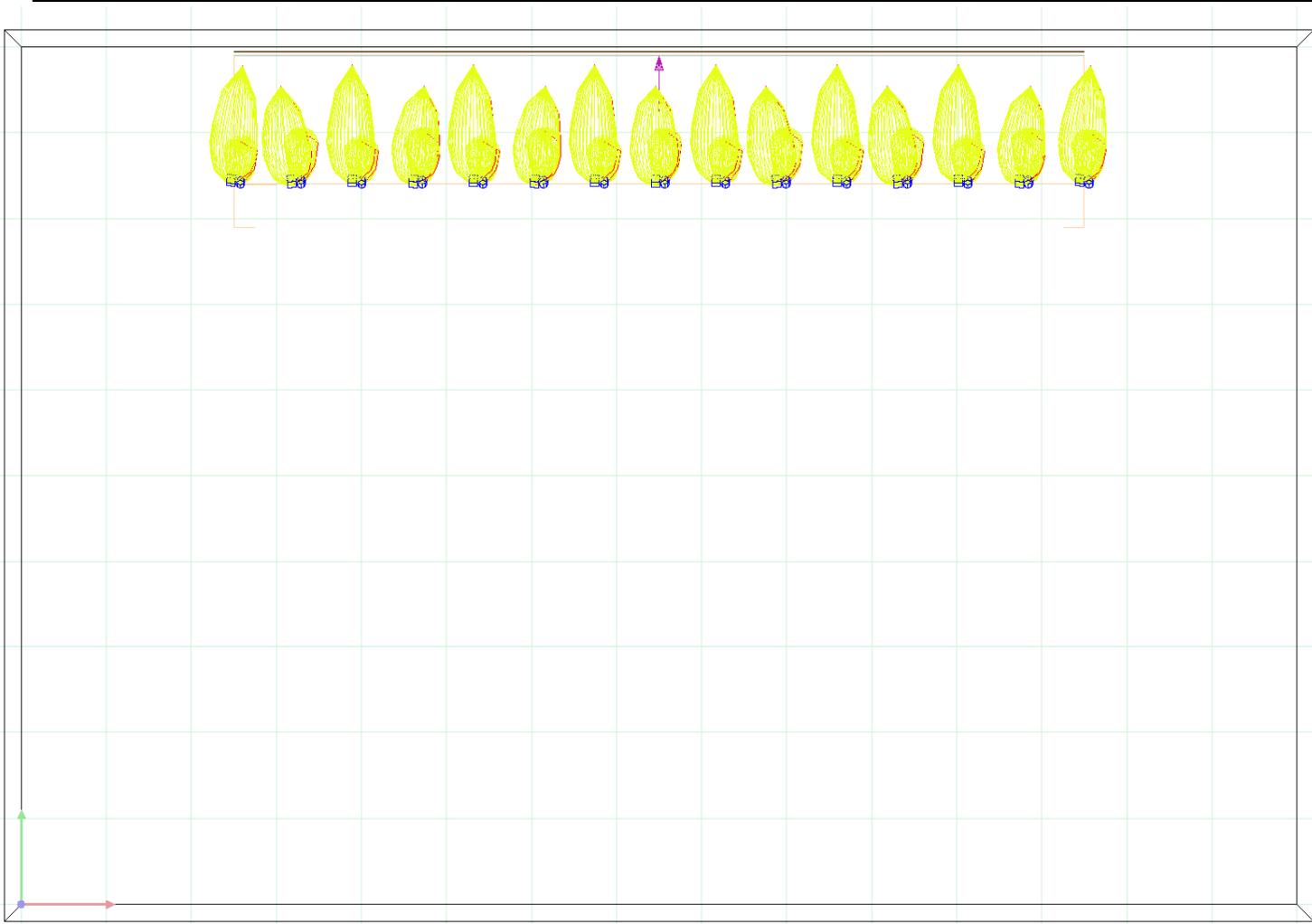
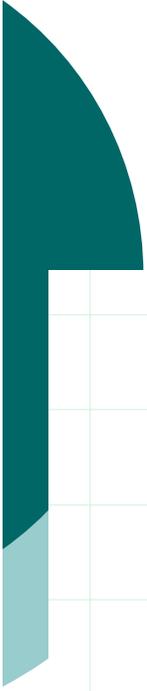
Raum 1 / Berechnungsfläche 1 / Graustufen (E, senkrecht)

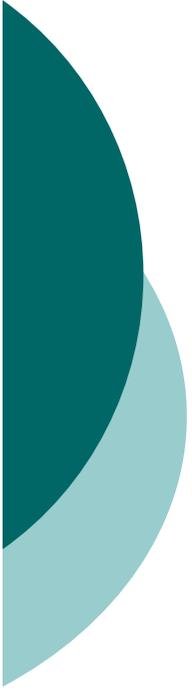


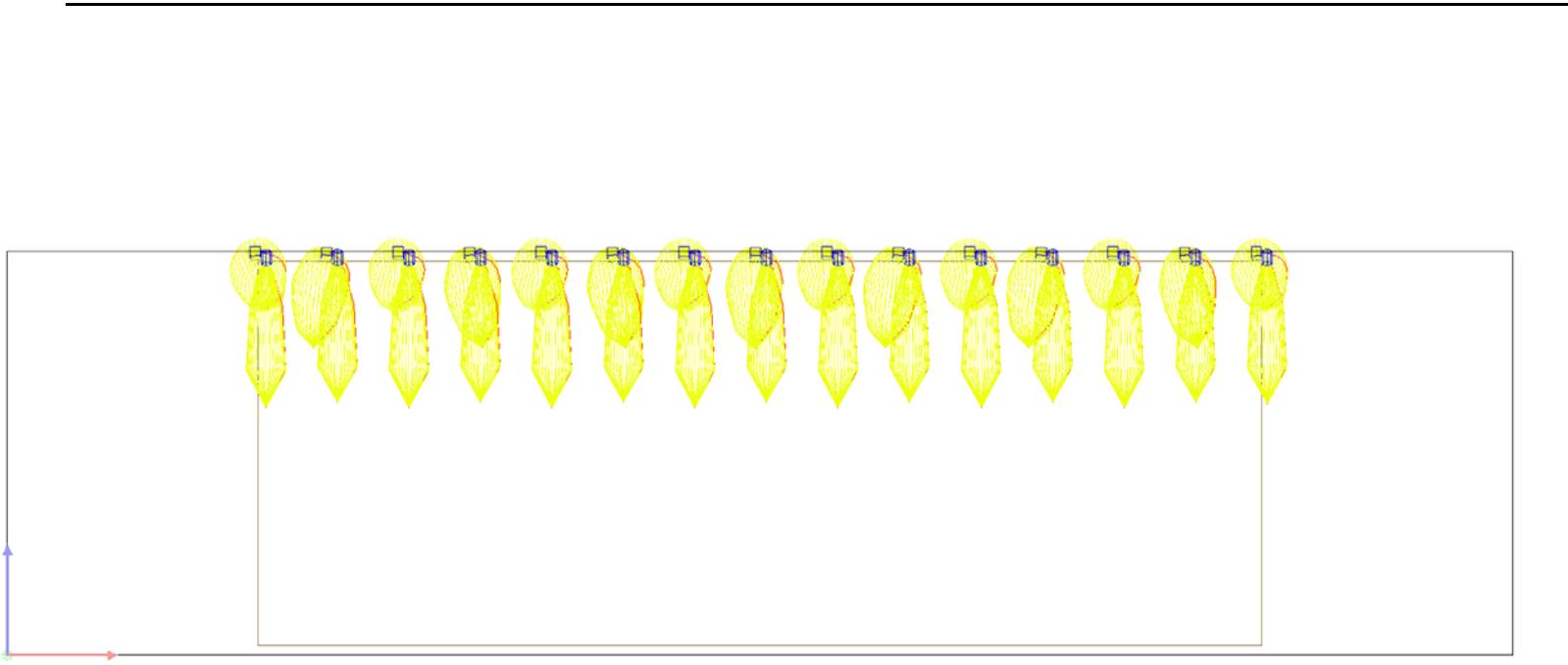
Lage der Fläche im Raum:
Markierter Punkt:
(2.500 m, 9.900 m, 0.100 m)

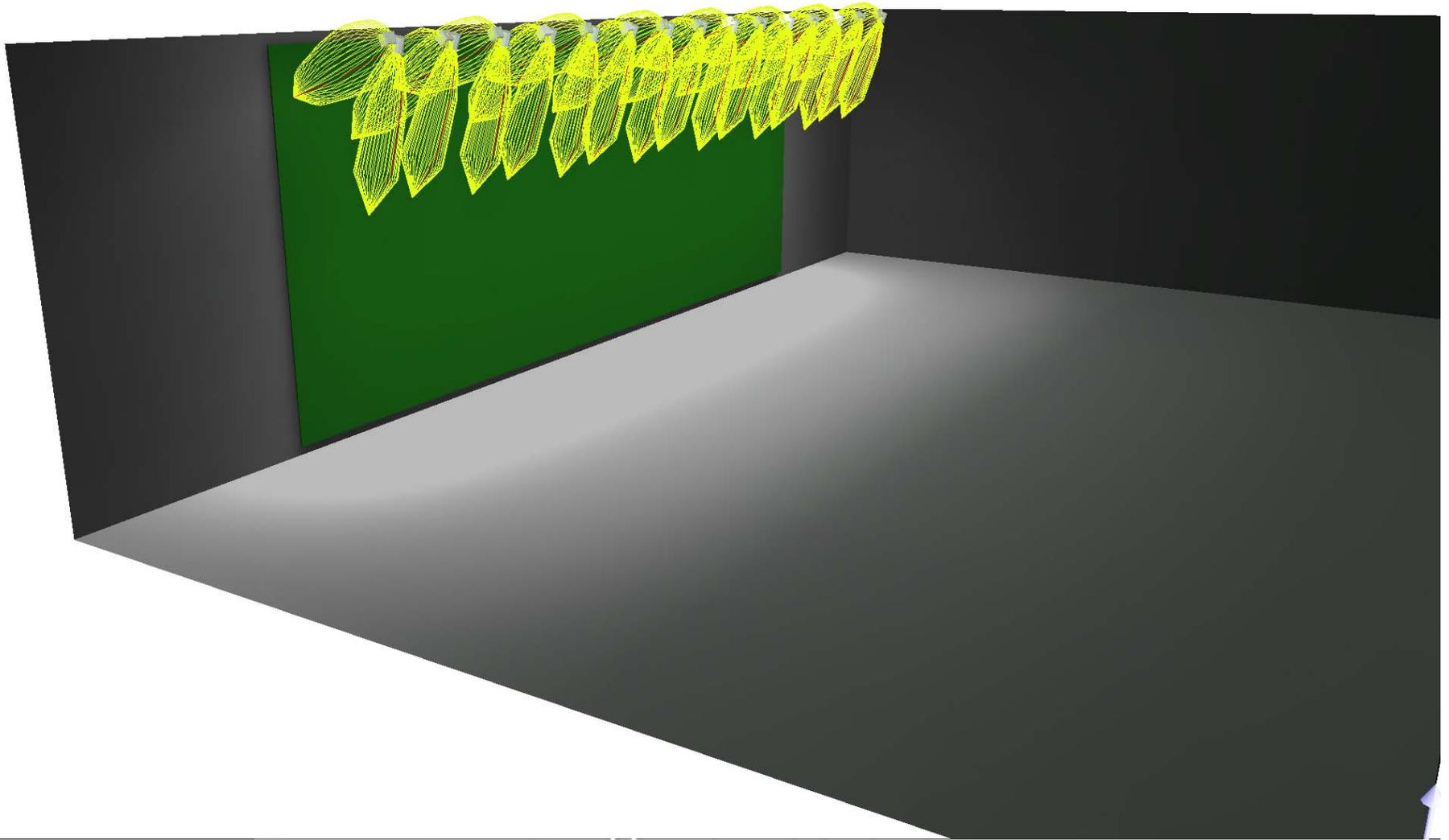


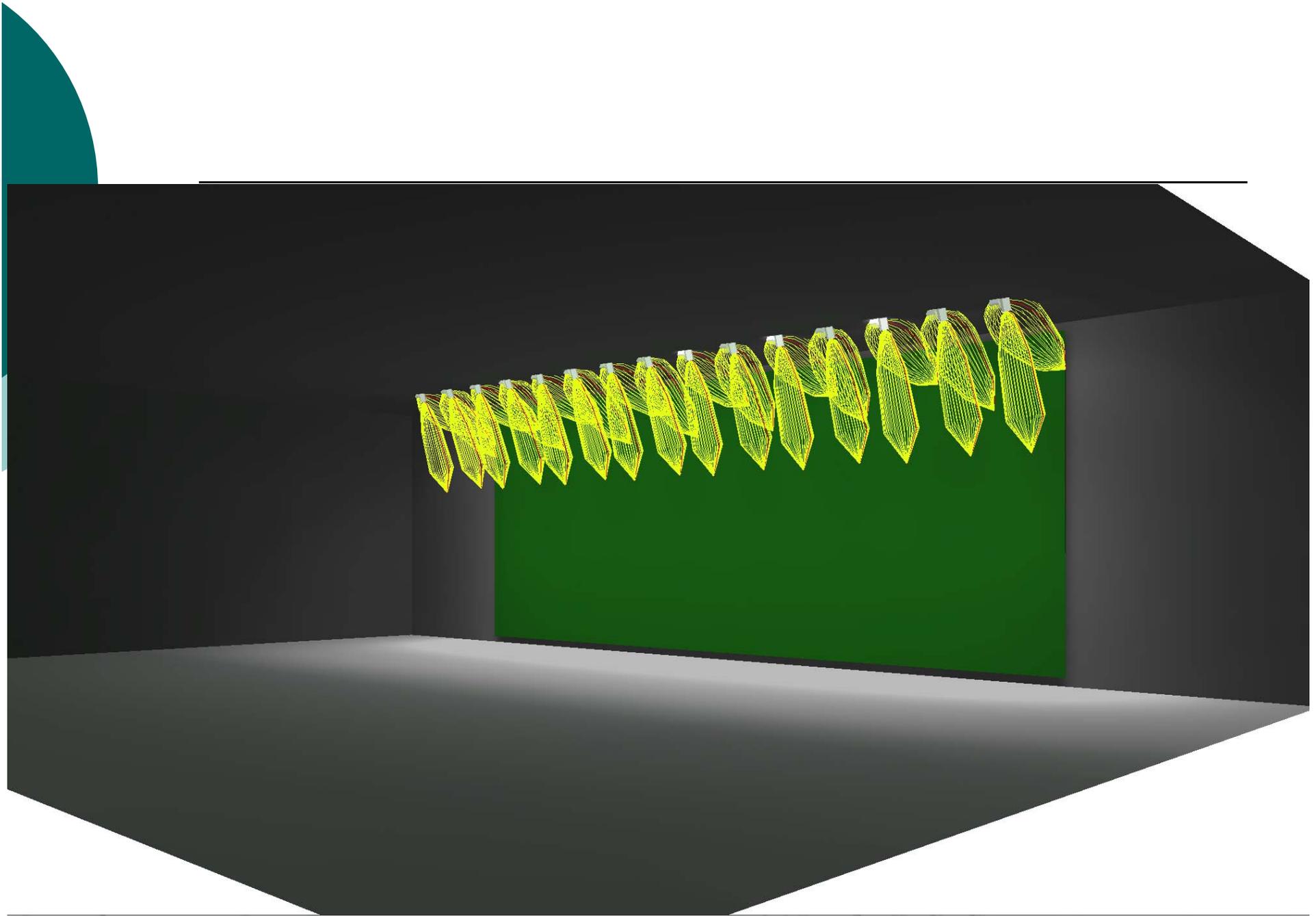
Maßstab 1 : 72











Inneraumbegrünung





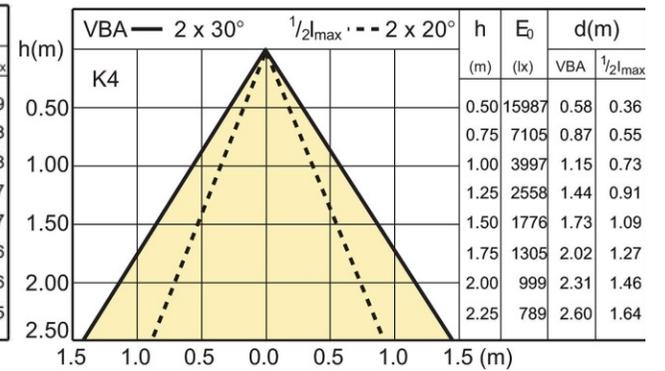
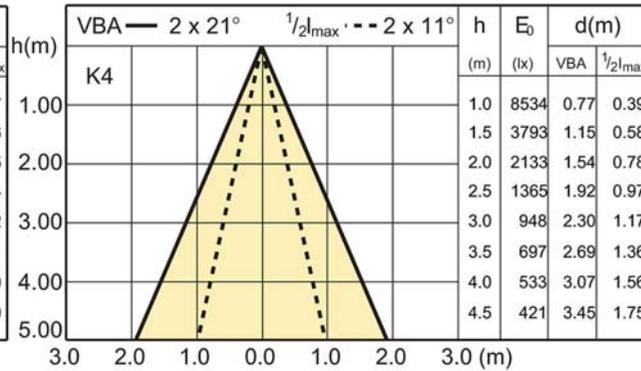
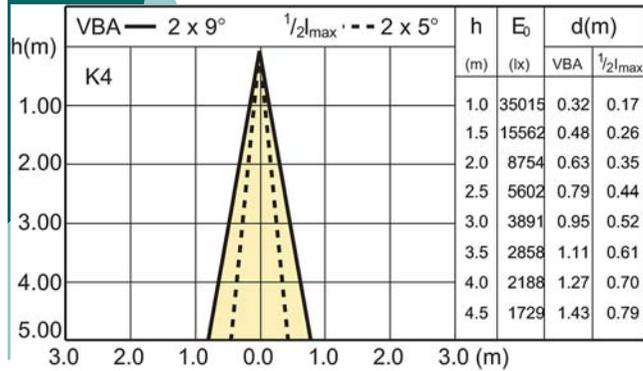


Besonderheit

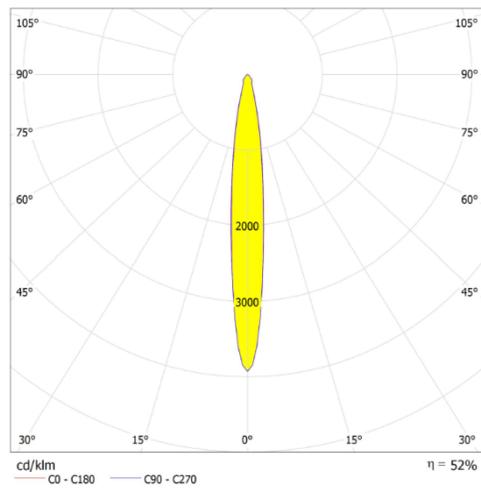
Die Besonderheit bei so einer Wand ist es,

10m in die Tiefe zu leuchten. Dies ist nur mit sehr engbündelnden Spots möglich, welches mit LED's nicht möglich ist.

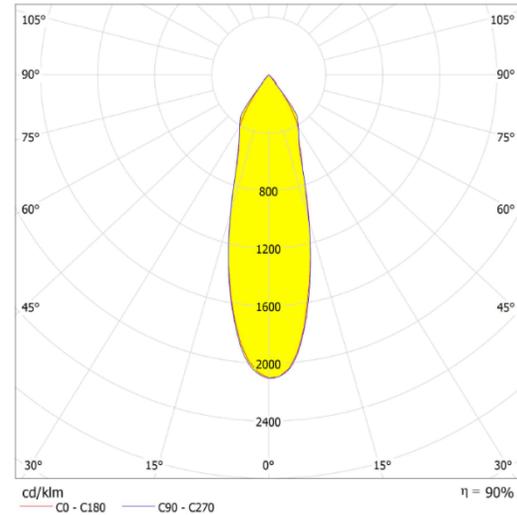
Lichtverteilungskurven (LVK Polar)



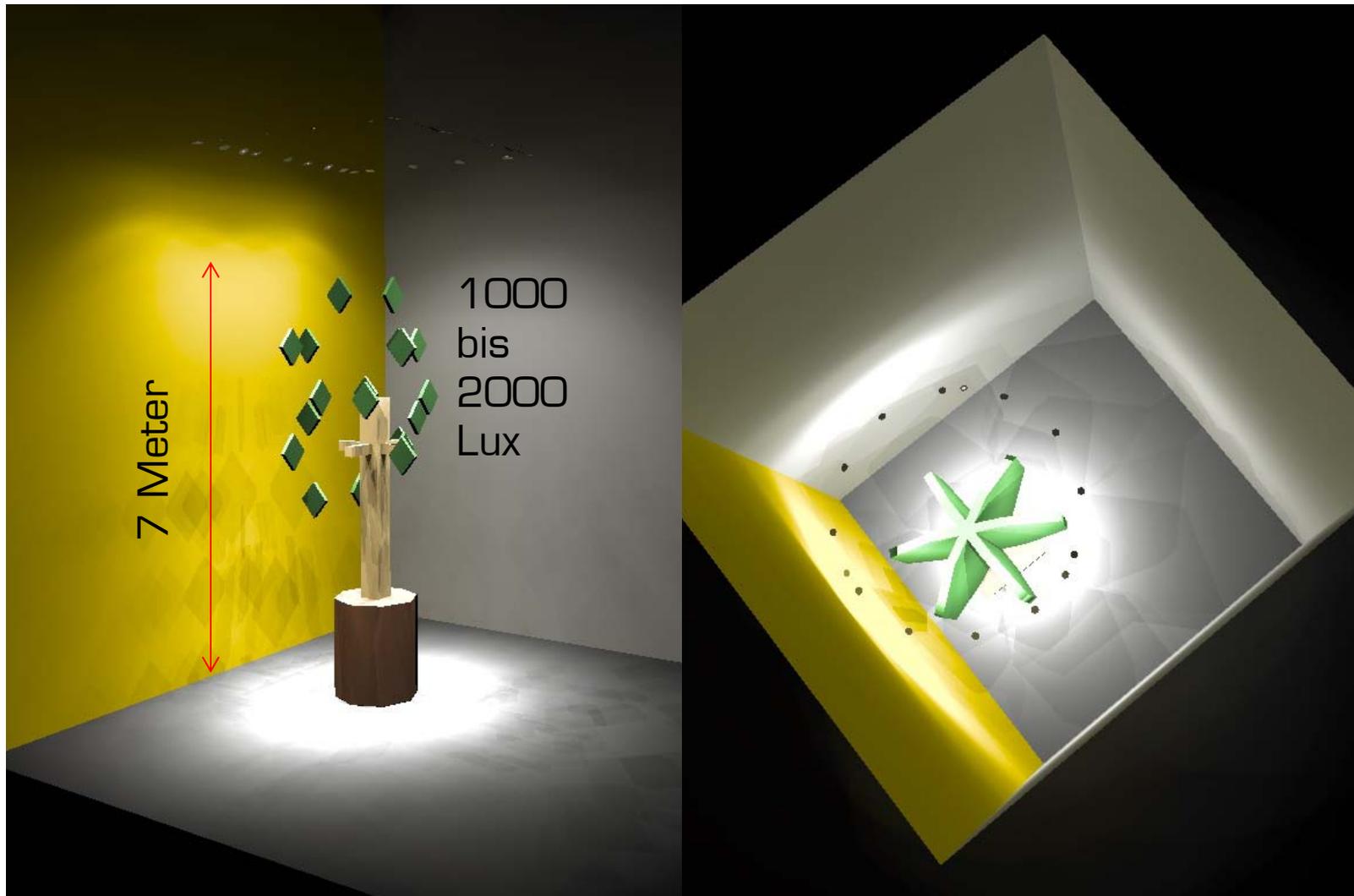
Leuchte: DH Licht STR307010-STR317010-STR327010 Strahler CDM-TE 70W 10D
Lampen: 1 x PHILIPS CDM-TE 70W

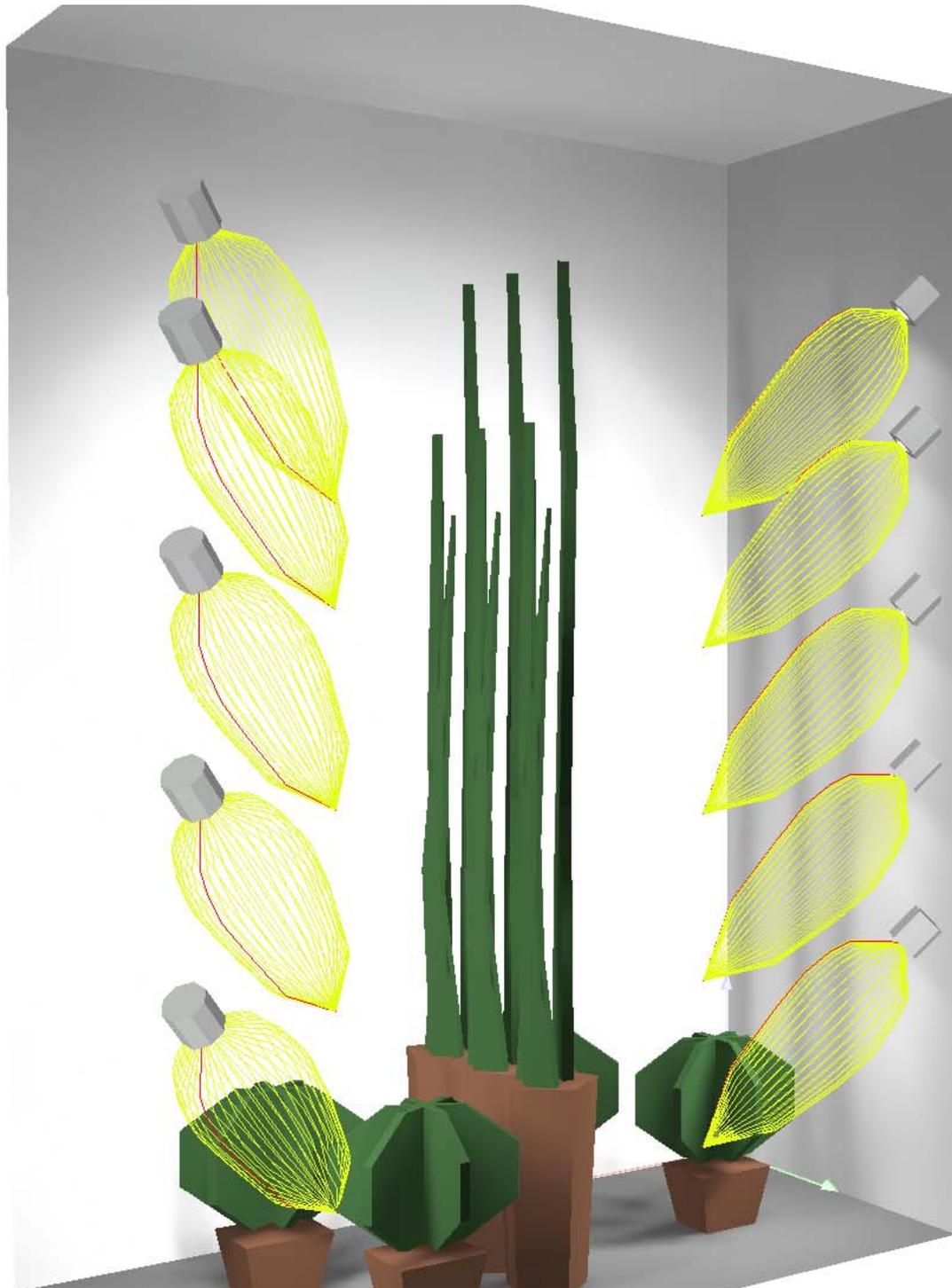


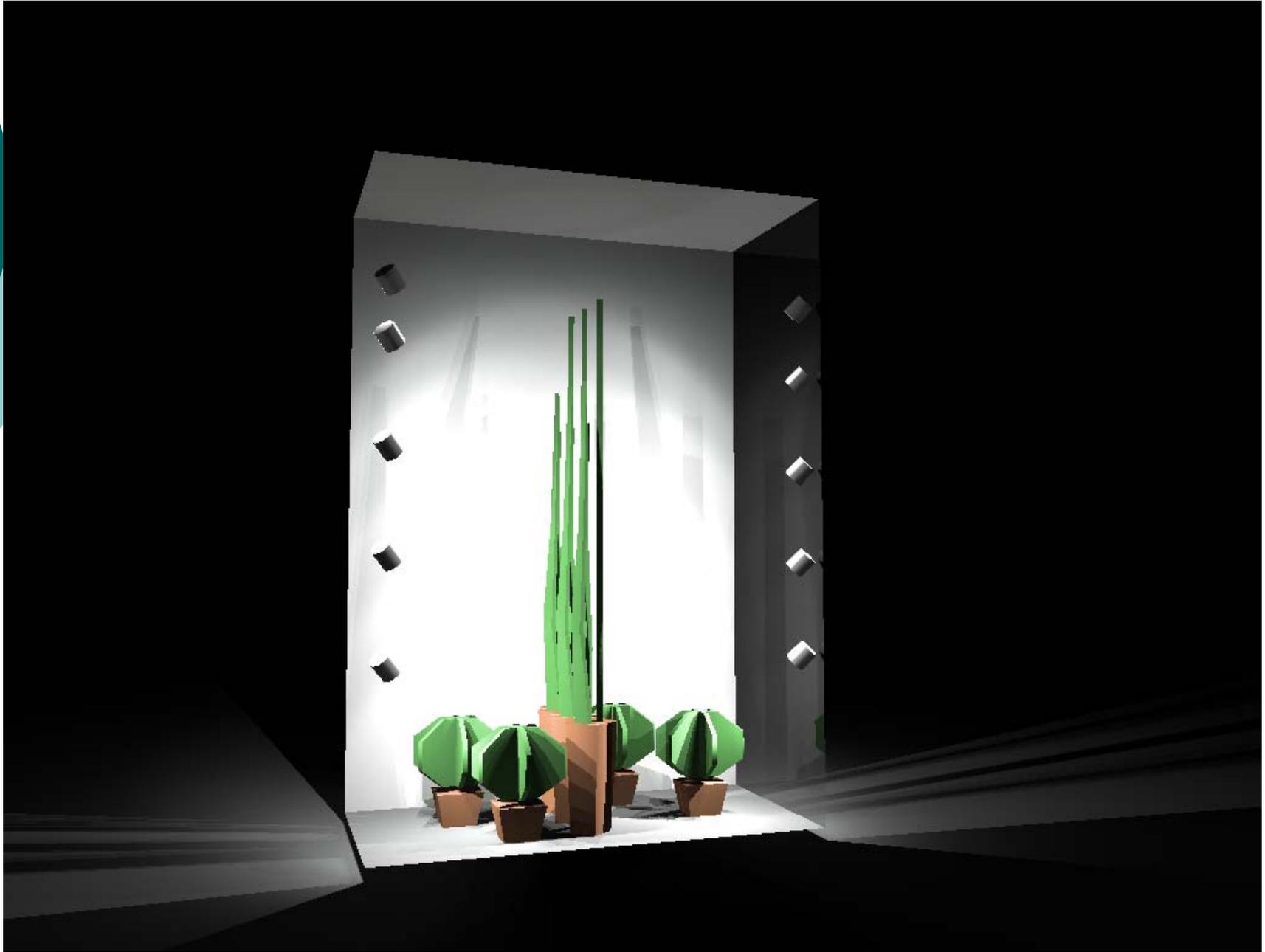
Leuchte: DH Licht GmbH DH Licht LED STR 3000 40° PW930 4500lm DH Licht LED STR 3000 40° PW930 4500lm
Lampen: 1 x PHILIPS SLM PW930 4500lm



Planung Innenraumbegrünung



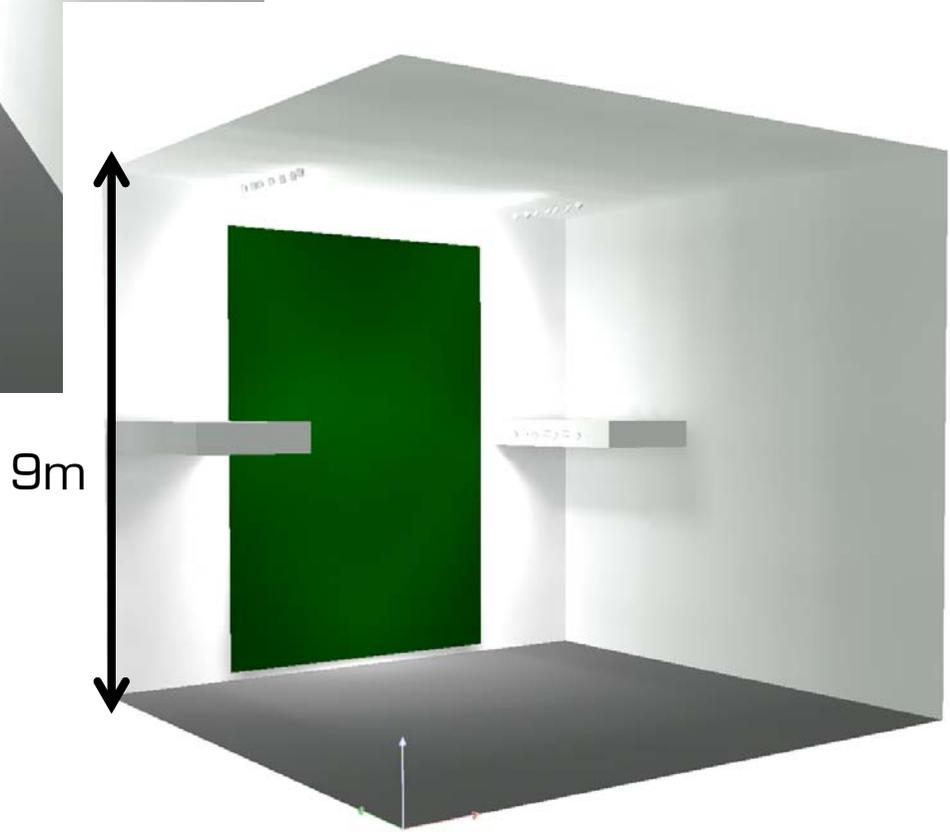
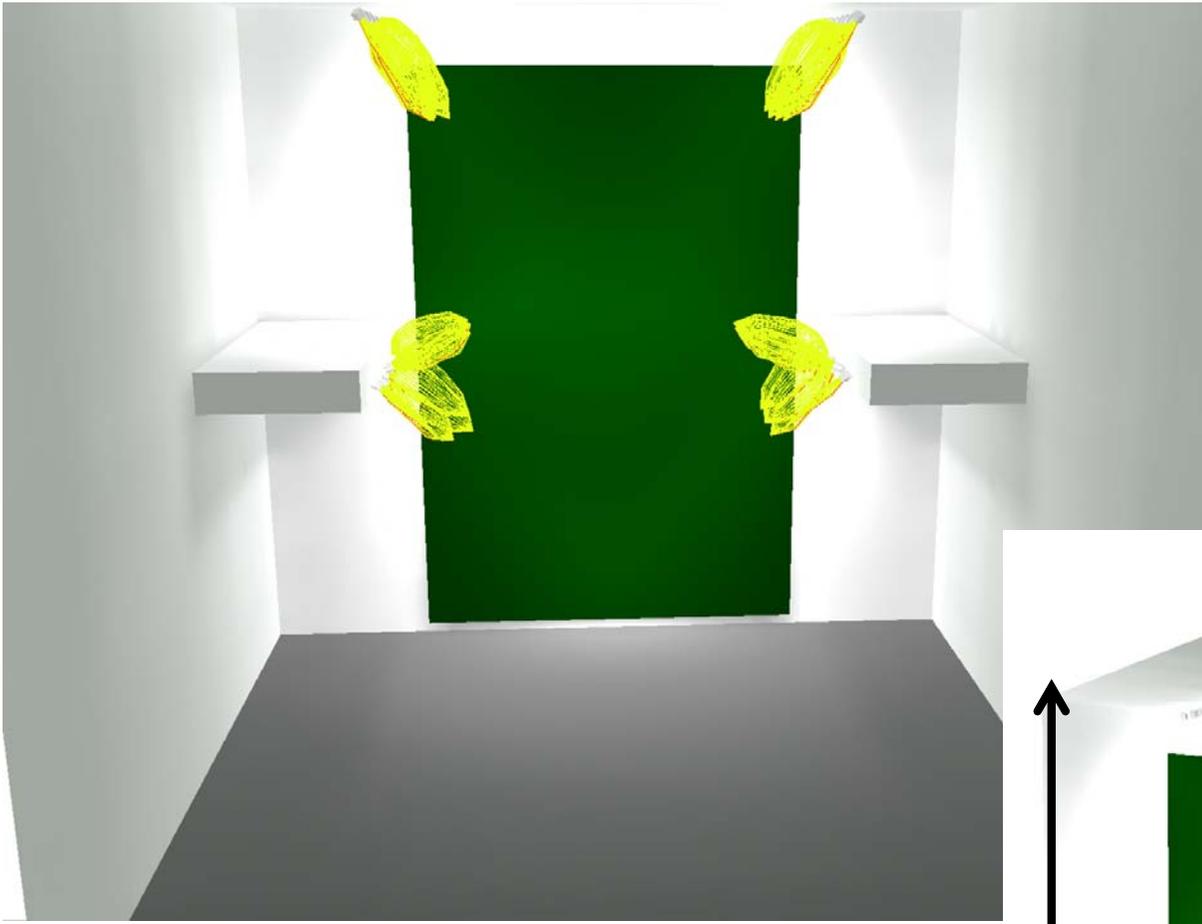








Belichtung in der
Innenraumbegrünung



Von klein bis groß
Jede Pflanze verdient ein bisschen Licht!



Einbauleuchte für die Innenraumbegrünung



■ Artikelnummer DHL DEL 401012

Kompaktes Einbau-Downlight für Halogenmetaldampflampen mit kardanisch gelagertem Leuchtenkopf, der die Lichtverteilung in jede gewünschte Richtung ermöglicht. Gehäuse aus Aluminium-Druckguss. Werkzeugloser Reflektor-, Lampen- und Glaswechsel durch Bajonettverschluss, werkzeuglose Montage der Leuchte durch Spiralfedersystem. Reflektor aus Reinstaluminium. inkl. Schnellmontage Stecksystem ST18/3. Ausstrahlungswinkel 12 Grad.

■ Leistungsaufnahme:	1x 35, 1x50, 1x70 oder 1x100 Watt max.
■ Leuchtmittel:	CDM-T
■ Fassung:	G12
■ Farbe:	Weiß
■ Gewicht:	0,95 kg
■ Schutzklasse:	I
■ Schutzart:	IP20
■ Einbautiefe:	150mm
■ Deckenausschnitt:	180mm
■ Außenmaße:	193mm
■ Sonstiges:	Für den Betrieb der Leuchte wird ein elektronisches Vorschaltgerät benötigt.

■ EVG mit Zugentlastung separat bestellen

■ EVG für 1x35 Watt	Best. Nr.: 90590
■ EVG für 1x50 Watt	
■ EVG für 1x70 Watt	Best. Nr.: 90511
■ ECG für 1x100 Watt	Best. Nr.: 90508

■ Leuchtmittel separat bestellen:

■ CDM-T 35/830	Best. Nr.: 90037-01
■ CDM-T 50/830 Elite	Best. Nr.:
■ CDM-T 70/830	Best. Nr.: 90037-00
■ CDM-T 100/830 Elite	Best. Nr.:

Einbaustrahler



Aufbauleuchten für die Innenraumbegrünung



Bild 1



Bild 2

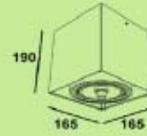


Bild 3



Bild 4

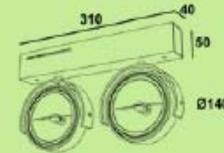
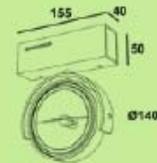
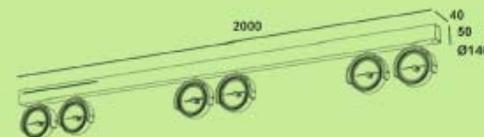
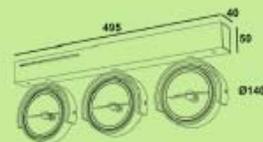


Bild 5



Bild 6



Stromschienenstrahler in LED und CDM Technologie



Strahlertechnik mit Keramik Technologie und LED

Die aktuelle Strahlertechnik Haus wird mit elektronischen Vorschaltgeräten und neuester Lampentechnologie ausgestattet. So sind diese Strahler für 3 Phasen Stromschiene in drei unterschiedlichen Ausstrahlungswinkeln erhältlich, sowie in drei Farben. Leistungen sind erhältlich in 35 und 70 Watt.

Die LED Technik gibt es in zwei Ausführung mit 3.000 und 4.000 Kelvin Farbtemperatur.

Designstehleuchte in Keramik Technologie

Diese ansprechende Stehleuchte kann überall dort eingesetzt werden wo es auf Lichtqualität und guten aussehen ankommt. Innenraumbegrünung und deren Belichtung auch ohne Montageaufwand. Leistungen 2x35 Watt CDM-R111 4200K oder 4x 35 Watt CDM-R111



Stehleuchten zur nachträglich Ausstattung



Hochleistungsstrahler in CDM Technologie



210 Watt CDM-T
Keramik-
Metallhalogendampflampen

Hochintensive Belichtung und hohe Höhen



Pendelleuchten mit neuester Keramik Technologie

Die neuesten Pendelleuchten werden mit elektronischem Vorschaltgerät ausgestattet. Diese erlauben eine deutliche Reduzierung der Energiekosten bei gleichzeitiger Verbesserung der Lichtqualität. Einen RA von über 90 erreichen wir bei neutraler weißer und warmweißer Lichtfarbe

Im Vergleich können:

210 Watt anstatt bisherigen 250 Watt + VVG = 275 Watt eingesetzt werden

Ersparnis = 65 Watt pro Leuchte

und

315 Watt anstatt 400 Watt + VVG = 475 Watt

Ersparnis = 160 Watt



FAZIT

- LED Leuchtquellen sind in einigen Anwendungen sinnvoll
 - Anstatt Leuchtstofflampen, Kompaktleuchtstofflampen Glühlampen, Halogenleuchtstofflampen, nicht jedoch gegenüber Hochdruckentladungslampen
- LED Lichtquellen sind keine Assimilationslichtquellen außer es sind speziell gemischte LED's (noch nicht)
- LED Lichtquellen sind für die Innenraumbegrünung nicht geeignet (noch nicht)
- LED Lichtquellen sind für Shopbeleuchtung nur bedingt geeignet. (Wirtschaftliche Nutzung, Anschaffung)
- Vollspektrum Lampen (CDM-CHD) sind zur Zeit die wirtschaftlichsten Lichtquellen für Pflanzenwachstum mit der besten Farbwiedergabestufe 1A oder Ra größer 90
- Natriumdampflampen sind immer noch die am wirtschaftlich geeignetsten Lichtquellen für die Tagverlängerung für zusätzliches Wachstum in der Assimilation