



PROFESSIONAL LIGHTING
WIR MACHEN DAS SPEKTRUM!



DH Licht entwickelt spezielle Leuchten für die Pflanzenbelichtung im Gartenbau. Dabei beschränken wir uns nicht auf einzelne Technologien, sondern bieten neben modernsten LED-Leuchten auch Belichtungssysteme mit hocheffizienten Keramik-Metallhalogendampflampen und klassischen Natriumdampflampen an. So können wir für unsere Kunden aus Forschung und Produktion stets die optimale Belichtungslösung finden.

DH Licht develops special luminaires for plant lighting in horticulture. We do not limit ourselves on single technologies, but offer beside state-of-the-art LED luminaires, also lighting systems with highly efficient ceramic metal halide and classic high-pressure sodium lamps. So we can always find the perfect light solution for our research and production customers.



2021

Inhalt

4 – 7	DH Licht Was man über Licht wissen sollte	DH Licht <i>What you should know about light</i>
8 – 11	Versuchsberichte Ausfärbung roter Blattsalate in der Herbstkultur unter verschiedenen Belichtungsvarianten	Trial reports Leaf coloration of red lettuce cultivated in autumn in greenhouses with different light treatments
12 – 15	Wirkung von Lichtmenge und spektraler Lichtzusammensetzung auf die Blütenentwicklung von Lotus japonicus	Influence of light intensity and spectral light quality on the flower development of Lotus Japonicus
16 – 20	Energie- & CO ₂ -Einsparpotenzial der LED-KE 300 im Vergleich zu einer NaHD-Installation bei der Assimilationsbelichtung von Topfkräutern	Energy & CO ₂ -saving potential of the LED-KE 300 compared to HPS installation for the assimilation exposure of potted herbs
21 – 23	„MinTHG“ – Technische Verfahren für geschlossene Pflanzenproduktionssysteme zur Minderung von Treibhausgas-Emissionen und klimawandelbedingtem abiotischen Stress	“MinTHG“ – Technical procedures for closed crop production systems to reduce greenhouse gas emissions and climate change-induced abiotic stress
24 – 25	Hochdruckentladungs-Leuchten CDM-K & CDM-KE	High-pressure discharge luminaires CDM-K & CDM-KE
26 – 27	MGR-K & MGR-E	MGR-K & MGR-E
28 – 29	MGR-UV	MGR-UV
30 – 31	SON-K & SON-KE	SON-K & SON-KE
32 – 34	LED-Leuchten LED-KE	LED luminaires LED-KE
35 – 36	LED-LE	LED-LE
37	Planung einer Klimakammer	<i>Planning a climatic chamber</i>
38	VisuSpectrum	<i>VisuSpectrum</i>
39	LED-Belichtung für Anzucht-Regalsysteme	<i>LED-Light for shelvesystems</i>
40 – 42	LED-MID für Mehrlagenkulturanlagen	<i>LED-MID for vertical farming</i>
43 – 44	Leuchten für die Innenraumbegrünung Pendelleuchten	Luminaires for indoor greening <i>Pendant luminaires</i>
45	Leuchtmittel CHD Agro 400	Lamps CHD Agro 400
46	CHD-TP Agro 630-400	CHD-TP Agro 630-400
47	CDM-T Elite	CDM-T Elite
48	SOD Agro	SOD Agro
49 – 50	Technische Daten	<i>specifications</i>

Was man über Licht wissen sollte

Pflanzen und Licht

Pflanzen brauchen Licht um zu wachsen, aber auch zur Steuerung von vielen anderen Entwicklungsprozessen und Stoffwechselfvorgängen. Natürlicherweise werden Pflanzen durch die Sonne mit Licht versorgt. Diese ist nach wie vor die wichtigste und günstigste Lichtquelle bei der Pflanzenproduktion in Gewächshäusern und im Freiland. In Zeiten mit geringer Sonneneinstrahlung, wie den Wintermonaten, ist in Mitteleuropa das natürliche Lichtangebot aber zu gering, um ausreichend gute Pflanzenqualitäten produzieren zu können. Durch den Einsatz von zusätzlichem Assimilations- oder Wachstumslicht, kann das Lichtangebot soweit gesteigert und verlängert werden, dass eine ganzjährige Produktion von z.B. Kräutern oder Gemüse in Gewächshäusern ermöglicht wird. Licht hat zudem bei vielen Pflanzenarten Einfluss auf die Blütenbildung, diese kann durch photoperiodische Belichtung gezielt gesteuert werden. Verlängert man mittels Assimilationsleuchten die Tageslänge auf über 12 h, ist dies für Langtagspflanzen das Signal mit der Blüte zu beginnen. Bei Kurztagspflanzen kann eine solche Lichtbehandlung die Blüte verhindern. Es ist aber auch möglich durch Störlicht in der Nacht vergleichbare Effekte zu erzielen. Das Kultivieren von Pflanzen in Klimakammern ohne Tageslicht beschränkte sich bisher hauptsächlich auf Forschungseinrichtungen, In-Vitro-Labore oder große Pflanzenzüchter. Zunehmend setzen aber auch Produktionsbetriebe auf vollständiges Kunstlicht und kontrollierte Klimabedingungen, Stichwort „Vertical Farming“. In all diesen Anwendungsbereichen ist die Auswahl der richtigen Lichttechnologie besonders wichtig, da der Einfluss des Kunstlichts auf die Pflanzen umso größer wird, je weniger natürliches Tageslicht zur Verfügung steht.

Mit modernen LED-Leuchten, die es erlauben, sowohl das Lichtspektrum, als auch die Lichtintensität individuell einzustellen, können Forscher den Habitus oder auch den Gehalt an Inhaltsstoffen von Pflanzen aktiv beeinflussen. Da Pflanzen je nach Gattung, Art, Sorte und auch Entwicklungsstadium sehr unterschiedlich auf Licht reagieren können, wurden in den letzten Jahren hierzu spezielle Lichtrezepte erarbeitet.

What you should know about light

Plants and light

Plants need light for growth, but also to regulate many other developmental and metabolic processes. Naturally the sun provides plants with all light they need. It is still the most important and cheapest source of light for plant production in greenhouses and outdoors. In times of low solar radiation, as in the winter months, the natural light level in Central Europe is too low to produce adequate plant qualities. Due to additional assimilation or growth light the light level can be increased and extended, so that a year-round production of e.g. herbs or vegetables in greenhouses is possible. For many plant species light also has influence on flowering, it can be specifically controlled via photoperiodic lighting. By expanding the day length with assimilation luminaires to more than 12 hours, long-day plants get the signal to start with flowering. For short-day plants such a light treatment can inhibit flowering. It is also possible to reach similar effects by short light periods during the night. Cultivating plants without daylight in climate rooms was often limited to research facilities, in vitro laboratories and big plant breeders. Lately an increasing number of production facilities is focusing on completely controllable climate and artificial light conditions, keyword: „vertical farming“. In all of those scopes of application the selection of the right light technology is especially important, as the influence of artificial light on plants increases the less natural daylight is available.

Modern horticultural LED luminaires, that allow individual configuration of light spectrum and intensity, enable researchers to actively influence the habitus of plants and also the content of phytochemicals. As plant reactions on light can be very divers, depending on genus, species, variety and even development stage, specific light recipes have been compiled to this in the last years.

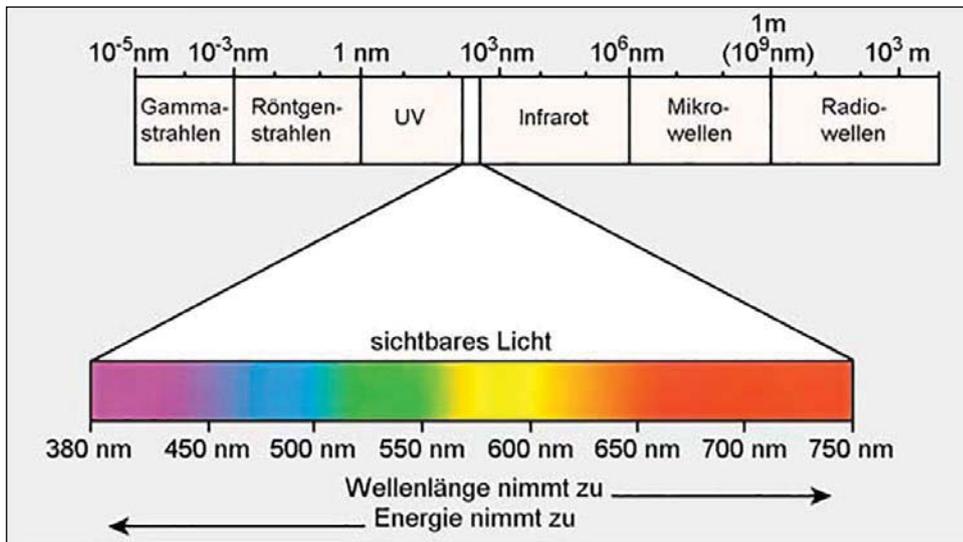


Abb. 1:
Licht als Teil der elektromagnetischen Strahlung
(Quelle: E-Learning-Projekt
Fotosynthese an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf)

Fig. 1:
Light as a part of the electromagnetic radiation
(Source: E-Learning-Projekt
Fotosynthese an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf)

Licht und Lichtmessung

Licht ist ein kleiner, für den Menschen sichtbarer Teil der elektromagnetischen Strahlung (s. Abb. 1). Elektromagnetische Strahlung besteht aus Wellen, deren spezifische Länge in Nanometer (nm) angegeben wird. Gleichzeitig liegt Licht in kleinen Teilchen vor, welche als Quanten oder Photonen bezeichnet werden.

Diese Photonen besitzen je nach Wellenlänge ein unterschiedlich hohes Energielevel. Je kürzer die Wellenlänge ist, desto höher ist der Energiegehalt, je langwelliger sie ist, desto energieärmer sind die Photonen. Die einzelnen Wellenlängen des Lichts erzeugen einen Farbeindruck, welcher sich von violett über blau, grün und gelb bis hin zu rot und dunkelrot erstreckt.

Beim Thema Lichtmessung denkt man meist an die photometrischen Einheiten Lux (lx) und Lumen (lm). Da diese Einheiten aber auf das Helligkeitsempfinden des menschlichen Auges ausgelegt sind, sind sie für die Anwendung in der Pflanzenwelt nur bedingt sinnvoll. Das menschliche Auge nimmt Licht als sichtbare Strahlung im Wellenlängenbereich von ca. 380 bis 780 nm wahr, wobei es die höchste Sensibilität bei 555 nm hat. Strahlung mit dieser Wellenlänge wird als besonders hell empfunden. Kurz- oder langwelligere Strahlung muss sehr viel stärker sein, um ein ähnlich intensives Helligkeitsempfinden hervorzurufen (s. Abb. 2).

Light and light measurement

Light is a small, for humans visible part of electromagnetic radiation (s. fig. 1). Electromagnetic radiation is composed of waves, their specific length is indicated in nanometers (nm). Simultaneously light is composed of little particles, called quanta or photons.

Those photons have different levels of energy, depending on their wavelength. The shorter the wavelength, the higher is the energy level, the longer the wavelength, the lower is the energy level of the photons. The single wavelengths of light create a colour impression, which ranges from purple, blue, green and yellow to red and far-red.

In connection with the topic light measurement, people usually associate the photometric units lux (lx) and lumen (lm). As those units are derived from the brightness perception of the human eye, their use for plants is only useful to a limited extent. The human eye perceives light as visible radiation within the wavelength range of about 380 to 780 nm, whereby it has the highest sensitivity for light at 555 nm. Radiation with this wavelength is experienced as very bright. Radiation with shorter or longer wavelengths has to be much stronger to cause a similar intense brightness experience (s. fig. 2).

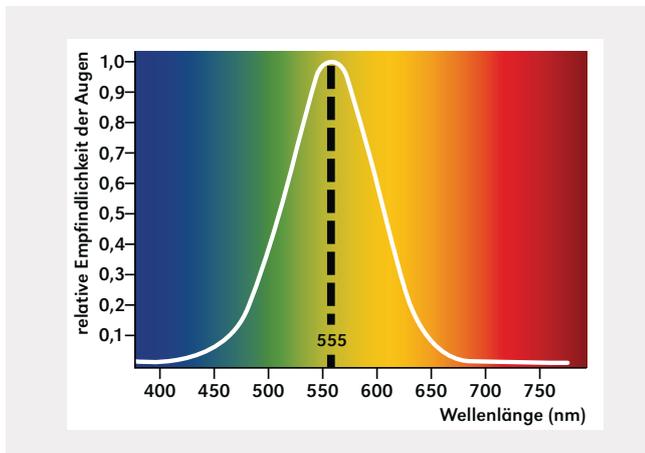


Abb. 2: Lichtempfindlichkeitskurve des menschlichen Auges

Fig. 2: Light sensitivity curve of the human eye

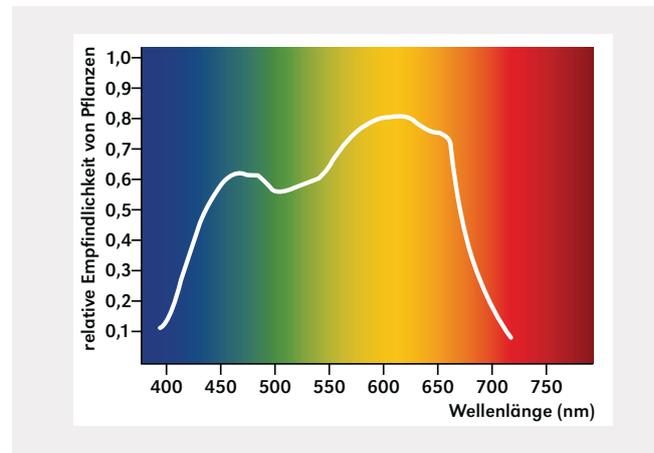


Abb. 3: Lichtempfindlichkeitskurve von Pflanzen

Fig. 3: Light sensitivity curve of plants

Pflanzen nehmen Licht anders wahr als der Mensch. Um eine Lichtquelle hinsichtlich ihrer Eignung zur Pflanzenbelichtung zu beurteilen, ist es besser den Anteil an photosynthetisch aktiver Strahlung, kurz PAR (engl. photosynthetic active radiation), zu ermitteln. Das ist jener Wellenlängenbereich des Lichtes zwischen 400 und 700 nm (nach CIE 106/8 1993), den Pflanzen für die Photosynthese nutzen können. Auch Pflanzen haben innerhalb des PAR-Bereiches für gewisse Wellenlängen eine höhere Empfindlichkeit (s. Abb. 3). Zusätzlich können Pflanzen auch UV-Licht (unter 400 nm) und Infrarotstrahlung (über 700 nm) erkennen und darauf reagieren. Des Weiteren hat die Lichtzusammensetzung, also das Verhältnis der Wellenlängen zueinander, Einfluss auf das Pflanzenwachstum.

Die gesamte PAR-Leistung einer Lichtquelle wird als photosynthetischer Photonenfluss, kurz PPF (engl. photosynthetic photon flux), bezeichnet und in Mikromol pro Sekunde ($\mu\text{mol/s}$) angegeben. Um den PPF-Output eines Leuchtmittels zu ermitteln, wird dieses in einer Ulbricht-Kugel vermessen. Um festzustellen welcher Anteil des PPF auf einer Fläche ankommt, wird die photosynthetische Photonenflussdichte, kurz PPFd (engl. Photosynthetic photon flux density), mit Hilfe von Quantum-Sensoren bestimmt. Diese erfassen die Anzahl an Lichtteilchen, die auf einer Fläche pro Sekunde auftreffen. Die Einheit des PPFd ist Mikromol pro Quadratmeter und Sekunde ($\mu\text{mol/m}^2\text{s}$). Hochwertige Quantum-Sensoren berücksichtigen den unterschiedlichen Energiegehalt der Lichtteilchen. Sie können aber nicht die eigentliche Lichtzusammensetzung bzw. das Lichtspektrum messen. Mit einem fest installierten Quantum-Sensor kann z.B. die Sonnenstrahlung im PAR-Bereich für ein Gewächshaus gemessen werden.

Plants sense light in a different way than humans. To judge a light source regarding its suitability for plant illumination, it is better to determine the amount of photosynthetic active radiation (PAR). That is the wavelength range between 400 and 700 nm (CIE 106/8 1993), which plants can use for photosynthesis. Also plants have a greater sensitivity for certain wavelengths within the PAR range (s. fig. 3). In addition, plants can recognize UV light (under 400 nm) and infrared radiation (over 700 nm) and react to it. Also the light composition, the ratio of the wavelengths to each other, has an influence on plant growth.

The total PAR performance of a light source is called photosynthetic photon flux (PPF) and is indicated in micromoles per second ($\mu\text{mol/s}$). The PPF of a light source is commonly measured in an Ulbricht sphere. To determine how much of the total PPF reaches a surface, the photosynthetic photon flux density (PPFD) is determined with quantum sensors. They register the amount of photons that hit a surface per second, the unit of the PPFD is micromole per square meter and second ($\mu\text{mol/m}^2\text{s}$). Quality quantum sensors take the energy content of photons into account, which differs between the wavelengths. They cannot measure the light combination or light spectrum. With a permanently installed quantum sensor, e.g. the sun whole day radiation within the PAR range can be measured for a greenhouse.

Summiert man die Einstrahlung des gesamten Tages, erhält man die Tageslichtsumme, auch DLI genannt (engl. daily light integral), in Mol pro Quadratmeter und Tag ($\text{mol}/\text{m}^2\text{d}$). Zwar ändert sich auch das Lichtspektrum der Sonne witterungs-, tages- und jahreszeitabhängig, aber es kann nicht direkt beeinflusst werden. Somit ist für die Beurteilung der PAR-Leistung der Sonne ein Quantum-Sensor meist ausreichend. Anders ist das bei künstlichen Lichtquellen mit einem spezifischen Spektrum. Bei modernen LED-Leuchten kann dieses aktiv in Zusammensetzung und Intensität gesteuert werden. Weißes Licht kann sowohl durch eine einzelne weiße LED oder eine Mischung aus blau, grün und rot erzeugt werden. Für einen Quantum-Sensor würde dies keinen Unterschied machen. Ist das Spektrum einer Lichtquelle für die Pflanzenbelichtung nicht bekannt, kann es mit einem Photo-Spektrometer ermittelt werden. Je nach Hersteller und Bauart, können diese weitere Parameter, wie z.B. PPF, Lichtfarbe, Wellenlängenverhältnisse und auch Strahlung außerhalb des PAR-Bereichs, wie UV- und Wärmestrahlung erfassen. Dadurch wird eine umfassende Beurteilung von Lichtquellen möglich.

Adding up the whole irradiation of a day, the daily light integral (DLI) is obtained, indicated in mol per square meter per day ($\text{mol}/\text{m}^2\text{d}$). The light spectrum of the sun changes depending on weather conditions, time of day and season, but it cannot be influenced directly. So for evaluation of the PAR performance of the sun, a quantum sensor is usually sufficient. This is different in the case of artificial light sources with a specific spectrum. With modern LED luminaires the spectrum can be regulated in composition and intensity. White light with a PPF of for example $20 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ can be created through a white LED or a mixture of blue, red and green, for a quantum sensor this would make no difference. If the spectrum of a light source for plant illumination is not known, it can be made visible with a photo spectrometer. Depending on manufacturer and design, additional parameters like PPF, light colour and wavelength ratio and also radiation beyond the PAR range like UV light or infrared radiation can be measured. So a comprehensive evaluation of a light source is possible.

Übersicht Einheiten Summary units

Photosynthetisch aktive Strahlung <i>Photosynthetic active radiation</i>	Strahlung zwischen 400-700 Nanometer, die Pflanzen für Photosynthese nutzen können <i>Radiation between 400-700 nanometers that plants can use for photosynthesis</i>	nm
Photosynthetischer Photonenfluss <i>Photosynthetic photon flux</i>	Gesamte, von Lichtquelle erzeugte PAR pro Sekunde <i>Total of a light source emitted PAR flux per second</i>	$\mu\text{mol}/\text{s}$
Photonenfluss <i>photon flux</i>	Gesamte, von Lichtquelle erzeugte Strahlung von 280-800 nm pro Sekunde <i>Total of a light sources emitted irradiance from 280-800 nm per second</i>	$\mu\text{mol}/\text{s}$
Photosynthetische Photonenflussdichte <i>Photosynthetic photon flux density</i>	PAR pro Sekunde, die auf eine Fläche auftrifft <i>PAR per second that arrives at a surface</i>	$\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$
Tageslichtsumme <i>Daily light integral</i>	PAR, die pro Tag auf eine Fläche auftrifft <i>PAR per day that arrives at a surface</i>	$\text{mol}/\text{m}^2\text{d}$
Photosynthetischer Photonenfluss pro Watt <i>Photosynthetic photon flux per watt</i>	PPF, der mit einem Watt elektrischer Leistung erzielt wird <i>PPF that is produced with one W of electrical power</i>	$\mu\text{mol}/\text{Ws}$ bzw. $\mu\text{mol}/\text{J}$

Richtwerte zu Lichtintensitäten References for light intensities

$> 10 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	Mindestintensität für Innenraumbegrünung <i>Minimum intensity for interior greenery</i>
$15-30 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	Zur Verbesserung der Qualität, Erhalt der Kultur und begrenzten Produktionssteigerung <i>For improving quality, preservation of culture and limited production increase</i>
$30-45 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	Für Aussaaten, Sämlinge und Anzucht <i>For sowing, seedlings and cultivation</i>
$40-100 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	Für ganzjährige Produktion von z.B. Chrysanthemem, Rosen, Kräutern,... <i>For year-round production of e.g. chrysanthemums, roses, herbs,...</i>
$100-200 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	Für Produktion von Pflanzen mit hohem Lichtbedarf, wie z.B. Tomaten und Gurken <i>For production of plants with high greater needs for light, like tomato and cucumber</i>
$100-800 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	Für Produktion von Pflanzen unter rein künstlicher Belichtung, z.B. Klimakammern, Vertical/Indoor Farming,... <i>For production of plants under completely artificial light conditions, e.g. climatic chambers, vertical/indoor farming,...</i>
$350-1500 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	Für Forschungsvorhaben mit hohen Lichtintensitäten <i>For research projects with high light intensities</i>

Ausfärbung roter Blattsalate in der Herbstkultur unter verschiedenen Belichtungsvarianten

Leaf coloration of red lettuce cultivated in autumn in greenhouses with different light treatments

Dr. T. Bornwaßer, H. Sauer,
Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg

Hintergrund

Die Produktion eines marktfähigen rotausfärbenden Salates kann in der lichtarmen Jahreszeit nur im geschützten Anbau unter Einsatz einer Assimilationsbelichtung gelingen. Dabei ist die Ausfärbung unter einer konventionell genutzten Natriumhochdruckdampflampe nur unzureichend. Verschiedene rote Blattsalate wurden in NFT (Nutrient Film Technique) kultiviert und auf ihre Ausfärbung unter unterschiedlichen Belichtungsvarianten getestet.

Material und Methoden

Kultur- und Versuchshinweise

Sorten	Siehe Abb. 1
Aussaat	KW 42/17
Pflanzung	KW 45/17
Ernte	KW 03/18
Anbausystem	NFT (Nutrient Film Technique) 12,5 Pflanzen pro m ²
Düngung	EC 2,0; Rezept nach Sonnevelds Nährlösung für Salate ¹⁾

Belichtungsvarianten:

Kontrolle	Pflanzen kultiviert in New Growing System
LED	LED-KE 300 (DH Licht GmbH) Einstellungen: 100% Blau (450 nm + 470 nm) 50% Rot (660 nm) 50% DR (730 nm) 50% Weiß (6500 K)
CDM	CDM-KE I (DH Licht GmbH) Keramik-Metallhalogendampflampe

Abstract

The production of a marketable red-leaved lettuce is only possible in protected cultivation using an assimilation light in seasons with low global irradiance. The leaf coloration under a conventional high-pressure sodium lamp is insufficient. Various red-leaved lettuce cultivars were cultivated with NFT (nutrient film technique) and tested for their coloration under different light treatments.

Material and Methods

Plant material and cultivation procedure

Cultivars	see Fig. 1
Sowing	KW 42/17
Planting	KW 45/17
Harvest	KW 03/18
Cultivation system	NFT (nutrient film technique) 12.5 plants per m ²
Fertilization	EC 2.0; Recipe for Sonneveld's nutrient solution for lettuce ¹⁾

Light treatments:

Control	Plants cultivated in New Growing System
LED	LED-KE 300 (DH Licht GmbH) Settings: 100% blue (450 nm + 470 nm) 50% red (660 nm) 50% far-red (730 nm) 50% white (6500 K)
CDM	CDM-KE I (DH Licht GmbH) ceramic metal halide lamp



Abb.1: Verwendete Sorten

Fig.1: Used lettuce cultivars

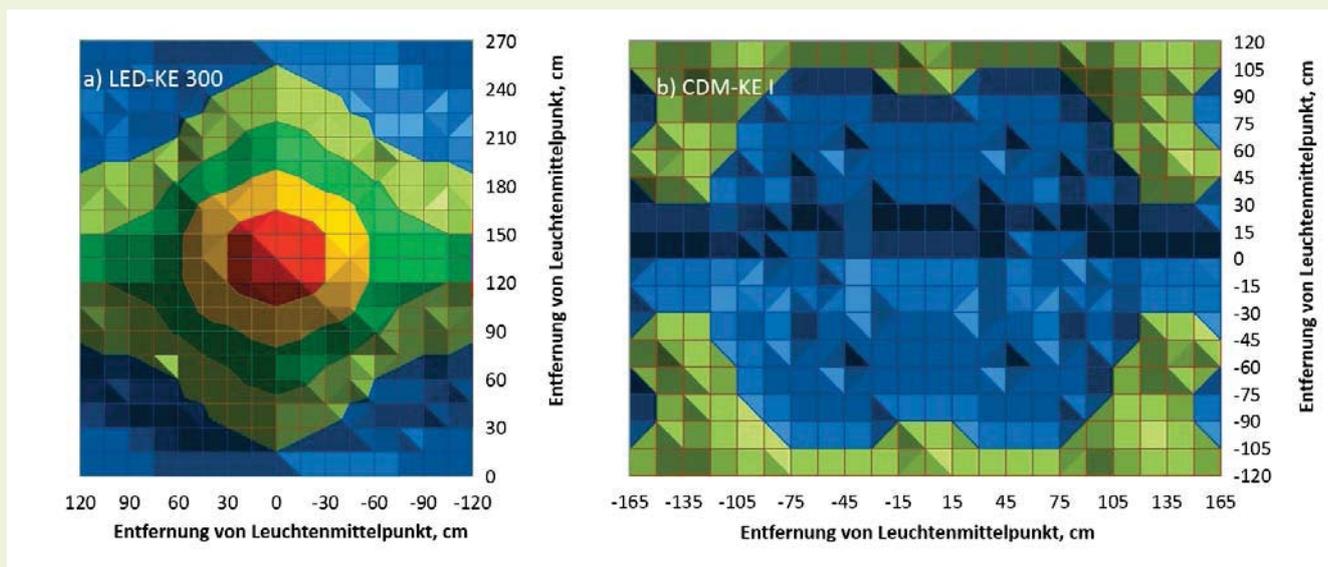


Abb. 2: PAR Verteilung auf der Kulturfläche unter a) einer LED-KE 300 ($\bar{\Phi}$ Photonenflussdichte (PPFD): $42,2 \pm 6,2 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) und b) einer CDM-KE I ($\bar{\Phi}$ Photonenflussdichte: $39,4 \pm 1,3 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Die Farben kennzeichnen die unterschiedlichen Bereiche der gemessenen Photonenflussdichte ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$):

Fig. 2: PAR distribution under a) LED-KE 300 ($\bar{\Phi}$ photon flux density (PPFD): $42.2 \pm 6.2 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) and b) CDM-KE I ($\bar{\Phi}$ photon flux density: $39.4 \pm 1.3 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). The colors indicate the different areas of the measured photon flux density ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$):



Ergebnisse

- marktfähiger (mf) Ertrag
 - keine signifikanten Ertragsunterschiede in den belichteten Varianten
 - maximale mf Erträge in der LED-Variante
 - 1,82 kg m⁻² ('Soltero', 'Navara')
 - minimale Erträge in der Kontrollvariante
 - 0,34 kg m⁻² ('Multired 4')
- sortenabhängige, deutlichere Ausfärbung in der LED-Variante (Abb. 3)
- geringerer Anteil marktfähiger Pflanzen in der LED-Variante
 - sortenabhängiger Staucheffekt
 - starke Ausprägung bei 'Kaftan' und 'Soltero'
 - „Randen“ und Sonnenbrandsymptome (Abb. 4)
 - sortenabhängiger, stärkerer Effekt im Vergleich zur CDM-Variante
 - 'Lea', 'Kaftan', 'Corentine', 'Navara'

Results

- yield
 - no significant differences in yield between light treatments
 - highest yield under LED light treatment
 - 1.82 kg m⁻² ('Soltero', 'Navara')
 - Lowest yield without artificial light (control)
 - 0.34 kg m⁻² ('Multired 4')
- Leaf coloration in dependance on the cultivar, leaves under LED treatment were most colorful (Fig. 3)
- Proportion of marketable plants in the LED treatment was lower
 - Variety-dependent inhibition of elongation growth (strong effect in 'Kaftan' and 'Soltero')
 - damages in the leaf edges and sunburn symptoms (Fig. 4)
 - cultivar-dependent, strong effects under LED light compared to CDM light treatment (observed in cultivars 'Lea', 'Kaftan', 'Corentine', 'Navara')

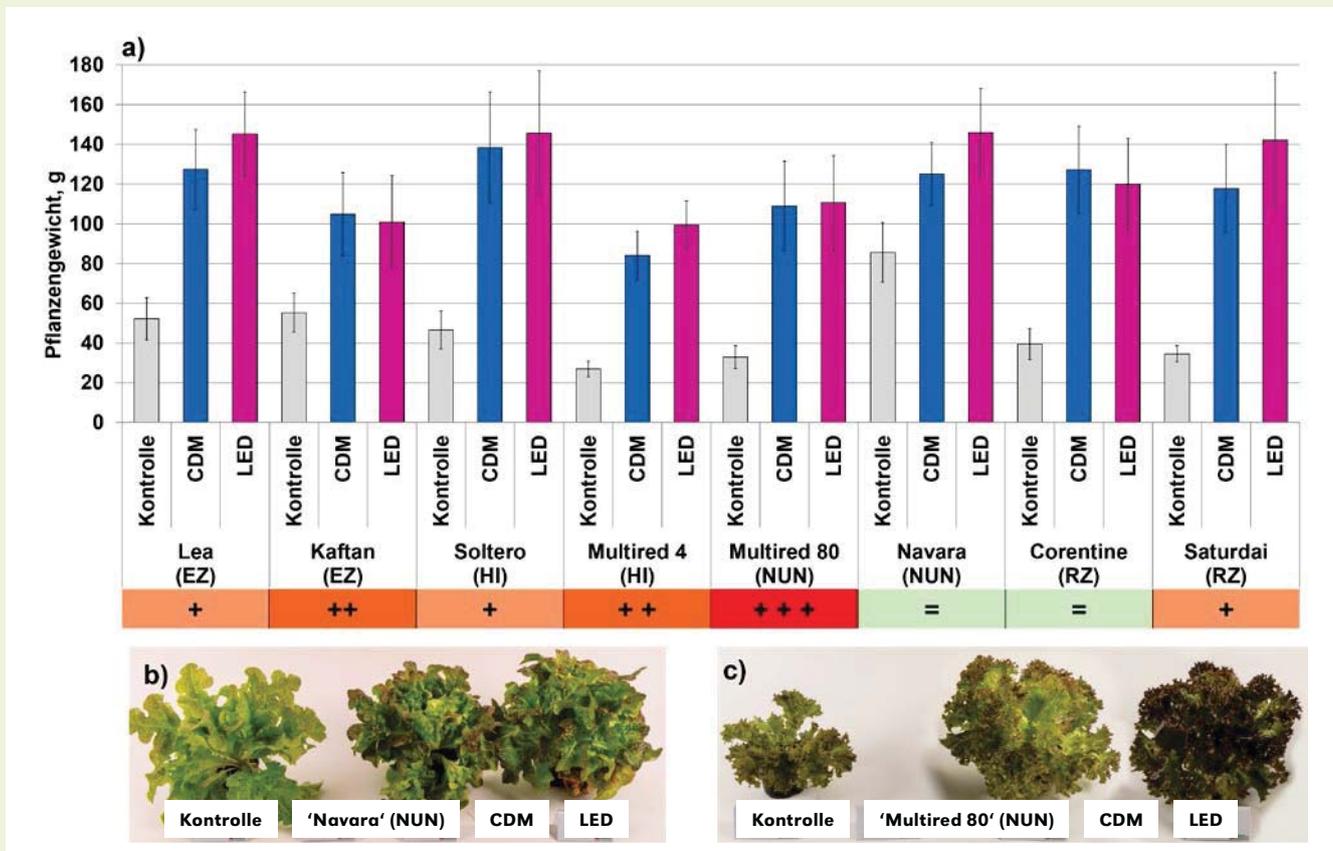


Abb. 3: Einzelpflanzengewicht der verschiedenen Salatsorten bei drei unterschiedlichen Belichtungsvarianten (Abb. 3a) Die Symbole unter den Sortenbezeichnungen kennzeichnen die Ausfärbung der Pflanzen der LED Variante im Vergleich zur CDM Variante: = : gleiche Ausfärbung (Abb. 3b), +++: starker Unterschied der Ausfärbung (Abb. 3c)

Fig. 3: Individual plant weights of the different lettuce cultivars produced with three different light treatments (Fig. 3a). The symbols under the variety assign the coloration of the plants of the LED treatment in comparison to the CDM treatment: =: same coloration (Fig. 3b), +++: high leaf coloration (Fig. 3c).



Abb. 4: „Randen“ bei Salat (Sorte 'Navara')

Fig. 4: Leaf damages (cultivar 'Navara')

Fazit

Mittels einer LED Belichtung ist es möglich marktfähige Pflanzen mit einer stärkeren Ausfärbung zu produzieren. Für einen stark ausgeprägten Effekt ist die Sortenwahl entscheidend.

Mit der Erhöhung des Blauanteils ging nicht nur eine stärkere Ausfärbung im Vergleich zur CDM Variante einher, ebenfalls war eine Verringerung des Anteils marktfähiger Pflanzen durch ein erhöhtes Aufkommen des Randens an Blättern zu beobachten. Dieser Effekt könnte durch eine durch Blau induzierte Erhöhung der stomatären Leitfähigkeit bedingt sein.

Eine Erhöhung des marktfähigen Anteils an Pflanzen unter der LED Belichtung könnte durch die Anpassung der Belichtung erzielt werden. Eine mögliche Belichtungsstrategie, die Strahlungsqualität durch die Erhöhung des Blauanteils einige Tage vor der Ernte zu erhöhen, wird in Folgeversuchen, mit dem Ziel der Erstellung eines Lichtrezeptes, an der LVG Heidelberg untersucht.

Conclusion

With LEDs, it is possible to produce marketable plants with a stronger leaf coloration. The choice of cultivar is crucial for a pronounced effect of leaf coloration.

The increase in the blue content was not only accompanied by a stronger coloration compared to the CDM variant, but also a decrease in the proportion of marketable plants due to an increased occurrence of leaf damages. This effect could be caused by a blue light induced increase of stomatal conductivity.

An increase in the marketable proportion of plants under LEDs could be achieved by adjusting the exposure.

In further experiments at the LVG Heidelberg it will be tested to increase the amount of blue light just a few days before harvest. The aim is to create a light recipe to optimize the yield and coloration of the lettuce and to reduce the amount of leaf damages.

Dr. T. Bornwaßer, H. Sauer,
Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg

Quellen / References:

¹⁾ N. Mattson and C. Peters. A recipe for hydroponic success. Inside Grower Magazine, pages 16-19, 2014.

Wirkung von Lichtmenge und spektraler Lichtzusammensetzung auf die Blütenentwicklung von *Lotus japonicus*

Influence of light intensity and spectral light quality on the flower development of Lotus Japonicus

Dr. Susanne Steger
Technische Universität München (TUM)
TUM-Gewächshauslaborzentrum Dürnast

Hintergrund

Für wissenschaftliche Experimente wird *Lotus japonicus* als Modellpflanze verwendet. Dabei werden verschiedene Wildtypen vermehrt und gekreuzt, um genetische Zusammenhänge bezüglich Resistenzen gegenüber Umweltstressoren (Trockenheit, Salzstress, Insekten) zu erfassen und Veränderungen durch Kreuzungen nachvollziehen zu können. Diese Kenntnisse können dann auf Kulturpflanzen übertragen werden und Kreuzungsarbeiten durch bekannte Genmarker deutlich verkürzt werden. Um diese Kenntnisse zu erlangen, werden am Gewächshauslaborzentrum am Wissenschaftszentrum Weihenstephan der Technischen Universität München (TUM) in Kooperation mit anderen Forschungsgruppen *Lotus japonicus* (Abb. 1) Pflanzen ganzjährig kultiviert. Da die Blüteninduktion bei zu geringer Lichtintensität ausbleibt und die Ergebnisse unter Natriumdampf-Leuchten nicht zufriedenstellend waren, sollte ein geeignetes Spektrum mit der optimalen Lichtintensität ermittelt werden, die eine ganzjährige Züchtung ermöglicht.

Abstract

For scientific experiments, Lotus japonicus is used as a model plant. Different wild types are multiplied and crossed in order to detect genetic correlations regarding resistance to environmental stressors (drought, salt stress, insects) and to comprehend changes due to crossbreeding. This knowledge can then be transferred to crops. As a result, crossing work can be significantly shortened by known gene markers. Lotus Japonicus plants (Fig. 1) are cultivated year-round at the Greenhouse Laboratory Center at the Weihenstephan Science Center of the Technical University of Munich (TUM) in cooperation with other research groups. Since the flower induction does not occur when the light intensity is too low and the results under high-pressure sodium lamps were unsatisfactory, the aim of this research was to determine a suitable spectrum with an adequate light intensity to enable a year-round breeding.



Abb. 1: *Lotus japonicus*

Fig. 1: *Lotus japonicus*

Material und Methoden

Die bei 22 °C kultivierten Jungpflanzen wurden 16 h pro Tag entweder unter der Entladungsleuchte (CDM-KE) oder der LED-Leuchte (LED-KE) sowie je drei Lichtintensitäten (85, 135, 185 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) kultiviert.

Die CDM-KE weist im Vergleich zur LED-KE einen höheren Hellrot-Anteil sowie höhere Intensitäten im Gelb-Grünen-Bereich auf (siehe Tab. 1). Da identische Photosynthese-Leistungen der Pflanzen für die Beurteilung des Lichtspektren-Einflusses eine Voraussetzung sind, wurde in dieser Versuchsreihe die photosynthetische Photonenflussdichte (PPFD in $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) als Ausgangsgröße verwendet.

Material and Methods

Young plants were cultivated at 22 °C for 16 h per day either under a discharge lamp (CDM-KE or LED lamp (LED-KE 300) with three different light intensities (85, 135, 185 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$).

The CDM-KE contain a higher red-light content and higher proportions in the yellow-green range compared to the LED-KE (see Tab. 1). Since identical photosynthetic performances of the plants are a prerequisite for assessing the influence of light spectra, the photosynthetic photon flux density (PPFD in $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) to estimate the light intensity of the lamp systems.

Tab. 1: Spezifische spektrale Verhältnisse von Tageslicht und der Leuchten-Systeme CDM-KE und LED-KE. Photosynthetische Photonenflussdichte (PPFD) = „von Pflanzen nutzbare Lichtmenge“ der photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR).

Tab. 1: Specific spectral ratios of daylight, CDM-KE and LED-KE. Photosynthetic photon flux density (PPFD) = amount of light of photosynthetic active radiation (PAR).

Lichtsystem / Verhältnisse light systems / portions of light	Blau/ blue (400-500 nm)	Grün-Gelb/ green-yellow (500-600 nm)	Hellrot/ red (600-700 nm)	Dunkelrot/ far-red (700-800 nm)
Tageslicht / daylight	1	1,2	1,1	1,2
CDM-KE	1	1,9	2,0	0,6
LED-KE	1	0,6	1,3	0,5

Ergebnisse

Innerhalb der ersten 24 Tage nach dem Pikieren (TN-P) hat die Lichtintensität einen deutlich höheren Einfluss auf das Pflanzenwachstum als die Lichtqualität (Abb. 2). Dabei führte eine Verdoppelung der Lichtmenge zu einer Verdoppelung der Pflanzenmasse, sowie zu einer Zunahme der Trieblänge um mehr als 20%. Das durch die Lichtmenge stimulierte Pflanzenwachstum verdeutlichte sich mit fortschreitender Kulturzeit nochmals und führte zu einer vierfachen Biomasse-Entwicklung durch eine Verdoppelung der Lichtmenge bis zum 3. Flor. Dabei spielte die gesteigerte Verzweigung um 60% eine zusätzliche Rolle. Demnach ist die Lichtintensität eine wichtige Einflussgröße bezüglich der vegetativen Entwicklung von *Lotus japonicus*, die bei gegebenen Kulturbedingung eine Intensität von 135 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ niemals unterschreiten sollte, optimal wären sogar 185 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$.

Results

Within the first 24 days after transplanting (TN-P), light intensity has a significantly higher influence on plant growth than the quality of light (Fig. 2). A doubling of the light intensity led to a doubling of the plant mass. Furthermore, shoot length was increased more than 20%. These results were even pro pronounced with increasing cultivation time until the third flowering leading to fourfold biomass in comparison between plant grown with 85 and 185 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$. Additionally, an increased branching degree by 60% was also observed. Light intensity is an important factor influencing the vegetative development of *Lotus japonicus*, which should never be less than 135 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$. Supplemental light with about 185 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ would be optimal.

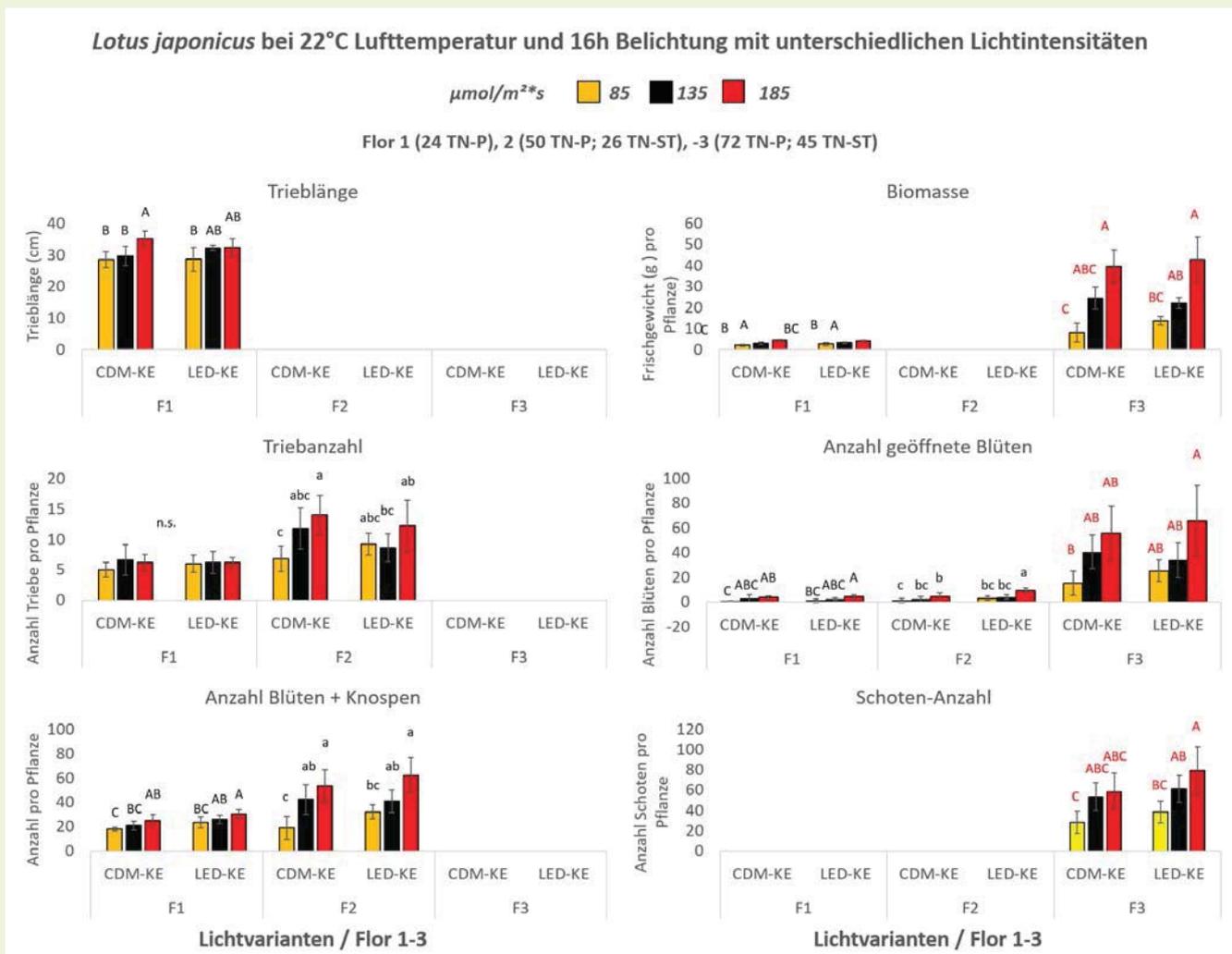


Abb. 2: Einfluss der Lichtsysteme CDM-KE und LED-KE auf vegetative und generative Merkmale von *Lotus japonicus* kultiviert in den Wintermonaten im Gewächshaus bei 22 °C und einer 16 stündigen Zusatzbelichtung unterschiedlicher Intensitäten (85, 135, 185 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$). Nach dem 1. Flor [F1: 24 Tage nach dem pikieren (TN-P)] wurden die Kultur gestutzt (TN-ST) und anschließend Flor 2 und 3 ausgewertet. Balken stellen Mittelwerte +/- SD mit n=5 dar. Tukey-B mit $\alpha = 0,05$.

Fig. 2: Influence of the light systems CDM-KE and LED-KE on vegetative and generative traits of *Lotus japonicus* cultivated in the winter months in the greenhouse at 22 °C with a light period of 16-hour at different light intensities (85, 135, 185 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$). Plants were cut (TN-ST) after the first flowering [F1: 24 days after transplant (TN-P)]. Afterwards plants were evaluated after 2nd and 3rd flowering. Bars represent averages +/- sd with n = 5. Tukey-B with $\alpha = 0.05$.

Unter beiden Lichtsystemen zeigten sich in keiner Entwicklungsphase Unterschiede im vegetativen Wachstum. Auch auf generative Merkmale von *L. japonicus* hat die Lichtintensität einen deutlich stärkeren Einfluss als die spektrale Zusammensetzung des Lichts. So führte eine verdoppelte Lichtmenge bei jeder Entwicklungsphase (Flor 1-3) zu Steigerungen in der Blütenbildung um mehr als das Zweifache, was sich auch in der Anzahl an Schoten im 3. Flor widerspiegelt (Tab. 2). Die Spektren der beiden Leuchtensysteme zeigten hingegen nur einen geringen Einfluss auf die generativen Merkmale.

Obwohl die CDM-KE im Gegensatz zur LED-KE als Entladungslampe einen hohen IR-Peak aufweist, was sicherlich eine erhöhte Gewebetemperatur mit sich brachte (nicht ermittelt), zeigte sich jedoch in der Blütenentwicklung eine leichte aber signifikante Verzögerung. Somit waren bei einer Lichtmenge von $185 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ im 2. Flor unter der CDM-KE nur 8% der Blüten geöffnet, unter der LED-KE hingegen schon 15%. Im 3. Flor hält sich diese Entwicklung hingegen nur noch als Tendenz, was jedoch auch jahreszeitlich bedingt gewesen sein kann. Nimmt die natürliche Lichtintensität zu (ab März / April), verringert sich der Effekt, der spektralen Zusammensetzung der Zusatzbeleuchtung, nur der positive Einfluss einer erhöhten Lichtintensität bleibt noch länger bestehen.

Tab. 2: Relative Zunahme (%) verschiedener vegetativer und generativer Merkmale von *Lotus japonicus* durch eine Verdoppelung der Lichtintensität ($85 \Rightarrow 185 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) während des 1. bis 3. Flors (24, 50, 72 TN pikieren).

Vegetative und generative Merkmale vegetative and generative traits	Steigerung LI $85 \Rightarrow 185 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ increase LI $85 \Rightarrow 185 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	
	CDM-KE	LED-KE
Trieblänge / shoot length	23 / - / -	13 / - / -
veg. Biomasse / veg. fresh weight	121 / - / 394	67 / - / 215
Triebanzahl / number of shoots	24 / 106 / -	3 / 33 / -
Blüten / flowers	260 / 120 / 265	340 / 213 / 160
Blüten + Knospen / flowers + buds	41 / 180 / -	59 / 93 / -
Schoten / pods	0 / 0 / 107	0 / 0 / 106

Fazit

Um einen optimalen Blüten- und Schoten-Ansatz bei *Lotus japonicus* zu erzielen, wird für die Kultivierung im Gewächshaus bei ca. 22°C generell eine 16-stündige Zusatzbelichtung von mindestens $150 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ab Anfang Oktober bis Ende April empfohlen. Die LED-KE zeigte dabei gegenüber der CDM-KE nur leichte Vorteile in der generativen Entwicklungsgeschwindigkeit, sodass die Entscheidung zu einem der beiden Leuchten-Systeme von anderen Faktoren abhängig gemacht werden sollte (z.B. energetischen Vorteilen). Beide Systeme eignen sich gut für die Zusatzbelichtung in einer Winter-Gewächshaus-Kultur von *Lotus japonicus*.

*Under both lighting systems, no differences in vegetative growth at any stage of development were observed. The light intensity was also a strong influencing factor for flower development of *L. japonicus*. For example, a doubled amount of light at each stage of development (flowering 1-3) led to an increase of more than two times in flower formation, also indicated by the number of pods in the third flowering (Tab. 2). The spectra of the two lamp systems, showed only a minor influence on the generative traits.*

Although the CDM-KE has a high IR peak compared to the LED-KE, which certainly led to an elevated tissue temperature (not determined), there was a slight but significant delay in the development of the flowers under the light from the CDM-KE treatment. Thus, with a light intensity of $185 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ in the second flowering, only 8% of the flowers were opened under the CDM-KE, whereas 15% of the flowers were already opened under the LED-KE. However, these observations were only detected as a tendency during further cultivation time, which might be caused by seasonal changes. If the natural light intensity increases (from March / April), the effects of the spectral composition of the supplemental light decrease, but the positive influence of an increased light intensity persists.

Tab. 2: Relative increase (%) of various vegetative and generative traits of *Lotus japonicus* by a doubling of light intensity ($85 \Rightarrow 185 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) during the 1st to 3rd flowering (24, 50, 72 days after transplant).

Conclusion

*In order to achieve an optimal flowering and pod approach, a 16-hour supplemental light treatment of at least $150 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ from the beginning of October to the end of April is generally recommended for cultivation of *Lotus japonicus* in a greenhouse at approx. 22°C . The LED-KE showed only slight advantages compared to the CDM-KE in the generative development speed, so that the decision to one of the two lighting systems should be made concerning other factors (for example, energy advantages). Both systems are well suited for supplemental lighting of *Lotus japonicus* in a greenhouse in winter period.*

Energie- & CO₂-Einsparpotenzial der LED-KE 300 im Vergleich zu einer NaHD-Installation bei der Assimilationsbelichtung von Topfkräutern

Energy & CO₂-saving potential of the LED-KE 300 compared to HPS installation for the assimilation exposure of potted herbs

Michael Kloss
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH)
Gartenbauzentrum Geisenheim –
Gemüsebau & Kräuter

*Michael Kloss
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH)
Horticultural center Geisenheim -
vegetable crops & herbs*

Hintergrund

Auf der Grundlage einer Wirtschaftlichkeitsanalyse und unterstützt durch Fördermittel des IKSP (Integrierter Klimaschutzplan Hessen 2025) erfolgte im November 2018 in zwei Gewächshausabteilen des LLH-Gartenbauzentrums ein Austausch der bisherigen Natriumhochdruckdampf (NaHD)-Assimilationsbeleuchtung gegen LED-KE 300-Leuchten mit hocheffizienten LED. Mit Hilfe dieser Umrüstung sollen durch eine Verringerung des Strombedarfs CO₂-Emissionen von unter Assimilationslicht kultivierten gartenbaulichen Kulturen gesenkt und damit ein Beitrag zu einer ressourcen-schonenden Produktionsweise geleistet werden.

Abstract

Based on an economic analysis and supported by IKSP (Integrated Climate Protection Plan Hessen 2025), high-pressure sodium (HPS) lamps were replaced by LED-KE 300 with highly efficient LEDs in two greenhouse sections of the LLH horticultural center in Geisenheim in November 2018. The aim of the replacement was to reduce CO₂ emissions by saving energy from efficient assimilation light in order to make a contribution to the resource saving production of horticultural crops.

**Integrierter
Klimaschutzplan
Hessen 2025**



Ergebnisse

I) Installation & Lichtverteilung

Die technische Umsetzung erfolgte durch einen 1:1 Austausch der bisherigen SON-KE 400 (400 W) gegen LED-KE 300-Leuchten (300 W, Version 2018), so dass der Leuchten-Besatz zwar gleich blieb, die installierte Leistung per m² jedoch um ca. 1/3 gesenkt werden konnte (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Vergleich zwischen den neu installierten LED-Leuchten Typ: LED-KE 300 (DH Licht GmbH) zur bislang genutzten Hochdruck-Natriumdampfleuchten-Installation

Gemüsebau Abteil 1A: Vegetable crops Section 1A:	bisherige Installation (ersetzt) Previously luminaires	LED-Installation New installation
Hersteller / Manufacturer	DH Licht GmbH	DH Licht GmbH
Leuchte / luminaire	SON-KE 400	LED-KE 300
Installierte Leistung / installed power	12 x 425 W 5100 W	12 x 286 W 3432 W
Fläche (netto) / area (net)	75 m ²	75 m ²
W _{el} pro Fläche / W _{el} per area	68 W / m ²	46 Watt / m ²
Fläche (netto) pro Leuchten / area (net) per luminaire	6,3 m ² pro Leuchte / per luminaire	6,3 m ² pro Leuchte / per luminaire

Wie in Abb. 1 dargestellt, weist die Homogenität der Lichtverteilung unter der neuen LED-KE-Installation eine größere Streuung auf, allerdings auf einem etwas höheren mittleren PPF-D-Niveau.

II) Anbauversuch mit realisierten Verbräuche

Zur Validierung der potentiellen energetischen Effekte wurden bei einem Basilikum-Topfkräutersatz die tatsächlichen Verbräuche ermittelt.

a.) Pflanzenbaulicher Aufbau des Versuchs

Sorte:	'Eowyn' (Züchter: Enza Zaden)
Aussaat:	Lehner-Aussaatgerät mit 12 Ablagepunkten in 12er Pöppelmann blue® VCG
Aussaattermin:	18.01.19
Substrat:	Spezialmischung mit 50 % Torfersatz von Klasmann Deilmann
Keimung:	22.01.19

b.) Belichtungs- & Klimabedingungen

Belichtungszeitraum:	30.01.19 – 26.02.19 (27 Tage)
Belichtungssollwert:	Licht an bei < 20 klx Außeneinstrahlung
Sollwert der Assimilationslichtintensität (PPFD):	50-60 µmol/m ² s

Results

I) Installation & light distribution

The technical implementation was carried out by a 1:1 replacement of the previous SON-KE 400 (400 W) for LED-KE 300 (300 W) luminaires (version 2018). The amount of the luminaires was equal but the installed power / m² was reduced by approx. 1/3 (see Tab. 1).

Tab. 1: Comparison between the newly installed LED lights luminaires: LED-KE 300 (DH Licht GmbH) and previously used high-pressure sodium lamps (DH Licht GmbH).

As shown in Fig. 1, the homogeneity of the light distribution under the new LED-KE installation is wider, but at a slightly higher mean PPF-D.

II) C5cultivation trial with realized energy consumption

In order to validate the energy saving potential, the actual energy consumption was determined based on a production of potted basil.

a.) Growing conditions and plant material

Cultivar:	'Eowyn' (Enza Zaden)
Sowing:	Lehner sowing device with 12 sowing points in 12 Pöppelmann blue® VCG
date of sowing:	18.01.19
Substrate	Special substrate with 50% peat substitute from Klasmann Deilmann
germination	22.01.19

b.) Light treatment and climatic conditions

Exposure time:	30.01.19 – 26.02.19 (27 days)
Exposure set point	artificial light was applied < 20 klx global irradiance
Light intensity (PPFD):	50-60 µmol/m ² s

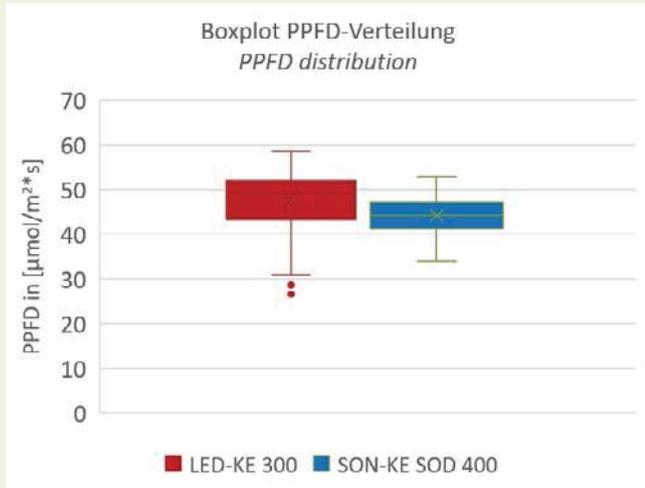


Abb. 1: Gemessene Lichtverteilung unter der LED-KE-Installation im Vergleich zur bisherigen Natriumdampfleuchten-Installation (Basis: Dialux-Simulation). Die Lichtmessung erfolgte mit einem LICOR-Quantum-Sensor Typ LI-190R.
Fig. 1: Measured light distribution under the LED-KE installation compared to the previous HPS (SON-KE) installation (based on Dialux simulation). The light measurement was carried out with a LICOR quantum sensor type LI-190R.

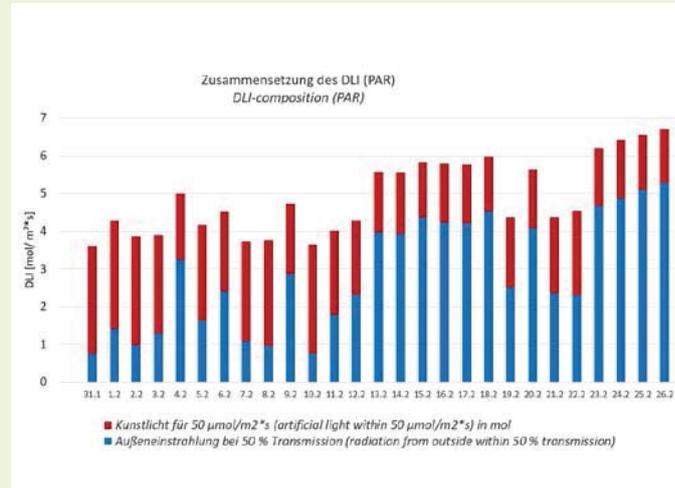


Abb. 2: Anteilige Zusammensetzung des täglich zur Verfügung stehenden Tageslichtintegrals (DLI) im Versuchszeitraum.
Fig. 2: Proportional composition of the daily light integral (DLI) in the test period.

Belichtungszeitraum: 06:00 Uhr – 22:00 Uhr (max. 16 h)
maximal Assimilationslichtmenge (bei 16 h und 50-60 µmol/m²s): 2,9-3,5 mol/m²d
Eindeckung: Alltop® 16 mm-Stegdoppelplatte

Exposure period: 06:00 am – 10:00 pm (max. 16 h)
Maximum amount of light (with 16 h and 50-60 µmol/m²s): 2.9-3.5 mol/m²d
Greenhouse cover: Alltop® 16 mm- Double walled sheet

c.) realisierte Einstrahlungsbilanz im Versuchszeitraum

Summe der photosynthetisch nutzbaren Strahlung (aus Tages- & Kunstlicht): 133 mol (± 100 %)
realisierte Laufzeiten der Assimilationsbelichtung: 305 Betriebsstunden (von max. 432 h möglichen)
Lichtmenge aus Tageslicht bzw. in % der Gesamtsumme (Annahme: 50 % Transmission; PPFD- Assimilationslicht: 50 µmol/m²s): 78 mol (± 59 %)
Lichtmenge aus Kunstlicht bzw. in % von der Gesamtsumme (bei PPFD 50 µmol/m²s): 55 mol (± 41 %)

c.) Realized radiation balance in the test period

sum of photosynthetic active radiation (global irradiance and artificial light): 133 mol (± 100 %)
Realized run times of the assimilation exposure: 305 operating hours (of a maximum of 432 h)
Light amount of global irradiance (With about 50 % transmission; PPFD- artificial light: 50 µmol/m²s): 78 mol (± 59 %)
Proportion of artificial light (PPFD 50 µmol/m²s): 55 mol (± 41 %)

Die zur Verfügung stehenden DLI bewegten sich zwischen 3,7 – 6,7 mol/m²d (siehe Abb. 2), was pflanzenbaulich insgesamt ein eher niedriges, allerdings bei den Gartenbaubetrieben oft anzutreffendes Niveau darstellt.

The available DLI was between 3.7 and 6.7 mol/m²d (see Fig. 2), which is a rather low level in terms of plant cultivation, but is often found in horticultural industry.

d.) realisierte elektrische Verbräuche (inkl. CO₂-Minderungseffekte)**d.) realized electrical consumption (with CO₂ reduction effects)**

	Bisherige NaHD-Installation Previously luminaires (HPS)	Neuinstallation LED New installation (LED)
Leuchtentyp luminaire	SON-KE 400	LED-KE 300
Verbrauch bei 305 Betriebsstunden (75 m ²) Energy consumption with 305 operation hours (75 m ²)	1558 kWh	934 kWh
Stromkosten für Belichtung pro m ² (18 Cent / kWh) Electrical energy cost for assimilation light per m ² (18 Cent / kWh)	3,84 € / m ²	2,24 € / m ²
CO ₂ -Freisetzung pro m ² (bei 489 g CO ₂ / kWh)* CO ₂ -emission per m ² (with 489 g CO ₂ / kWh)*	10,16 kg / m ²	6,09 kg / m ²
Minderung gegenüber NaHD-Installation in % im Versuchszeitraum Reduction compared to previously installation of HPS lamps during the cultivation time		40 %
* Ø CO ₂ -Gehalt je kWh deutscher Strom-Mix für 2017 (Quelle: Bundesumweltministerium) Ø CO ₂ -content per kWh according to German electricity for 2017 (source: Federal Environment Ministry)		

Tab. 2: Darstellung der im Versuchszeitraum realisierten Verbräuche, Stromkosten sowie CO₂-Emissionen der LED-KE 300 Installation gegenüber einer nachkalkulierten NaHD-Installation.

Tab. 2: Energy consumption, electricity costs and CO₂ emissions of the LED-KE 300 installation realized in the test period compared to a recalculated HPS installation.

Bei einer Bestandsdichte von 17,6 Pflanzen per m² und bei 12,5 kWh_{elektr.} per m² Strombedarf entfallen je Basilikumtopf 0,71 kWh Strom. Demgegenüber beträgt der Strombedarf unter den NaHD-Bedingungen 1,18 kWh. Dies bedeutet, dass unter LED-KE je Topf - alleine aufgrund der geringeren Strommenge für die Belichtung - 231 g CO₂ eingespart werden konnte.

Per basil pot, the electricity consumption is 0.71 kWh with a plant density of 17.6 plants per m² and 12.5 kWh_{electr.} per m². In contrast, the power requirement per basil pot under the HPS lamps is 1.18 kWh. As a consequence, 231 g CO₂ could be saved under LED-KE per pot – due to the electricity energy savings.

e.) pflanzenbauliches Ergebnis

Beim Abschluss des Versuches nach 27 Belichtungstagen erreichten 34 % der Versuchstöpfe die für die Vermarktung erforderliche Wuchshöhe von 12 cm (siehe Abb. 3). Die LED-KE-Belichtung erfolgte mit der maximalen Leistung. Alle Pflanzen waren vermarktungsfähig.

e.) influence on plant quality

After 27 days of light exposure, 34% of the basil pots reached a height of 12 cm which is the required plant height for marketable plants. The LED-KE exposure took place at the maximum power. All plants were marketable.

Abb. 3: Spannweite der unter LED-KE 300 erzeugten Basilikum-Qualitäten nach 27 Belichtungstagen. Pflanzenhöhe v.l.n.r.: 12 cm, 9 cm, 7,5 cm.

Fig. 3: Range of the basil qualities produced under LED-KE 300 after 27 day of light exposure. Plant height from left to right: 12 cm, 9 cm, 7.5 cm.



Fazit:

Die im Versuchszeitraum ermittelten Verbräuche liegen im Rahmen der durch die Installation reduzierten Leistung der LED Leuchten. Die Erwartungen hinsichtlich einer Verbrauchsminde- rung bzw. CO₂-Einsparung haben sich demzufolge erfüllt.

Für eine ganzheitliche Betrachtung des Energieeinsatzes muss zusätzlich zum Strom- auch der Wärmeverbrauch hinzugerechnet werden. Im Versuchszeitraum wurden je Bruttoquadratmeter zusätzlich 52 kWh Wärme benötigt. Ein Vergleichswert für den Wärmedarf bei einer NaHD-Installation im selben Zeitraum liegt nicht vor. Ein möglicher Einfluss der Leuchten spezifischen Wärmeabgabe auf den Heizbedarf ist insofern aus diesem Versuch heraus nicht bezifferbar. Ausgehend von den realisierten Energieverbräuchen ergibt sich bei kalkulierten 1.800 Betriebs- stunden / Jahr eine hochgerechnete potentielle Einsparung von 17,8 kg CO₂ / m².

Die im Vergleich geringeren Wuchshöhen könnte an einer zu intensiven Bestrahlung im blauen Spektralbereich begründet sein. In weiteren Versuchen soll diesen Zusammenhang über- prüft werden.

Conclusion:

The determined energy consumption in the test period is based on the installed power of the LED luminaires. The expectations regarding a reduction in consumption or CO₂ savings have been met.

For a holistic view of energy consumption, also the heat consumption has to be taken in account. In the test period, an additional 52 kWh of heat was required per m². There is no comparative value for the heat requirement for a HPS installation in the same period. A possible influence of the luminaire-specific heat emission on the heating requirement cannot be quantified from this experiment. A saving potential of 17.8 kg CO₂ / m² is predicted, based on the realized energy consumption and 1800 operation hour.

The lower growth heights under LED-KE 300 could be due to increased blue light content in the emission spectra. This relationship will be investigated in further experiments.

„MinTHG“ – Technische Verfahren für geschlossene Pflanzenproduktionssysteme zur Minderung von Treibhausgas-Emissionen und klimawandelbedingtem abiotischen Stress

“MinTHG” – Technical procedures for closed crop production systems to reduce greenhouse gas emissions and climate change-induced abiotic stress

Dr. Ingo Schuch¹, Prof. Dr. Uwe Schmidt¹, Dr. Annika Nerlich¹, Dr. Gökhan Akyazi², Thomas Hain², Oliver Dörr³, Holger Dinter³, Dr. Stefanie Grade⁴, Prof. Dr. Dr. Christian Ulrichs⁵, Dr. Dennis Dannehl¹

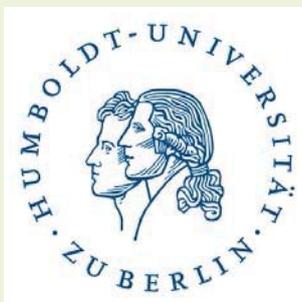
¹ Humboldt-Universität zu Berlin, FG Biosystemtechnik

² RAM GmbH Mess- und Regeltechnik

³ DH Licht GmbH

⁴ Klasmann-Deilmann GmbH

⁵ Humboldt-Universität zu Berlin, FG Urbane Ökophysiologie der Pflanzen



Zu den großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts gehört die Folgeneindämmung des durch Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) verursachten Klimawandels. Hierbei ist der Agrarsektor ein beachtlicher Emittent, darunter die wachsende Gewächshausbranche mit CO₂-Emissionen. Daher erforscht und entwickelt das MinTHG-Konsortium, bestehend aus mehreren Firmen (RAM, DH Licht, Klasmann-Deilmann) und der Humboldt-Universität zu Berlin innovative Technologien und Verfahren zur substantiellen Reduzierung von THG-Emissionen im Gewächshausanbau.

One of the major challenges of the 21st century is to reduce the consequences of climate change caused by greenhouse gas (GHG-emissions). The agricultural sector is a notable source of GHG emission including the protected cultivation using CO₂ fertilization. Therefore, the MinTHG consortium, consisting of several companies (RAM, DH Licht, Klasmann-Deilmann) and the Humboldt-University Berlin, researches and develops innovative technologies and processes for the substantial reduction of GHG-emissions in greenhouse cultivation.



Abb. 1: Einsatz der wassergekühlten LED-LE in den Pflanzenküvetten
Fig. 1: Usage of water-cooled LED-LE in phytotrons

So soll eine Erprobung der Kühlung/Entfeuchtung durch lichtverlustarme Wasservorhänge (< Taupunkt) im Gewächshaus dazu beitragen, den Unterglasanbau an die globale Erwärmung anzupassen, wobei Pflanzenstress vermieden und thermische Solarenergie zur späteren Verwendung gespeichert wird.

In solchen semi-geschlossenen Gewächshäusern lassen sich CO₂ und Wasser (bzw. Wasserdampf) einsparen, die sonst durch die Dachlüftung entweichen. Damit einher geht ein erhebliches Potential zur Düngereinsparung bzw. zur Minderung von THG-Emissionen durch die Düngerherstellung. Ferner soll eine Verwendung von Energieschirmen, gesteuert nach Photosynthese, den Wärmeverbrauch (bzw. Brennstoffverbrauch) von Gewächshäusern reduzieren. Einem weiteren Beitrag zur THG-Einsparung sollen Steinwollersatzsubstrate leisten. Dafür werden organische Substrate für den hydroponischen Intensivanbau getestet.

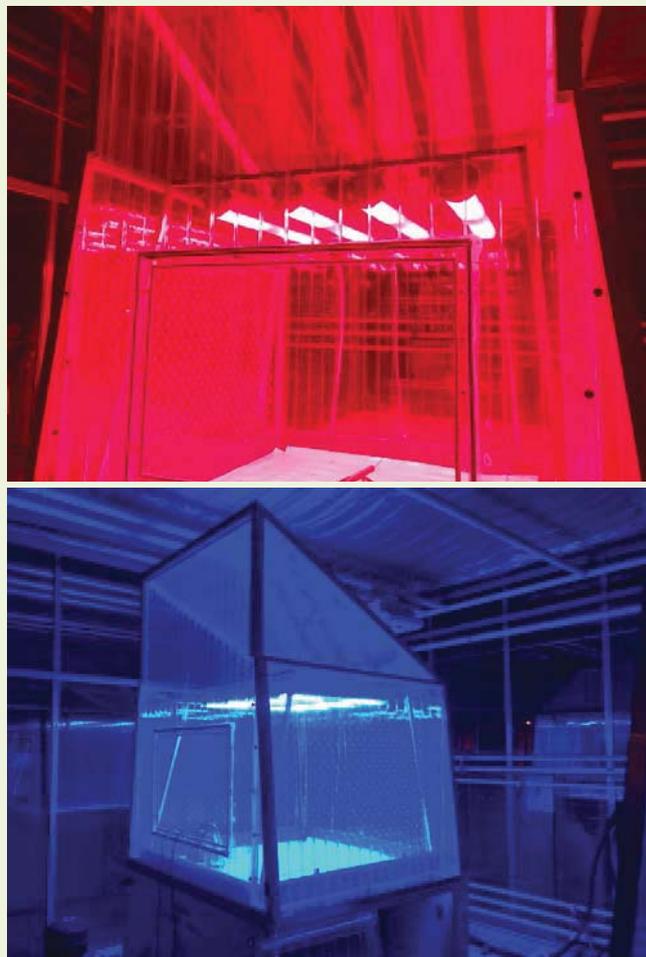


Abb. 2: LED-LE mit monochromatischem rotem und blauem Licht
Fig. 2: LED-LE with monochromatic red and blue light.

For example, cooling/dehumidifying by water curtains (< dew point) in the greenhouse is being studied to adapt the greenhouses to global warming by avoiding plant stress and storing thermal solar energy.

In such semi-closed greenhouses CO₂ and water (or water vapor) can be saved, which otherwise escape through the roof ventilation. This is accompanied by considerable potential for saving fertilizer and reducing GHG-emissions through fertilizer production. In addition, the use of energy screens, controlled in accordance with photosynthesis, reduces the heat consumption (or fuel consumption) of greenhouses. Rockwool substitute substrates should make another contribution to reduce GHG-emissions. For this purpose, organic substrates for hydroponic intensive cultivation are tested.

Erwartungsgemäß können neue Technologien und Verfahren die Wachstumsbedingungen der Pflanzen beeinflussen. Hierzu werden die Auswirkungen der Interaktionen verschiedener Klimaparameter (wie Temperatur, Feuchte, CO₂, Licht) in Ganzpflanzenküvetten untersucht und anhand kontinuierlicher biologischer Messdaten zur Photosynthese und Transpiration bewertet. Ergänzend dazu werden chemische Analysen zu qualitätsgebenden Inhaltsstoffen durchgeführt. Diese Untersuchungen dienen zur Optimierung mikroklimatischer Bedingungen im Gewächshaus durch eine verbesserte Klima- und Prozessführung.

In dem Forschungsprojekt werden wassergekühlte LEDs (LED-LE S.37) in Pflanzenküvetten verwendet (Abb. 2). Neben der Lichtintensität hat auch die spektrale Lichtqualität einen Einfluss auf die Pflanzenmorphologie und sekundären Inhaltsstoffe. Mit den LED-LE lassen sich vier verschiedene Lichtfarben (blau, rot, dunkelrot und weiß) individuell ansteuern. Die aktive Wasserkühlung hat den Vorteil, dass die Wärme der LEDs gezielt abgeführt werden kann, um eine Langlebigkeit der LED-Leuchten zu gewährleisten. Außerdem ist dadurch eine Erzeugung von hohen Lichtintensitäten möglich, um Strahlungsstress an den Pflanzen zu untersuchen.

Das Verbundprojekt „MinTHG“ wird von 2018 bis 2021 aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages als Beitrag zum Klimaschutz gemäß Pariser Abkommen (COP 21) gefördert. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

As expected, new technologies and processes can influence the growth conditions of plants. For this purpose, the effects of the interactions of various climate parameters (such as temperature, humidity, CO₂, light) are investigated in phytotrons (Fig. 1) and are evaluated on the basis of continuous biological measurement of photosynthesis and transpiration rate. In addition, phytochemical analyzes of quality-giving ingredients are carried out. These investigations serve to optimize the microclimatic conditions in the greenhouse through improved climate and process management.

In the research project, water-cooled LEDs (LED-LE p. 37) are used in the phytotrons (Fig. 2). In addition to the light intensity, the spectral light quality also has an influence on the plant morphology and secondary metabolites. With the LED-LE, four different light colors (blue, red, far-red and white) can be individually regulated. The active water cooling has the advantage that the heat of the LEDs is transferred outside the phytotrons to ensure a long life time of the LED chips. In addition, it is possible to generate very high light intensities in order to carry out light stress experiments.

The project "MinTHG" is funded by the Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) from 2018 to 2021 as a contribution to climate protection under the Paris Agreement (COP 21). The project is initialized by the Federal Office of Agriculture and Food (BLE) as part of the program to promote innovation.

Gefördert durch:

Weitere Infos unter: <https://www.unter-2-grad.de/minthg.html>



Dr. Ingo Schuch¹, Prof. Dr. Uwe Schmidt¹, Dr. Annika Nerlich¹, Dr. Gökhan Akyazi², Thomas Hain², Oliver Dörr³, Holger Dinter³, Dr. Stefanie Grade⁴, Prof. Dr. Christian Ulrichs⁵, Dr. Dennis Dannehl¹

¹ Humboldt-Universität zu Berlin, FG Biosystemtechnik, ² RAM GmbH Mess- und Regeltechnik,

³ DH Licht GmbH, ⁴ Klasmann-Deilmann GmbH, ⁵ Humboldt-Universität zu Berlin, FG Urbane Ökophysiologie der Pflanzen

CDM-KE I



CDM-KE I



Trübenbach Gemüsejungpflanzen GmbH & Co.KG

Die CDM-KE I ist als Assimilationsleuchte für die Pflanzenanzucht entwickelt worden. Durch den Einsatz der modernsten Lampentechnologien, einer an einem EVG betriebenen Keramik-Metallhalogendampflampe, ist die Leuchte sowohl für die Forschung, als auch für die Produktion einsetzbar. Die Leuchte ist aus extrudiertem Aluminium-Strangpress gefertigt und damit korrosionsbeständig. Das Gehäuse ist in weiß pulverbeschichtet. Die Reflektortechnik wurde speziell für das Leuchtmittel entwickelt und hat einen sehr hohen Wirkungsgrad. Durch ihre kompakte Bauform wird der Schattenwurf vermindert. Der Anschluss der Leuchte erfolgt über eine Stecker-Buchsen-Verbindung in IP65. Damit ist neben der Montage der Leuchte mittels Einschubhaken auch der Anschluss nahezu werkzeuglos durchführbar.

The CDM-KE I is developed as assimilation fixture for plant cultivation. Due to using modern lamp technologies with ceramic metal halide lamps working on an electronic ballast, this lamp can be used in research and plant production. The lamp is made of extruded aluminum profile and has a corrosion resistant housing, it is white powder-coated. The reflector was designed for ceramic metal halide lamp and has a high effectiveness. There is nearly no shade formation. The lamp is connected with an IP65 plug and socket system. The lamp can be installed toolless.



Artikel-Nr. Art.-No.	Leuchtmittel Lamp	Leistung (W) Power (W)	Lichtfarbe (K) Light colour (K)	Spannung Voltage	Lichtstrom (lm) Luminous flux (lm)	Schutzart Protection class	Photonenfluss (µmol/s) Photon flux (µmol/s)
CDM-KE I	CDM-TP Elite	315	4.200	230 V / 50 Hz	34.700	IP23	546*
CDM-KE I 210 DI	CDM-TP Elite	210	4.200	230 V / 50 Hz	22.800	IP23	365*
Zubehör Accessories	Beschreibung Description						
ZUB Haken SON CDM 1	Haken für Profil 40 x 40 mm, pro Leuchte 2 Stück / hooks for profile rails 40 x 40 mm, 2 pieces per housing						
ZUB Haken SON CDM 2	Haken für Kettenmontage, pro Leuchte 2 Stück / hooks for assembly with chains and s-hooks, 2 pieces per housing						
ZUB DALI Schaltaktor							

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes

CDM-K 630-400
 CDM-KE 630-230
 CDM-KE II



CDM-KE II

Die CDM-K 630 ist eine robuste Pflanzenleuchte mit IP23-Schutz. Die doppelt-gesockelte Keramik-Metallhalogendampflampe mit 600 W Leistung bietet den Pflanzen alle Wellenlängen, die auch im natürlichen Sonnenlicht zur Verfügung stehen, wodurch ein ausgewogenes Wachstum gesichert wird. Die Leuchte ist aus extrudiertem Aluminium-Strangpress gefertigt und damit korrosionsbeständig. Das Gehäuse ist weiß pulverbeschichtet. Die Reflektortechnik wurde speziell entwickelt und hat einen sehr hohen Wirkungsgrad. Der Anschluss der Leuchte erfolgt über eine Stecker-Buchsen-Verbindung in IP65. Damit ist, neben der Montage der Leuchte mittels Einschubhaken, auch der Anschluss nahezu werkzeuglos durchführbar. Die CDM-KE 630-230 ist eine Version mit elektronischem Vorschaltgerät und für 230 Volt geeignet. Sie ist leichter und hat eine höhere Lichtintensität bei weniger Energieverbrauch. Die CDM-KE II ist wie die CDM-KE I, jedoch mit 2 x 315 Watt Leuchtmitteln, die getrennt voneinander schaltbar sind. Damit ermöglichen wir eine 50% Schaltung nach Bedarf.

The CDM-K 630 is a robust luminaire with IP23. The double based ceramic metal halide with 600 W emits similar light to the sunlight, so that a well-balanced growth is ensured. The fixture is made of extruded aluminum profile and has a corrosion resistant housing. It is white powder coated. The reflector was designed for ceramic metal halide lamp and has a high effectiveness. There is nearly no shade formation. The lamp is connected with an IP65 plug and socket system. The lamp can be installed toolless. The CDM-KE 630-230 is a version with an electronic ballast and suitable for 230 volts. It is lighter and has a higher light intensity with less energy consumption. The CDM-KE II is like the CDM-KE I but with 2 lamps 315 watts, which are switchable separately from one another. This allows us to use the 50% circuit as needed.



Artikel-Nr. Art.-No.	Leuchtmittel Lamp	Leistung (W) Power (W)	Lichtfarbe (K) Light colour (K)	Spannung Voltage	Lichtstrom (lm) Luminous flux (lm)	Schutzart Protection class	Photofluss (µmol/s) Photon flux (µmol/s)
CDM-K 630-400	CHD-TP Agro 630-400	600	4.200	400 V / 50 Hz	68.000	IP23	1.020*
CDM-KE 630-230	CHD-TP Agro 630-400	630	4.200	230 V / 50 Hz	69.400	IP23	1.092*
CDM-KE II	CDM-TP Elite	2 x 315	4.200	230 V / 50 Hz	69.400	IP23	1.092*
Zubehör Accessories	Beschreibung Description						
ZUB Haken SON CDM 1	Haken für Profil 40 x 40 mm, pro Leuchte 2 Stück / hooks for profile rails 40 x 40 mm, 2 pieces per housing						
ZUB Haken SON CDM 2	Haken für Kettenmontage, pro Leuchte 2 Stück / hooks for assembly with chains and s-hooks, 2 pieces per housing						

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes

MGR-K MGR-E



MGR

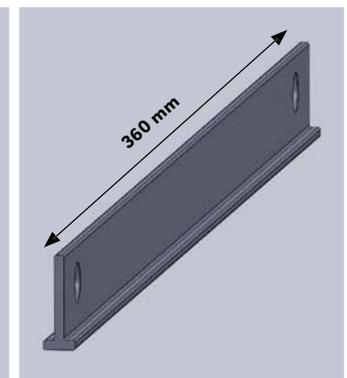
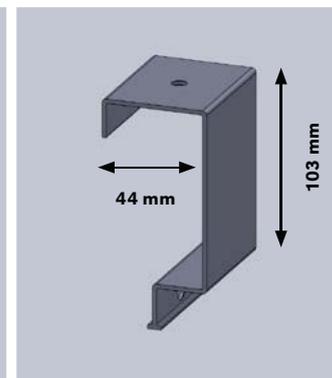
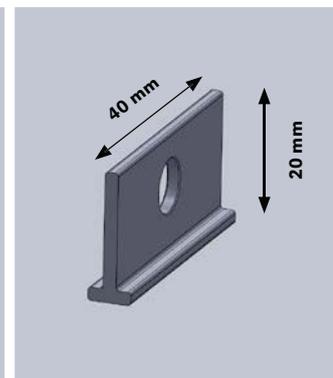
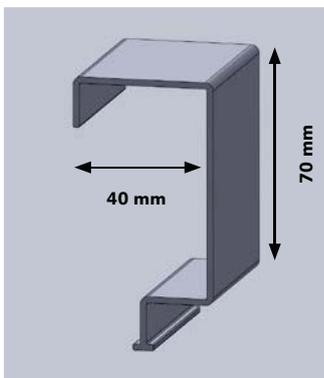


MGR-K und MGR-E sind die innovativsten und flexibelsten Leuchten für Hochdruck-Entladungslampen. Durch das separate Lampen- und Vorschaltgerätegehäuse können viele Varianten von Leuchtmitteln eingesetzt werden. Die MGR besteht aus einem Aluminium-Strangpressprofil mit Aluminiumguss-Verschlusskappen. Das Vorschaltgerätegehäuse kann mit einem konventionellen Vorschaltgerät für 400 Watt oder mit elektronischen Vorschaltgeräten für 210, 315 und 400 Watt Leuchtmitteln bestückt werden. Beide Gehäuse können miteinander verbunden oder separat voneinander, durch Aluminiumhaken montiert werden. Die Gehäuse und der Anschluss werden mit einer IP65 Steckverbindung verbunden. Das Leuchtgehäuse ist mit einer Einscheiben-Sicherheitsglasscheibe abgedeckt. Durch den Einsatz von speziell berechneten Reflektoren aus Reinstaluminium, ist der Wirkungsgrad der Leuchten sehr hoch und die Ausleuchtung der Flächen optimal. Die Vorschaltgeräte- und Lampengehäuse sind pulverbeschichtet in RAL 9016 verkehrsweiß und haben einen hohen Reflektionsgrad, der wenig Schattenwurf erzeugt. Die Gehäuse sind IP65 strahlwassergeschützt. Der elektrische Anschluss durch die Stecker ebenfalls. Die Einschubhaken erleichtern das werkzeuglose Montieren an Profilen oder Kabelbühnen. Für Vertikalbelichtungen kann im Zubehör ein Montagebügel nachbestellt werden.

The MGR-K and MGR-E are the most innovative and flexible luminaires for high-pressure discharge lamps. Many variations of lamps can be used thanks to the separate lamp and ballast housing. The MGR is made of an extruded aluminum profile with cast aluminum closure caps. The ballast housing can be provided with conventional ballasts for 400 watts or with electronic ballasts for 210, 315 and 400 watts lamps. Both housings can be connected with each other or separately from one another with aluminum hooks. The housings and the mains are linked with an IP65 plug connector. The luminaire housing is covered with a single-pane safety glass panel. The efficiency level of the luminaires is very high and illumination of areas is optimal due to the use of specially designed reflectors made of pure aluminum. The ballast and lamp housings are both powder-coated in RAL 9016 traffic white and have a high reflection level, which causes less shadows. The housings are IP65, with hose-proof protection. This also applies to the electrical connection plugs. The insert hooks allow a toolless assembly to profiles or cable harnesses. A mounting bracket can be ordered as an accessory for vertical lighting.



MGR



ZUB Haken 1 / ACC hook 1

ZUB Haken 2 / ACC hook 2

ZUB Haken 3 / ACC hook 3

ZUB Haken 4 / ACC hook 4

Pro Leuchte sind mindestens zwei Haken zu bestellen. Für ZUB Haken 4 ist pro Leuchtengehäuse ein Haken zu bestellen.
 A minimum of two hooks must be ordered per luminaire. One hook per luminaire housing must be ordered for ACC hook 4.



Artikel-Nr. Art.-No.	Leuchtmittel Lamp	Leistung (W) Power (W)	Technik Technology	Spannung Voltage	Lichtstrom (lm) Luminous flux (lm)	Photonenfluss $\mu\text{mol/s}$ Photon flux ($\mu\text{mol/s}$)	Gewicht (kg) Weight (kg)
MGR-E 210-CDM-DI	CDM-T E 210 Watt	210	EVG	230 V / 50 Hz	22.800	380*	11,9**
MGR-E 315-CDM	CDM-T E 315 Watt	315	EVG	230 V / 50 Hz	34.300	569*	10,9**
MGR-K 400-CHD	CHD 400 Watt	400	VVG	230 V / 50 Hz	40.000	665*	14,1**
MGR-K 400-SON	SOD 400 Watt	400	VVG	230 V / 50 Hz	56.500	720*	14,1**

Zubehör Accessories	Beschreibung Description
ZUB-MGR-Montageset ACC-MGR assembly set	Montagebügel zur Wandmontage Mounting bracket for wall installation
ZUB DALI Schaltaktor	

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes

** technische Änderungen vorbehalten / technical changes reserved

MGR-UV



MGR-K 400-UV

Einleitung

Als UV-Strahlung bezeichnet man den Teil des Sonnenspektrums zwischen einer Wellenlänge von 100 und 400 nm. Die UV-Strahlung wird wiederum in drei Teilbereiche UVA (320 - 400 nm), UVB (280 - 320 nm) und UVC (100 - 280 nm) unterteilt. UVC-Strahlung hat die höchste Energie und birgt potentiell die größte Gefahr für biologische Systeme, da sie Proteine und Erbgut (DNA) von Zellen schädigen kann. UVC hat aber nur eine untergeordnete Bedeutung für die Umwelt, da sie vollständig von der Atmosphäre absorbiert wird und nicht zur Erdoberfläche vordringen kann. UVB-Strahlung, die für Pflanzenkulturen und andere Lebensformen, wie dem Menschen, ebenfalls potentiell gefährlich sein kann, wird normalerweise zum größten Teil in der Atmosphäre durch das Ozon absorbiert. Die energieärmere UVA-Strahlung wird nur zu einem geringen Teil durch die Atmosphäre herausgefiltert. Die Wirkung von UV-Strahlung auf Pflanzen ist noch nicht vollends erforscht. Man weiß, dass Pflanzen UV-Strahlung absorbieren und dadurch ihr Wachstum beeinflusst wird. Unterschiedliche Reaktionen von Pflanzen auf UVA- und UVB-Strahlung konnten bisher bewiesen werden. Insbesondere in der Jungpflanzenanzucht und zur Vorbereitung der Pflanzen für das Freiland, wurden in der Vergangenheit mit UV-Licht gute Ergebnisse erzielt. UVA- und UVB-Strahlung können den Gehalt an Sekundärmetaboliten erhöhen, was zu einer stärkeren Blattfärbung und einem ausgeprägteren Geschmack von Salat- und Kräuterpflanzen führt. Weitere Effekte von UV-Strahlung auf Pflanzen und andere Kulturen, wie z.B. Pilze warten darauf erforscht zu werden.

Introduction

The part of sunlight between the wavelengths of 100 and 400 nanometers (nm) is called ultraviolet radiation (UV). It is separated into three subsections, UVA (320-400 nm), UVB (280-320 nm) and UVC (100-280 nm). Shortwave UVC radiation is so powerful that it can damage proteins and DNA of cells. Plants e.g. can hardly protect themselves from UVC radiation and get heavily damaged or die. In general UVC radiation plays a minor role for environment, because it is completely absorbed by the atmosphere and does not reach earth's surface. UVB radiation is largely blocked in the atmosphere by ozone. The part that reaches earth nevertheless has enough power to damage humans, animals and plants. UVA radiation is hardly blocked in the atmosphere. Due to its low energy, it is less dangerous. The effect of UV radiation on plants is not completely researched. It is known so far, that UV radiation is absorbed by plants and influences their growth. Different reactions to UVA and UVB could be proven. UV radiation is beneficial especially for young plants cultivation and for the preparation of plants for outdoor conditions. It has also positive effects on stress tolerance and leads to short, compact plants. UVA and UVB radiation can increase the content of secondary metabolites leading to increased leaf coloration and more pronounced taste of lettuce and herbal plants. Other effects of UV radiation on plants or mushrooms f.e. wait to be explored.



Artikel-Nr. Art.-No.	Leuchtmittel Lamp	Leistung (W) Power (W)	Spannung Voltage	Schutzart Protection class
MGR-K 400-UV	UVA 400 W	400	230 V / 50 Hz	IP65
MGR-E 424-UV-DI	UVA 24 W	4 x 24	230 V / 50 Hz	IP65

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes



MGR-E 424-UV-DI

MGR-K 400-UV

Die MGR-K 400-UV ist eine IP65 strahlwassergeschützte Leuchte, bestehend aus zwei Gehäusen mit einem Leuchtmittel im UVA- und sichtbarem Bereich. Mit einer Leistung von 400 Watt, betrieben an einem konventionellem Vorschaltgerät, ist diese Lampe für intensive oder großflächige Bestrahlung optimal geeignet. Der Anschluss erfolgt über das bewährte 3-polige Stecksystem.

MGR-K 400-UV

The MGR-K 400 UV is a hose-proof lamp (IP65). It has one housing for the light source and a separate housing for the conventional ballast. The 400 watts light source emits UVA and visible light. Through the powerful light source and the wide beam reflector the lamp is optimized for intense or large-area irradiation. For power connection the reliable 3-pole plug system.

MGR-E 424-UV-DI

Die MGR-E 424-UV-DI ist eine IP65 strahlwassergeschützte Leuchte mit einer Strahlung im UVA Bereich von 21,2 Watt im Wellenlängenbereich von 315-400 nm. Die Leuchte ist zwischen 1-100 % Leistung an einer DALI-Schnittstelle dimmbar und damit auch in kleineren Räumen besonders gut einsetzbar. Der breite Ausstrahlungswinkel des Reflektors leuchtet eine große Fläche bei geringer Leistung aus. Die elektronischen Vorschaltgeräte sind in der Leuchte integriert. Der Anschluss erfolgt über ein 5-poliges Stecksystem.

MGR-E 424-UV-DI

The MGR-E 424-UV-DI is a hose-proof lamp (IP65). It emits 21.2 watts of UVA radiation between 315 - 400 nm. Under the use of a DALI port, the lamp can be dimmed from 1 to 100 %, so it can be used in small rooms. The wide beam angle of the reflector allows an illumination of large areas with less power. The electronic ballasts are integrated into the lamp housing. For power connection the reliable 3-pole plug system of the MGR series was used.

Achtung!

Bei allen UV-Leuchten und Lampen ist die DIN einzuhalten. Die Räume in denen UV-Licht angewendet wird, sind besonders zu kennzeichnen. Menschen müssen insbesondere ihre Augen und Haut schützen.

Attention!

For all UV lights and lamps you have to comply with the DIN norm. All rooms with UV light have to be special marked. Humans have to protect especially eyes and skin.

SON-K 400
SON-K 600



SON-K



Pflanzenanzuchtleuchte aus extrudiertem Aluminium in Schutzart IP23. Ausgezeichnete mechanische Festigkeit und hohe Korrosionsbeständigkeit, wärmegeschützter Einbau aller Komponenten.

Effektiver und energiesparender Reflektor aus Reinstaluminium (99,98 %), mit 95 % Reflexion. Elektronische Zündgeräte, phasenkompensiert. Das Gehäuse ist weiß pulverbeschichtet. Der Anschluss erfolgt durch eine 5-polige Anschlußklemme für 2,5 mm² für Durchgangsverdrahtung. Die Montage erfolgt mittels beigefügter C-Profil Einschubhaken, auch geeignet für Seil- oder Kettenmontage.

This plant lamp is made of extruded aluminum profile with protection class IP23. Best mechanic strength and high corrosion resistance with heat protected installation of all components. Effective and energy saving reflector out of pure aluminum (99.98 %) with 95 % reflection. Electronic ignitors, phase counterbalanced. The housing is white powder-coated. Connection is via 5-pole connecting plug for 2.5 mm² for cascade connection. Installation of the lamps works with enclosed C profiles, that also can be used for rope or chain mounting.



Artikel-Nr. Art.-No.	Leuchtmittel Lamp	Leistung (W) Power (W)	Lichtstrom (lm) Luminous flux (lm)	Photonenfluss (μmol/s) Photon flux (μmol/s)	Lichtfarbe (K) Light colour (K)	Lebensdauer (h) Life time (h)	Sockel Holder
SON-K 400	SOD Agro 400-230	400	56.500	725*	2.000	12.000**	E40
SON-K 600-230	SOD Agro 600-230	600	90.000	1.100*	2.000	12.000**	E40
SON-K 600-400	SOD Agro 600-400	600	92.000	1200*	2.000	12.000**	E40
Zubehör Accessories	Beschreibung Description						
ZUB SON-K 400	Anschlussblech mit Stecker / Connecting plate with plug						
ZUB SON-K Haken	Haken für Kettenmontage, pro Leuchte 2 Stück / hooks for assembly with chains and s-hooks, 2 pieces						
ZUB Haken SON-K K	C-Einschubhaken für Kettenaufhängung / hooks for assembly with chains and c-hooks						
* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes							
** Ausfallquote 10% möglich / 10% failure rate possible							

SON-KE



Pflanzenanzuchtbeleuchtung mit neuester Technologie aus extrudiertem Aluminium. Ausgezeichnete mechanische Festigkeit und hohe Korrosionsbeständigkeit. Das Gehäuse ist in weiß pulverbeschichtet. Das elektronische Vorschaltgerät (EVG) neuester Generation ist in einem separaten Aluminiumgehäuse mit dem Korpus verbunden. Der wirtschaftliche Reflektor ist für eine gleichmäßige Ausleuchtung berechnet und besteht aus 99,98 % Reinstaluminium mit einem Wirkungsgrad von 97 %. Der Anschluss der Leuchte erfolgt werkzeuglos über eine IP65-Steckverbindung. Spannung 230 Volt / 50 Hz, Schutzart IP23, Schutzklasse I, $\cos \varphi$ 0,99. Die Leuchte kann auch mit Hilfe von speziellen Haken an einer Kettenvorrichtung abgependelt werden.

Plant lamp with new technology made of extruded aluminum profile. Best mechanic strength and high corrosion resistance. The housing is white powder-coated. The new electronic ballast is placed in a separate housing associated with the corpus. The effective and energy saving reflector is pure aluminum (99.98 %) with 97 % efficiency. The luminaires are connected toolless with IP65 plug in socket. 230 V / 50 Hz, IP23 protection class I, $\cos \varphi$ 0.99 Installation of the lamps works with enclosed C-profiles, that also can be used for rope or chain mounting.



Artikel-Nr. Art.-No.	Leuchtmittel Lamp	Leistung (W) Power (W)	Systemleistung (W) System performance (W)	Spannung Voltage	Lichtstrom (lm) Luminous flux (lm)	Schutzart Protection class
SON-KE 400	SOD Agro 400-230	400	415	230 V / 50 Hz	56.500*	IP23
Zubehör Accessories	Beschreibung Description					
ZUB Haken SON CDM 1	Haken für Profil 40 x 40 mm, pro Leuchte 2 Stück / for profile rails 40 x 40 mm, 2 pieces per housing					
ZUB Haken SON CDM 2	Haken für Kettenmontage, pro Leuchte 2 Stück / hooks for assembly with chains and s-hooks, 2 pieces					

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes

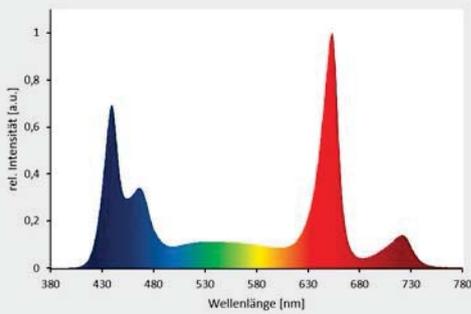
LED-KE 300 / 308



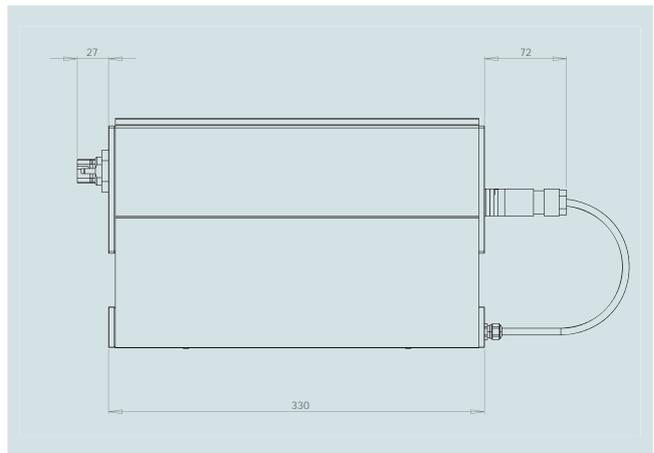
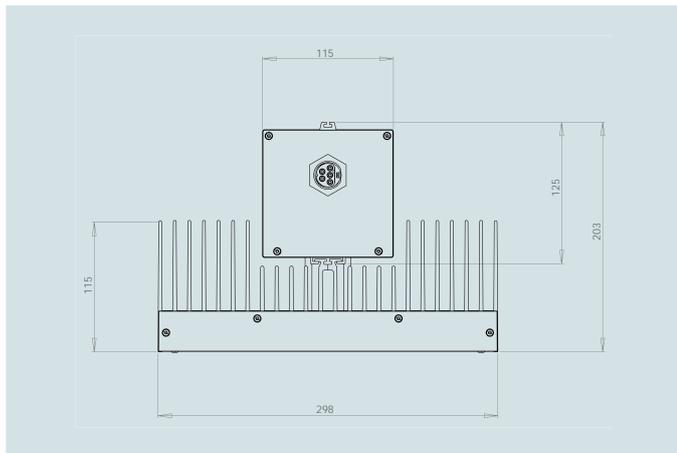
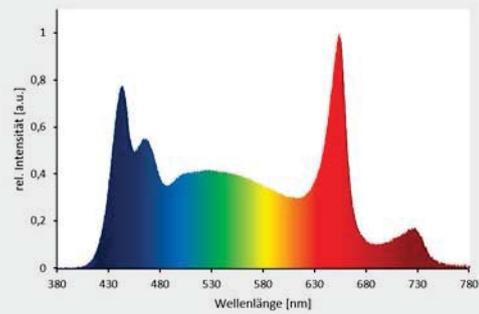
LED-KE 300/ 308/ VSP



LED-KE 300



LED-KE 308



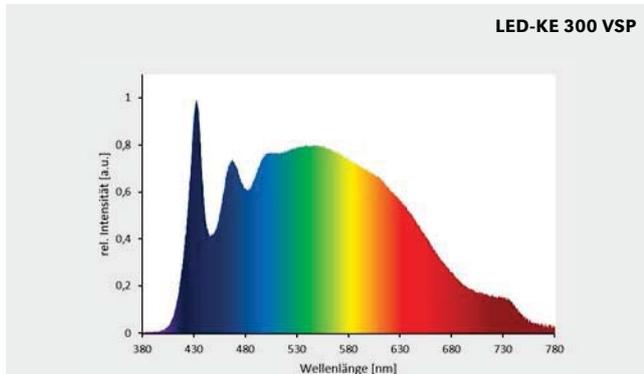
Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Photonenfluss (µmol/s) Photon flux (µmol/s)	Spannung Voltage	Ra CRI	Schutzart Protection class	Gewicht (kg) Weight (kg)	Regelbare Kanäle Adjustable channels	Dimmbar Dimmable
LED-KE 300	286	781*	230 V / 50 Hz	>80	IP65	14	4	ja / yes
LED-KE 308	318	758*	230 V / 50 Hz	>90	IP65	14	8	ja / yes

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes

LED-KE 300 VSP / UV



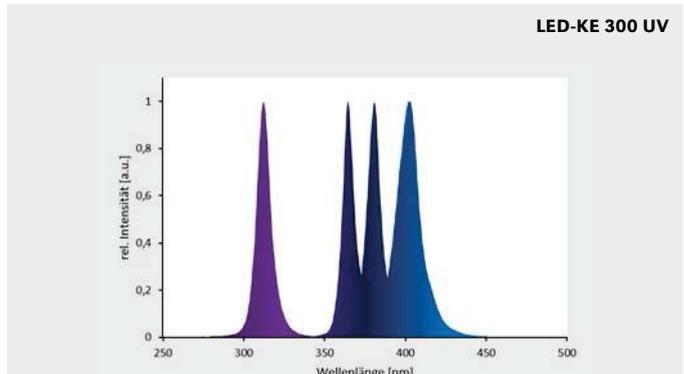
LED-KE 300 VSP



Die LED-KE ist eine Hochleistungs-LED-Leuchte deren vielfältige Einsatzbereiche z.B. im Gartenbau, in Forschungsinstituten, in Phänotypisierungs- und Klimakammern nahezu unbegrenzt sind. Die Treibereinheiten und die LED-Leiterplatten sind jeweils in einem hochwertigen, eloxierten Aluminium-Strangpressgehäuse verbaut und mit eloxierten Aluminium-Frästeilen geschlossen. Beide Gehäuse können werkzeuglos verbunden oder separat montiert werden. Damit ist maximale Flexibilität bei der Montage gegeben. Die elektrischen Verbindungen der beiden Gehäuse und die elektrische Einspeisung inklusive des DALI-Signals, erfolgen über ein 5-poliges Wieland-Stecksystem mit IP65 Zertifizierung. Die verbauten Hochleistungs-LEDs, die Leiterplatten und auch alle anderen Komponenten sind Made in Germany. →



LED-KE 300 UV



LED-KE 300 UV

The LED-KE is a high performance LED lamp for horticulture and research. The driver unit and the LED circuit boards are separated in two aluminum extrusion housings, which are IP65 protected. The housings can be connected and disconnected without tools, providing maximum flexibility with mounting. The electrical connection of the housings and the current supply happens with a 5 pole Wieland plug system, which is also IP65 certified. The installed high performance LEDs, the circuit boards and all other components are made in Germany. Due to the special construction of our LED-KE 300, it is possible to replace the driver units and the LED circuit boards if necessary. The radiation angle is set by the lens technology of the LED, so no efficiency reducing reflector is needed. →



Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Photonenfluss (μmol/s) Photon flux (μmol/s)	Spannung Voltage	Ra CRI	Schutzart Protection class	Gewicht (kg) Weight (kg)	Regelbare Kanäle Adjustable channels	Dimmbar Dimmable
LED-KE 300 VSP	307	757*	230 V / 50 Hz	>90	IP65	14	1	ja / yes
LED-KE 300 UV	250	55*	230 V / 50 Hz		IP65	14	4	ja / yes

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes

LED-KE



→ Der Abstrahlwinkel von 120° ist über die Linsentechnik der LED festgelegt, dadurch wird kein Wirkungsgrad reduzierender Reflektor notwendig. Bei der LED-KE ist es möglich, alle Bauteile auszutauschen. Zur Montage der LED-KE 300 empfehlen wir unsere ZUB Haken 1-3. LED-Belichtung mit Vollspektrum bekommt mit der neuen **LED-KE 300 VSP** eine ganz neue Bedeutung. Für die Umrüstung von Natriumdampflampen auf LED ist die Leuchte eine einzigartige Möglichkeit die vielen Vorteile eines Vollspektrums mit denen einer LED-Belichtung zu kombinieren. Sie wurde entwickelt um einen einfachen Übergang von der Hochdruck-Entladungslampe zur LED zu schaffen und ist durch das nahezu volle Sonnenspektrum für jede Kultur geeignet. Um flexibel auf äußere Lichteinflüsse reagieren zu können, ist die LED-KE 300 VSP über einen Klimacomputer dimmbar. Bevor Sie vollständig auf LED-Belichtung umstellen, empfehlen wir Ihnen zunächst einen Testbereich umzurüsten.

Die bekannte Leuchte **LED-KE 300** ist eine Hochleistungs-LED-Leuchte mit fünf verschiedenen LEDs. Mit einer Anschlussleistung von 286 Watt erzeugt die LED-KE bis zu 781 $\mu\text{mol/s}$. Das sind 2,7 μmol pro Watt mit sehr gutem Spektrum. Mit der Software VisuSpectrum 2.0 kann das Spektrum aus weißem (6500 K), blauem (450 + 470 nm), rotem (660 nm) und dunkelrotem (730 nm) Licht in Intensität und Verhältnis beliebig geregelt und gesteuert werden.

Forschungseinrichtungen und Wissenschaftler können mit der **LED-KE 308** Versuchsreihen zu notwendigen Lichtrezepten für einzelne Kulturen weiter forcieren und erweitern. Durch 8 steuer- und regelbare Kanäle, im Bereich von 380-780 nm, lassen sich verschiedene Spektren und die Auswirkungen dieser noch intensiver erforschen. Die Leuchte kann entweder über die Software Stand-Alone Version VisuSpectrum 3.0 geregelt werden, oder über einen Klimacomputer.

Die Treibertechologie mit Hybrid-Dimmverfahren erlaubt durch Amplitudensteuerung ein flackerfreies Betreiben der LEDs bei 1 bis 100 % Leistung.

→ *LED lighting with full spectrum has a completely new meaning with the **LED-KE 300 VSP**. A replacement of high-pressure sodium lamps with LED lighting is now easily possible. It works for every culture due to the full spectrum. You can combine all benefits of full spectrum with all benefits of LED lighting. The LED-KE 300 VSP is dimmable in order to react flexibly to external influences.*

*The **LED-KE 300** is a high performance LED lamp with 286 watts power output, it produces up to 781 $\mu\text{mol/s}$. That's about 2.7 μmol per watt. With the software VisuSpectrum 2.0 the light can be composed in spectrum and ratio individually out of white (6500 K), blue (450 + 470 nm), red (660 nm) and far-red (730 nm).*

*Research institutes and scientists will be able to force and expend their test series for light recipes for different cultures with the **LED-KE 308**. You can compose and rate the spectrum with 8 channels between 380-780 nm, so that the effects can be explored intensively.*

Through the newest driver technology and our hybrid-dimming method with amplitude control a flickering free operation of the LEDs from 1 to 100 % power is reached.

LED-LE

LED-LE – Flexibilität mit neuen Maßstäben

Das neue LED-Leuchtsystem von DH Licht ist durch seinen modularen Aufbau in Flexibilität und Anwendung nicht zu übertreffen. Egal ob in Produktion oder Forschung, in Klima- und Phänotypisierungskammern, in Gewächshäusern, in Mehrlagenkultursystemen mit oder ohne Tageslicht – die neue LED-LE kann individuell an Ihre Bedürfnisse angepasst werden und bietet immer optimales Licht. Das Grundsystem besteht aus einem zum Patent angemeldeten Aluminium-Strangpresskörper, welcher ein- oder zweiseitig mit LED-Leiterplatten bestückt werden kann. Bis zu einer Leistung von 200 Watt wird die LED-LE passiv durch die umströmende Luft gekühlt. Für höhere Leistungen kommt eine aktive Wasserkühlung zum Einsatz. Dadurch kann das System mit bis zu 800 Watt bestückt werden und ca. 2000 µmol/s erzeugen. Zudem kann die LED-LE sowohl horizontal als auch vertikal montiert werden. Die LED-Treiber werden in einem separaten Gehäuse untergebracht oder direkt im Schaltschrank installiert. Die LED-Leiterplatten können mit verschiedenen Spektren bestückt werden. Selbstverständlich sind die verbauten LED-Farben einzeln ansteuer- und dimmbar, so kann das Spektrum optimal für jede Kultur- und Wachstumsphase angepasst werden. Die Steuerung der LED-LE über DALI-Protokoll kann direkt in einen Klimacomputer eingebunden werden oder über unsere Software VisuSpectrum und einen handelsüblichen PC erfolgen. Die aktive Kühlung der LED-LE ist mit herkömmlichen Wasserdurchflusskühlern realisierbar. Dafür ist eine auf das jeweilige Leuchten-Setup angepasste Berechnung der Durchflussmenge und Wassertemperatur unbedingt notwendig. Um bei Anlagen in Klimakammern die bestmögliche Wärmeabfuhr garantieren zu können, sollte bereits bei der Planung der Belichtungsanlage der Klimakammerhersteller miteinbezogen werden. Die LED-LE verfügt über einen IP65 Schutz. Sie ist an 230 Volt / 50 Hz zu betreiben. Die Stromspeisung erfolgt über ein einfach zu installierendes IP65-Buchse-Steckersystem.

LED-LE – the new standard of flexibility

The new LED luminaire system of DH Licht is unbeatable concerning flexibility and application due to its modular design. Whether in production or research, in climate and phenotyping chambers, in greenhouses or in multilayer production systems with and without daylight – the new LED-LE can be adapted individually to your needs and always provides the ideal light. The basic system consists of an extruded aluminum profile (patent pending) that can be assembled with LED circuit boards on one or two sides. The LED-LE is passively cooled by air flow cooling. Thus, the system can be equipped with up to 800 watts of power with about 2000 µmol/s. In addition, the LED-LE can be mounted horizontal and vertical. The LED drivers are located in a separate housing or installed directly in the control cabinet. The LED circuit boards can be equipped with different spectra. Of course the used LED colours are individually adjustable and dimmable, so that the spectrum can be optimized for every type of plant and growth phase. The control of the LED-LE can be implemented into a climate computer or can be used with our software VisuSpectrum and a commercial computer. The active cooling of the LED-LE can be realized with commercial water through-flow cooler. Therefore, a calculation for the flow rate and water temperature matching the luminaire setup is absolutely necessary. To guarantee the best possible heat dissipation in climate chambers, the climate chamber manufacturer should be integrated into the planning of the light installation. The LED-LE has IP65 protection. It has to be operated on a 230 Volt / 50 Hz power source. For power input an easy to install plug and socket system with IP65 protection is used.



Artikel-Nr. Art. no.	Länge (mm) Length (mm)	Bestückung * Placement *	Anzahl Platinen pro Seite Circuit boards per side	Kühlung** Cooling**	Spektrum*** Spectrum***	Treiber**** Drivers****
LED-LE0400-E01L-1-S	362	E	01	L	1	S
LED-LE0400-E01L-4-S	362	E	01	L	4	S
LED-LE0400-E01L-5-S	362	E	01	L	5	S
LED-LE0400-Z01L-1-S	362	Z	01	L	1	S
LED-LE0800-E02W-1-I	801	E	02	W	1	I
LED-LE0800-E02W-1-S	801	E	02	W	1	S
LED-LE1200-E03L-1-S	1.200	E	03	L	1	S
LED-LE1200-E03L-5-S	1.200	E	03	L	5	S
LED-LE1200-E03W-1-S	1.240	E	03	W	1	S
LED-LE1300-E04W-1-S	1.340	E	04	W	1	S
LED-LE1300-E04W-4-S	1.340	E	04	W	4	S
LED-LE1300-E04W-5-S	1.340	E	04	W	5	S
LED-LE1600-E03L-1-S	1.600	E	03	L	1	S
LED-LE1600-E03W-1-I	1.640	E	03	W	1	I
LED-LE1600-E04L-5-S	1.600	E	04	L	5	S
LED-LE1600-E04W-1-I	1.640	E	04	W	1	I
LED-LE1600-E04W-1-S	1.640	E	04	W	1	S
LED-LE2000-E05W-1-S	2.040	E	05	W	1	S
LED-LE2000-Z03L-1-S	2.000	Z	03	L	1	S
LED-LE2000-Z05W-1-S	2.040	Z	05	W	1	S

Zubehör Accessories	Beschreibung Description
ZUB Haken 6	Montagebügel zur Montage LED-LE Lampengehäuse / Mounting bracket for lamp housing LED-LE

* E = einseitig / Z = zweiseitig ** L = Luft / W = Wasser *** 1 = DRBBWSFR / 4 = UVAB / 5 = VSP **** I = in Schaltschrank / S = separat
E = one-side / Z = double-sided L = air / W = water 1 = DRBBWSFR / 4 = UVAB / 5 = VSP I = in control cabinet / S = separate
technische Änderungen vorbehalten / technical changes reserved

LED-LE



**Indoor-Vertical-Farm
Arbeitsgruppe „Growing Knowledge“,
Hochschule Osnabrück**

Wie kann eine zukünftig klimaresiliente Pflanzenproduktion mit Hilfe technologischer Innovationen in einem mobilen und modularen Agrarsystem realisiert werden? Dieser Frage stellt sich das Forschungsteam der Hochschule Osnabrück und testet im Rahmen der Arbeitsgruppe „Growing Knowledge“ unterschiedliche Agrarsysteme der Zukunft. In sogenannten „Indoor-Vertical-Farms“ mit dem Einsatz von hydroponischen Kulturverfahren sowie intelligenter LED-Technologie werden verschiedene wertgebende Nutzpflanzen mit wertgebenden Inhaltsstoffen produziert.

In diesem Forschungsprojekt soll durch eine intelligente und dynamische Kulturführung, eine optimierte Raumausnutzung sowie eine Steigerung des Wertschöpfungspotentials der erzeugten Produkte die Wirtschaftlichkeit solcher Agrarsysteme optimiert werden. Ein weiterer Fokus liegt auf der Kopplung des Agrarsystems mit der Umgebung, um Stoff- und Energiekreisläufen zu schließen und eine deutliche Effizienzsteigerung zu erzielen. Wassergekühlte LED-LE Leuchten sind dabei im Einsatz um die Wärme, die durch die LEDs entsteht, gezielt aus den Klimakammern abzuführen. Mit der Regelung von blauem, rotem, dunkelrotem und weißem Licht lassen sich bestimmte pflanzenphysiologische Prozesse beeinflussen um die äußere und innere Pflanzenqualität zu verbessern und um für verschiedene Pflanzkulturen bestimmte Lichtrezepte zu erstellen.



**Indoor-Vertical-Farm
Working Group „Growing Knowledge“,
Osnabrück University of Applied Sciences**

How can future plant production be ensured with the help of technological innovations in a mobile & modular agricultural system? The research team of the Osnabrück University of Applied Sciences answers this question and is testing various agricultural systems of the future as part of the “Growing Knowledge” working group. In so-called “Indoor Vertical Farms” with the use of hydroponic culture methods and intelligent LED technology, various nutritionally valuable plants are produced.

In this research project the economic efficiency of such agricultural systems will be optimized by an intelligent and dynamic cultivation management, an optimized space utilization as well as an increase of the added value potential of the produced crops. Another focus is the coupling of the agricultural system to the environment in order to close material and energy cycles and to achieve a significant increase in efficiency. Water-cooled LED-LE luminaires are used to dissipate the heat generated by the LEDs outside the climatic chambers. With the regulation of blue, red, far-red and white light, certain plant physiological processes can be influenced to improve the external and internal plant quality and to generate distinct light recipes for several crops.

Planung einer Klimakammer



Durch ein modernes Visualisierungsprogramm können wir bereits während der Planungsphase einer Klimakammer die neuen Lichtsituationen darstellen. Hierzu können Regale, Tische oder auch Beete visuell dargestellt werden. Bereits hier stehen wir in engem Kontakt zu den Kollegen des Klimakammerherstellers, um die bestmögliche Planung gewährleisten zu können.

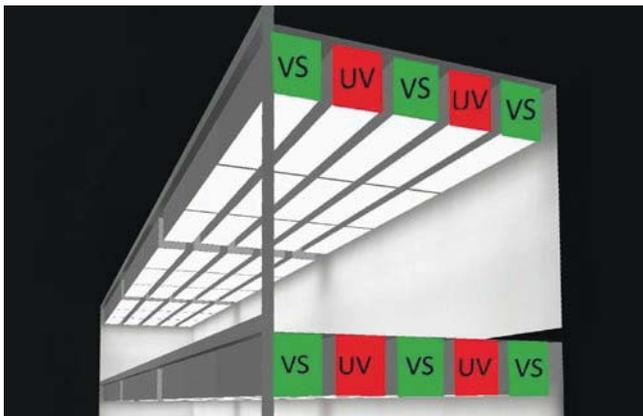
We can show your new light situation already while planning your climatic chamber with tables or shelves, due to a modern visualization program. We are always in close contact to the manufacturers, so that an optimal support is guaranteed.

Planning a climatic chamber



Die hier abgebildete LED-LE verfügt über einen Wasservor- und rücklauf. Dadurch ist die Leuchte aktiv mit einer Wasserdurchflusskühlung gekühlt. Im Laufe der Planung wird, angepasst auf die jeweilige Situation, eine Berechnung der Durchflussmenge für eine optimale Kühlung durchgeführt. Auch die Wassertemperatur spielt hier schon eine Rolle und wird berücksichtigt.

The LED-LE in this picture, is connected to a commercial water through-flow cooler with a flow and return pipe. During the planning we will calculate the flow rate and water temperature specifically for every lampsituation.



Die LED-LE ist eine der flexibelsten Leuchten auf dem Markt und für Klimakammern und Regalbeleuchtung bestens geeignet. Nicht nur die Maße der Leuchten können individuell z. B. auf die Länge der Regale angepasst werden, auch das Lichtspektrum kann über verschiedene Leiterplatten gestaltet werden. So sind wir während der Planung in der Lage, auf alle Wünsche des Kunden einzugehen.

The LED-LE is one of the most flexible luminaire systems for climatic chambers. The length is depending on the shelf and you can decide between several circuit boards for the spectrum.



Auch die Regelung und Steuerung des Spektrums ist äußerst einfach. Sie können die einzelnen Wellenlängen im Spektrum unabhängig voneinander von 100 -1 % flackerfrei dimmen, leuchten- und/oder regalanabhängig. Dies ist unter anderem über einen Klimacomputer möglich, alternativ bieten wir auch eine Stand-Alone-Version an.

The controlling of the spectrum is very easy, you can select every wavelength separately, the dimming between 100 -1% is flicker free. You can combine lamps in groups or control every single lamp. The system is communicating with a climatic computer or you have to use a stand-alone facility.

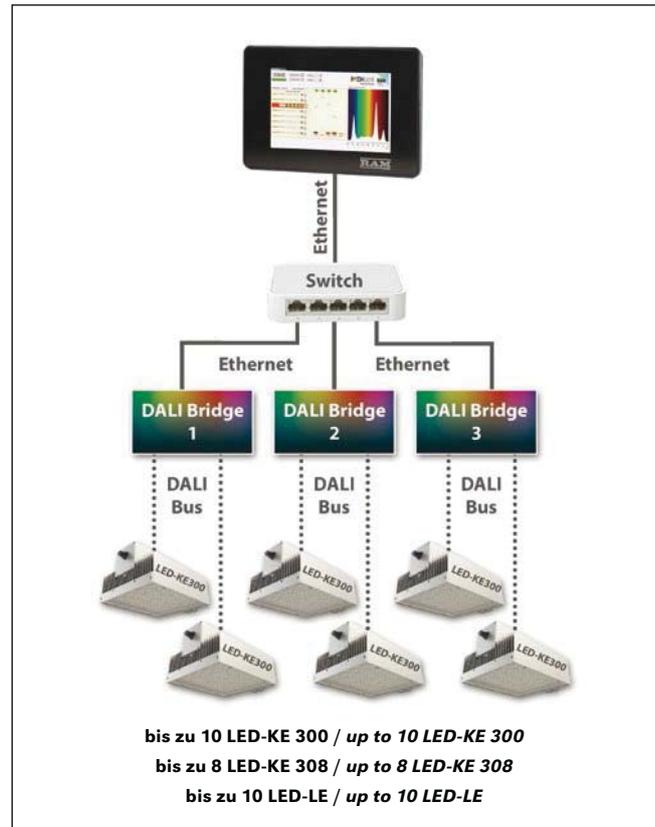
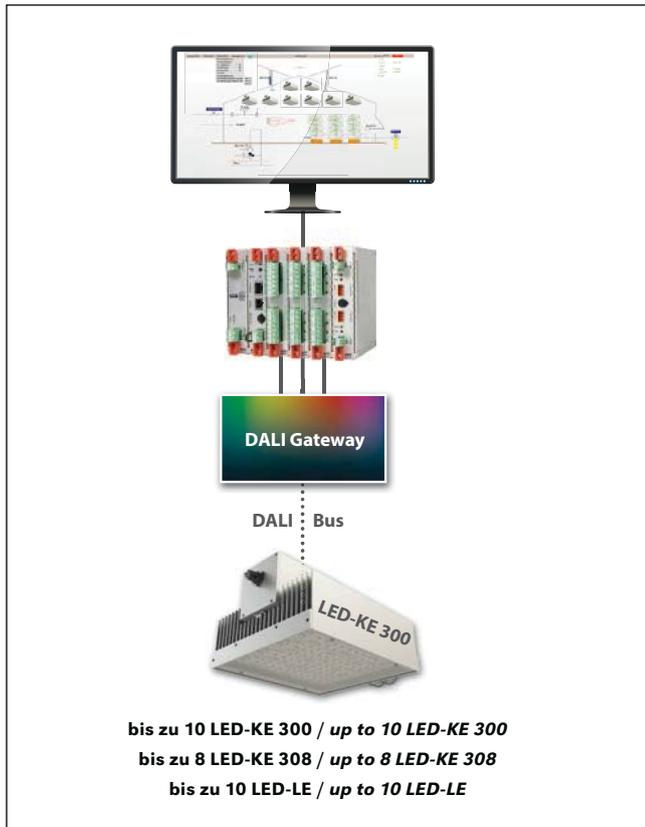
VisuSpectrum

Das gewünschte Farbspektrum einfach wie noch nie

Die LED-VisuSpectrum 2.0 Software, entwickelt in Zusammenarbeit mit RAM, ermöglicht mit einer modernen Oberfläche die Einstellung eines individuellen Spektrums mit der für die Pflanzenentwicklung relevanten Photonenstrahlung. Der Anwender ist in der Lage, jede der regelbaren Wellenlängen, der Leuchte LED-KE 300 und LED-LE, auf 1 - 100 % Leistung einzustellen. Weiterhin bietet VisuSpectrum 2.0 die Möglichkeit, Leuchten einzeln oder in Gruppen zusammenzufassen und bis zu 30 verschiedene Schaltzeiten mit unterschiedlichen Spektren zu speichern, die automatisch abgerufen werden, solange die Software mit den Leuchten verbunden ist. Zum Betreiben der Software ist ein handelsüblicher PC, Laptop oder ein RAM-Klimacomputer erforderlich. Um Software und Leuchten verbinden zu können, wird die bekannte LED-RAM-DALI Bridge verwendet. Jede Bridge kann mit bis zu 10 LED-KE 300 oder LED-LE Leuchten kommunizieren. Die LED-VisuSpectrum 3.0 Software, speziell entwickelt für die LED-KE 308 und LED-KE 300 UV, bietet noch mehr Freiheiten bei den Einstellungsmöglichkeiten eines individuellen Spektrums. Die neue Oberfläche der Software, ermöglicht eine Regelung und Steuerung von bis zu 12 Lichtkanälen.

Spectrum as desired, it has never been so easy

LED-VisuSpectrum 2.0, developed in collaboration with RAM, enables the controlling of light spectrum on a visual surface, only with plant developing necessary photons. The light intensity can be adjusted by a flicker-free amplitude dimming in a range of 1 - 100 %. Furthermore, the VisuSpectrum 2.0 gives you the possibility to combine lamps in groups or to control every lamp separately. Additionally, it is possible to set 30 different time witch functions with different spectra, which start automatically, as long as software and luminaires are connected. To connect lamps and software you can use the well-known LED-RAM-DALI Bridge. Every Bridge can communicate with up to 10 LED-KE 300 or LED-LE luminaires. The new LED-VisuSpectrum 3.0 is a special development for the new LED-KE 308 and LED-KE 300 UV. The software allows a series of further individual settings with the spectrum, it is possible to control up to 12 light channels.



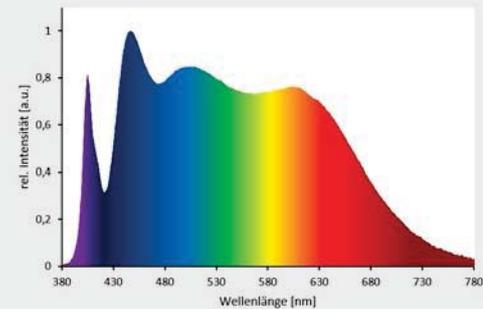
Artikel-Nr. Art.-No.	Spannung Voltage	Schutzart Protection class	Datenstecker Data port
LED-RAM-DALI Bridge	230 V / 50 Hz	IP65	RJ45
LED-VisuSpectrum 2.0	Software, die auf die Anwendung und die Anzahl der DALI-Network-Gateways abgestimmt wird Software, matched with application and amount of DALI-Gateways		
LED-VisuSpectrum 3.0	Software, die auf die Anwendung und die Anzahl der DALI-Network-Gateways abgestimmt wird Software, matched with application and amount of DALI-Gateways		

LED-Belichtung für Anzucht-Regalsysteme

LED Light for shelvesystems



LED-REG



Für die Pflanzenanzucht in Regalböden ist die Belichtung der Kulturen unverzichtbar. Die LED-REG ist eine hochwertige und leistungsstarke Systemleuchte mit satinierter Leuchtenabdeckung. Das robuste Aluminiumgehäuse wird mit Wieland-RST-Steckverbindung angeschlossen und über Montagewinkel und Schrauben an den Regalsystemen befestigt. Die Leuchte zeichnet sich durch besonders hohe Lebensdauer und ein homogenes, ergonomisches und blendfreies Licht aus. Die LED-REG ist perfekt für die Ausleuchtung von Regalböden im Anzuchtbereich von Kulturen geeignet, z.B. bei der Stecklingsvermehrung oder Bewurzelung.

Light for plant breeding in shelves is indispensable. The LED-REG is a high qualitative and powerful LED system with a satinized covering. The robust aluminum housing has a Wieland RST connector, it is fixed via mounting brackets and fixing screws into shelvesystems. The lamp has a very high life time and a homogenous, ergonomic and glare-free light. LED-Reg is perfect for the illumination of shelves in a cultivation area, for example propagation by cuttings or root growth.

Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Spannung (V) Voltage (V)	Farben (K) Colour (K)	Photonenfluss (µmol/s) Photo flux (µmol/s)	Lebensdauer (h) Life time (h)	Schutzart Protection class	Länge (mm) Length (mm)
LED-REG-0600-5700	18	230 V / 50 Hz	5.700	34*	25.000	IP54	626
LED-REG-0900-5700	27	230 V / 50 Hz	5.700	51*	25.000	IP54	880
LED-REG-1200-5700	36	230 V / 50 Hz	5.700	68*	25.000	IP54	1.134
Zubehör Accessories	Beschreibung Description					Farbe Colour	
ZUB Buchse 3pol sw	zum Anschluss der Leuchten / for connection of fixtures					schwarz/black	
ZUB Verteiler 3-polig	zum Anschluss von 3 Leuchten / for connection of 3 fixtures					schwarz/black	
ZUB Box 3-polig	zum Anschluss von 3 Leuchten / for connection of 3 fixtures					schwarz/black	
ZUB Anschluss 3-polig	zum Anschluss der Leitung 1m / for connection 1m					schwarz/black	
ZUB Verbinder 3-polig	zum Verbinden der Leuchten 1-4m / to connect the fixtures 1-4m					schwarz/black	

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes

LED-MID



Das LED-MID - System ist für Regale und Tische mit mittleren Lichtintensitäten konzipiert worden und in verschiedenen Ausführungen und Längen erhältlich. Die LED-MID eignet sich hervorragend zur Vermehrung und Bewurzelung von Stecklingen in Regalsystemen und In-Vitro Anlagen. Durch die Auswahl der Lichtspektren, können z.B. die Pflanzenqualität und das Wachstum deutlich verbessert werden.

Die Treiber und LED-Leiterplatten sind in einem hochwertigen Aluminium-Strangpressprofil verbaut. Sämtliche Bauteile der Leuchte sind Made in Germany und lassen sich problemlos austauschen. Die elektrische Einspeisung erfolgt durch ein 5-poliges IP65-Wieland-Stecksystem für die Last- und Steuerseite.

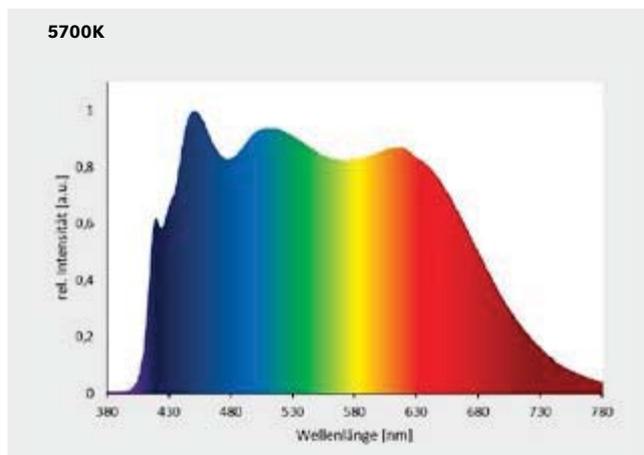
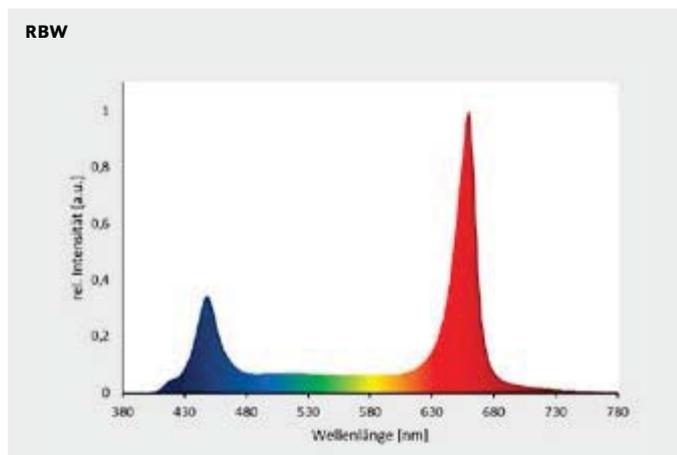
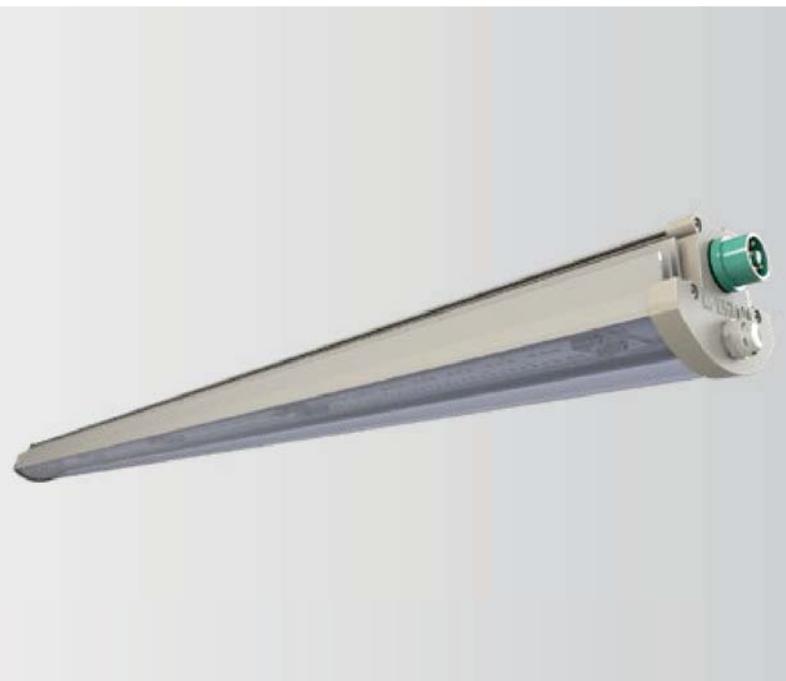
Die Montage erfolgt mittels beigefügter Zubehörhaken (ZUB Haken 8). Weitere Befestigungsmöglichkeiten sind auf Anfrage möglich.

The LED-MID system was developed for shelves and tables with medium light intensities and is available in two different spectra and various lengths. The LED-MID is suited for the propagation and rooting of cuttings in shelf systems and in-vitro systems. The selected light spectra can significantly improve plant quality and growth.

The drivers and LED circuit boards are integrated into a high-quality extruded aluminum profile. All components of the luminaire are Made in Germany and can be easily exchanged. The electrical feed is made by a 5-pin IP65 Wieland connector system for the load and control side.

The installation is carried out using the attached accessory hooks (ZUB Haken 8). Further mounting options are possible on request.

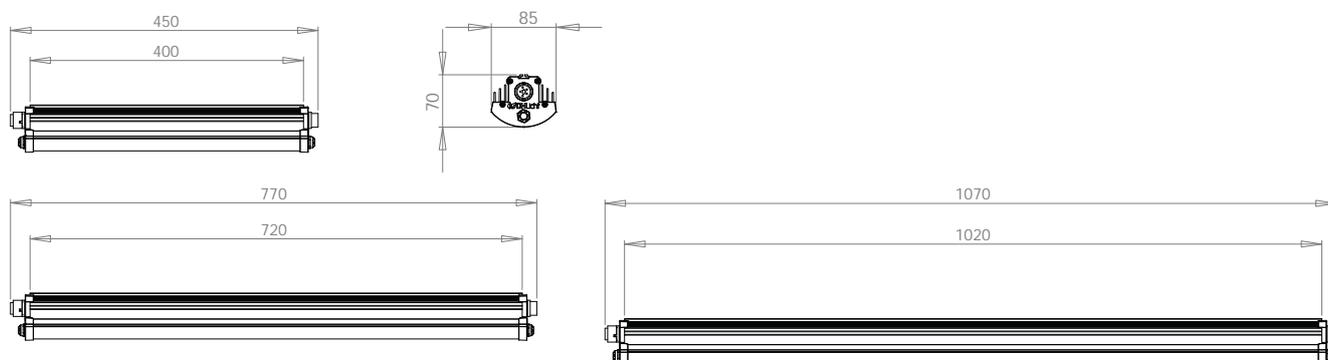
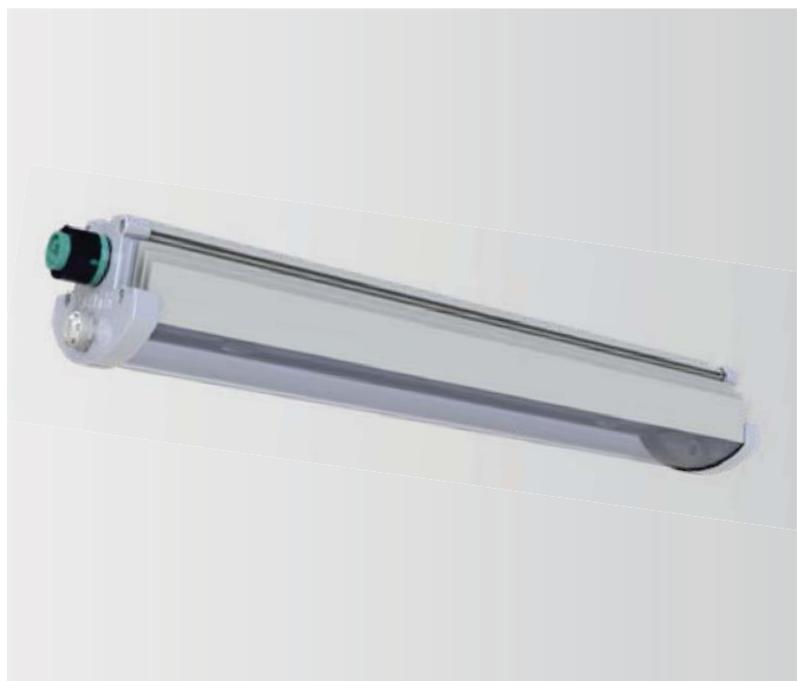
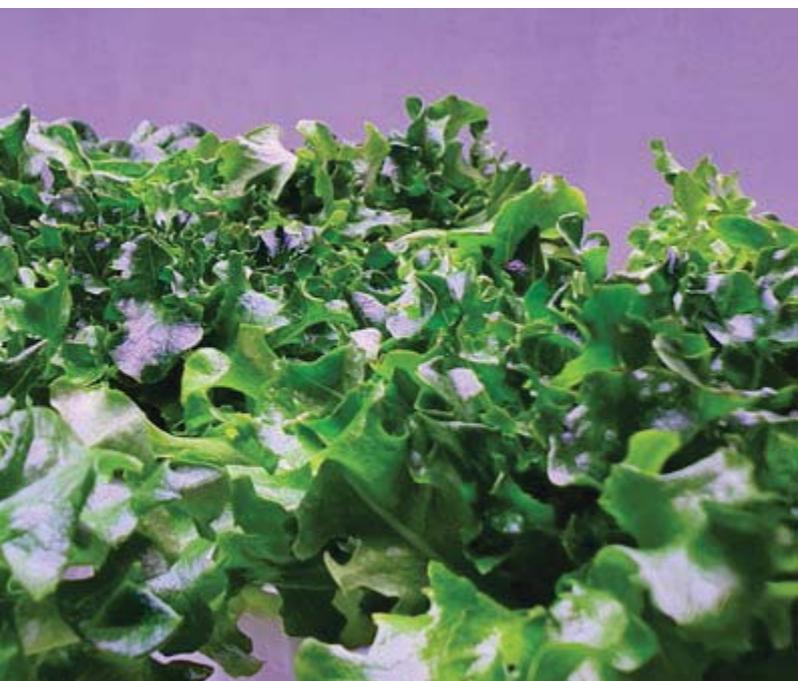
LED-MID 5700 LED-MID RBW für Mehrlagenkulturanlagen



Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Photonenfluss ($\mu\text{mol/s}$) Photon flux ($\mu\text{mol/s}$)	Spannung Voltage	Spektrum Spectrum	Schutzart Protection class	Länge (mm) Length (mm)	Gewicht (kg) Weight (kg)
LED-MID 0600-RBW	32	88	230 V / 50 Hz	RBW	IP65	450	1,3
LED-MID 0600-5700	36	68	230 V / 50 Hz	5700K	IP65	450	1,3
LED-MID 0900-RBW	63	176	230 V / 50 Hz	RBW	IP65	770	2,3
LED-MID 0900-5700	71	135	230 V / 50 Hz	5700K	IP65	770	2,3
LED-MID 1200-RBW	94	264	230 V / 50 Hz	RBW	IP65	1070	3,1
LED-MID 1200-5700	109	203	230 V / 50 Hz	5700K	IP65	1070	3,1

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes

LED-MID 5700 LED-MID RBW for vertical farming

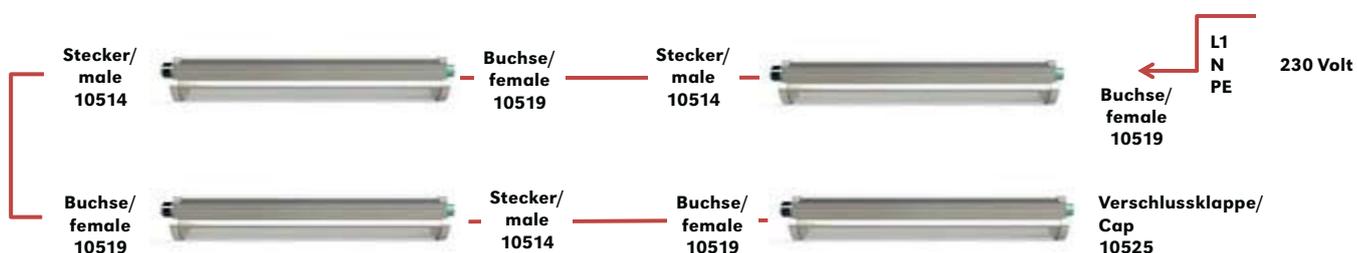


Prinzipschaltung für Durchgangsverdrahtung

Die Anschlussbuchse 10519 ist im Lieferumfang enthalten. Der Stecker 10514 ist separat zu bestellen. Mit der Buchse 10519 und dem Stecker 10514 wird kundenseitig eine Verbindungsleitung erstellt. Die Leitung sollte z.B. eine H07RN-F EV 5x1,0mm² sein.

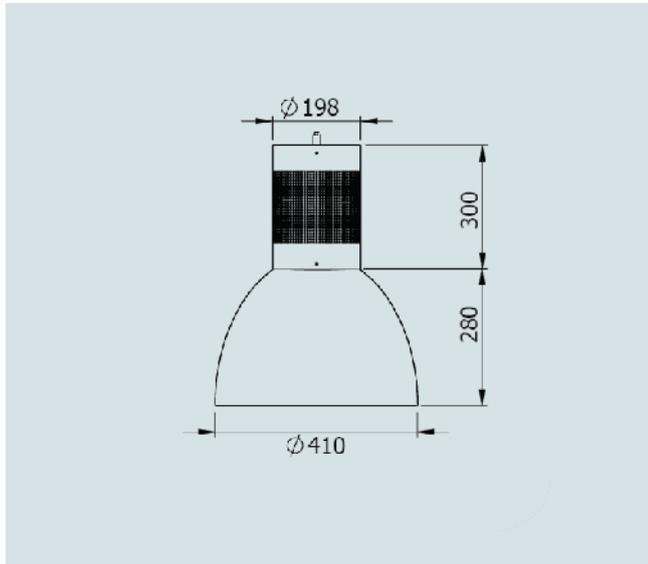
Through wiring - scheme

The female 10519 is included in the scope of delivery. The male 10514 must be ordered separately. A connection cable (e.g. a H07RN-F EV 5x1.0mm²) must be created by the customer with the female 10519 and the male 10514.



Pendelleuchten

Pendant luminaires



PEL 30336

Die Pendelleuchte ist speziell für den Einsatz in Verkaufsgewächshäusern und Gartencentern entwickelt worden. Ihrer Form ist die Leuchte treu geblieben. So wurde ein Acryl Reflektor mit einem Durchmesser von 410 mm verwendet, der zum einen das Licht breit streut, zum anderen aber auch Licht durchlässt, um eine bessere Stimmung zu erzielen, indem der Raum ausgeleuchtet wird. Durch das im Dom der Leuchte befindliche elektronische Vorschaltgerät konnte das Gewicht drastisch gesenkt werden, was wiederum einen Vorteil für die Installation unter Glasdächern mit sich bringt. Speziell unter Verkaufsaspekten ist der entscheidende Vorteil der verbesserten Pendelleuchten, die wesentlich natürlichere Wiedergabe der Pflanzenfarben. Der ohnehin schon gute Farbwiedergabewert von Ra80 konnte durch die neue Lampentechnologie auf über Ra90 angehoben werden, ist also nicht mehr sehr weit von Tageslichtgüte (= Ra100) entfernt. Die unverfälschten Farben lassen das Pflanzensortiment natürlicher und attraktiver erscheinen und so die Verkaufszahlen erhöhen.

PEL 30336

The pendant luminaire is specialized for shop greenhouses and garden centers. The acryl reflector is about 410 mm in diameters so that we can scatter the light, but it gives also indirectly light in the full space, so that we receive a very pleasant mood. For reducing the weight, we placed an electronic ballast directly in the dome, so that you can also install the pendant lamps in glasshouses easily. The most benefit of the pendant luminaires is the fantastic light with a naturally rendering of the plant colours. Due to the new lamp technology we increased the Color Rendering Index from Ra80 up to over Ra90, really close to the daylight quality, so that you see the plants natural, leading to higher sales in the garden centers.



Artikel-Nr. Art.-No.	Leuchtmittel Lamp	Leistung (W) Power (W)	Spannung Voltage	Schutzart Protection class
PEL 30336	CDM-TP E 315-942	315	230 V / 50 Hz	IP23

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes



PEL 30345-DI

Besonders in den Übergangszeiten Herbst und Frühling ist die richtige Beleuchtung in Gartencentern schwierig. Wechselnde Lichtverhältnisse haben ein ständiges Ein- und Ausschalten der Beleuchtung zufolge. Wir haben die Lösung: Unsere neuen, dimmbaren Pendelleuchten können sich mithilfe eines Tageslichtsensors, verbunden mit einem Klimacomputer, den Lichtverhältnissen anpassen. Dank der Soft-Dimmung ist eine weiche und angenehme Anpassung an die Lichtverhältnisse möglich. Die Anpassung an die Lichtverhältnisse erfolgt kaum merklich. Durch den hohen Farbwiedergabewert der verwendeten Leuchtmittel, bleibt die Warenpräsentation qualitativ immer hoch und der ständige Wechsel des Ein- und Ausschaltmechanismus fällt weg. Die Leuchten können mit gängigen Klimacomputern gesteuert werden. Die Pendelleuchten vermitteln gutes Licht bei gleichzeitigem Raumgefühl. Die Acrylreflektoren streuen das Licht einerseits zur Ware, geben aber auch einen indirekten Anteil Licht zurück in die Schattierung oder an das Glasdach. Dadurch entsteht eine raumfüllende Wohlfühlatmosphäre. Durch den Einsatz von Vollspektrum-Lampen mit höchster Farbwiedergabe und Brillanz wird ein künstliches Licht erzeugt, welches dem Tageslicht sehr ähnlich ist.

PEL 30345-DI

The special and correct illumination is very difficult in garden centers, especially in the transitional periods like autumn and spring. Because of changing light conditions, you have a constantly switched on and off of the lightings. We have a viable solution: our new dimmable pendant luminaire can automatically adapt to the daylight, when it is connected with a daylight sensor and a climatic computer. Because of the softdimming progress, the adaption is comfortable. The adaption to the daylight happens rarely noticeable. Due to a very high Colour Rendering Index, the high quality presentation of the goods is always the same. The constantly on and off mechanism is no longer necessary. The fixtures work with conventional climatic computers. Our pendant luminaires convey a bright comfortable light. On the one hand the acrylic refractors diffuse the light directly to the goods, on the other hand the light is indirectly emitted to the shading and the glass roof leading to a room filling feel-good atmosphere. Through the application of full-spectrum lamps with a very high Colour Rendering Index and a wonderful brilliance we get an artificial light, which is very close to the daylight. Due to the regulation with the daylight sensor and the climatic computer, the adaption to the daylight is fully automatically.



Artikel-Nr. Art.-No.	Leuchtmittel Lamp	Leistung (W) Power (W)	Spannung Voltage	Schutzart Protection class
PEL 30345-DI	CDM-TP E 210-942	210	230 V / 50 Hz	IP23

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes

CHD Agro 400



Einführung

Die Keramik-Metallhalogenentladungslampe (CDM), oftmals auch Ceramic Metal Halide Lampe (CMH) genannt, ist eine Weiterentwicklung aus der in der Vergangenheit bekannten, jedoch selten gemochten Quecksilberlampe. Die Entladung wird in einem Keramikrohr, in der Regel aus gesintertem Aluminiumoxid, erzeugt. Das Keramikrohr ist mit nur 25 mg Quecksilber, Argon und Metallhalogenidsalzen gefüllt. Auf Grund der hohen Wandtemperatur werden die Metallhalogenidsalze teilweise verdampft. Im Inneren des heißen Plasmas sind diese Salze in Metallatome und Jod dissoziiert. Die Metallatome sind die wichtigsten Quellen des Lichts. Sie schaffen in diesen Lampen ein blaues Licht, das in die Nähe von Tageslicht mit einem CRI (Color Rendering Index) von bis zu 96 einzustufen ist.

Energie

CDM-Lampen verwenden, verglichen mit Wolfram-Glühlampen, nur ein Fünftel an Energie für die gleiche Lichtleistung (80-117 lm/W) und behalten ihre Farbstabilität meist über die gesamte Lebensdauer. Sie sind besser als die meisten anderen Gasentladungslampen. Wie andere Hochdruck-Entladungslampen werden sie an konventionellen SON-Vorschalt- und Zündgeräten betrieben.

Anwendungen und Einsatzmöglichkeit

Anwendung für diese Lampen sind Gartencenter, Klimakammern, Produktionsgewächshäuser, Forschungseinrichtungen und Saatzuchtbetriebe. Die Lampe kann in allen konventionell betriebenen, geschlossenen 230 V Assimilationsleuchten betrieben werden und somit natürlich auch in der DH Licht Leuchte MGR-K 400-CHD.

Introduction

The Ceramic Metal Halide Discharge lamp (CDM), often also referred to as the Ceramic Metal Halide lamp is a further development of the rarely liked mercury lamp. The discharge is created in a ceramic tube, generally made of sintered aluminum oxide. The ceramic tube is filled with only 25 mg mercury, argon and metal halide salts. The metal halide salts are partially vaporized due to the high wall temperature. These salts are dissociated into metal atoms and iodine inside the hot plasma. The metal atoms are the most important sources of light. They create a blue light in these lamps, which can be classified very close to natural daylight with a CRI (Color Rendering Index) of up to 96.

Energy

CDM lamps use a fifth energy of comparable tungsten bulbs to achieve the same light output (80-117 lm/W) and usually retain the colour stability over the entire service life. They are better than most other gas discharge lamps. Just like other high-pressure discharge lamps, they are operated on conventional SON ballasts and igniters.

Applications and options for use

The application for these lamps are garden centers, climate chambers, production greenhouses, research facilities and seed cultivation companies. The lamp can be operated in all conventional, closed 230 V assimilation luminaires and therefore also in the DH Licht luminaire MGR-K 400-CHD.



Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Lichtstrom (lm) Luminous flux (lm)	Photonenfluss (μmol/s) Photon flux (μmol/s)	Lichtfarbe (K) Light colour (K)	Lebensdauer (h) Life time (h)	Sockel Holder
CHD Agro 400	400	40.000	665*	4.200	15.000**	E40

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes

** Ausfallquote 10% möglich / 10% failure rate possible

CHD-TP Agro 630-400



CHD-TP Agro 630-400

Der Erfolg des 400 W Vollspektrum-Leuchtmittels CHD Agro 400 ist nach wie vor in aller Munde. In Verbindung mit unserer Leuchte MGR-K ist es das erfolgreichste Leuchtmittel der vergangenen Jahre. Das neue Leuchtmittel CHD-TP 630-400 wurde speziell für den Gartenbau entwickelt und ist ein doppelt-gesockeltes Keramik-Metallhalogenlampenleuchtmittel, mit nahezu vollem Sonnenspektrum. Dies hat immer noch gegenüber allen anderen Systemen den Vorteil, dass jede beliebige Kultur damit belichtet werden kann, da die Pflanzen damit fast exakt wie unter natürlichem Sonnenlicht gedeihen. Auch Farbverfälschungen, wie sie unter Natriumdampflicht auftreten können, gibt es dank einem CRI-Wert von über 90 nicht mehr. Verschiedene Versuche haben gezeigt, dass der Einsatz von Vollspektrumleuchtmitteln deutliche Vorteile hinsichtlich der Qualität gegenüber Natriumdampfleuchtmitteln bringt.

So zeigten unter Vollspektrum kultivierte Pflanzen eine kräftigere Blütenfarbe und waren stärker gefüllt. Besonders in der Anzucht der Topfkräuter können die Vollspektrumleuchten Qualitätsmerkmale verstärken. Hier haben Versuche ergeben, dass sich z. B. Geschmacksmarker in Kräutern deutlich besser entwickeln.

CHD-TP Agro 630-400

Everyone knows the success of the 400 W full spectrum lamp CHD Agro 400, it is in combination with our MGR-K the most successfully lamp of the last years. The new CHD-TP 630-400 is developed especially for horticulture, it is a double based ceramic metal halide lamp with a full spectrum close to the sunlight. The benefit of the sun-like spectrum is, that all plant species can be produced under this lamp, since plants are adapted to sunlight. Due to the CRI more than 90, there is no colour distortion, as you can see under high-pressure sodium. You can easily do your cultivation work and quality ratings with the full spectrum lamps, while HPS lamps were mostly switched-off, because you can't see the flower's colour. In comparison to HPS, several tests showed significant advantages regarding plant quality, for example more strongly coloured flowers. The full spectrum can also increase quality characteristics of herbs. Tests proved for example more and intensified flavour markers.

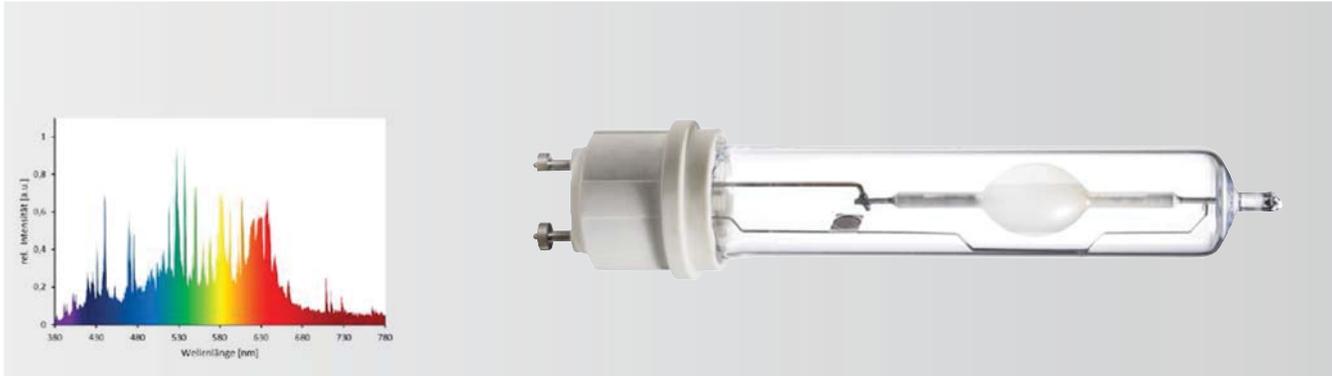


Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Lichtstrom (lm) Luminous flux (lm)	Photonenfluss (µmol/s) Photon flux (µmol/s)	Lichtfarbe (K) Light colour (K)	Lebensdauer (h) Life time (h)	Sockel Holder
CHD-TP Agro 630-400	630	68.000	1.020*	4.200	9.000**	K12x30s

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes

** Ausfallquote 10% möglich / 10% failure rate possible

CDM-T Elite



Brillantes Licht für jede Anwendung

Die CDM-T Elite ist eine kompakte, einseitig-gesockelte, hocheffiziente und langlebige Keramik-Metallhalogendampfentladungslampe zur Erzeugung von sonnenähnlichem Licht. Mit diesen Lampen ist durch beste Farbwiedergabe eine herausragende Warenpräsentation gesichert. Auch in Gewächshäusern lässt sich dieses Leuchtmittel optimal einsetzen um die innere Pflanzenqualität zu verbessern. Der erhöhte Blaulichtanteil führt dazu, dass der Gehalt an pflanzlichen sekundären Inhaltsstoffen gesteigert wird. Dadurch ist beispielsweise die Blattausfärbung ausgeprägter und der Geschmack von Kräutern intensiver. Durch den werkzeuglosen Tausch der Leuchtmittel, ist der Einsatz und Austausch besonders effizient. Die CDM-T Leuchtmittel werden in Leuchten mit Schutzglas an einem elektronischen Vorschaltgerät betrieben. Als TP-Variante können die Lampen auch in offenen Leuchten betrieben werden.

Brilliant light for every application

The CDM-T Elite is a compact, single ended, highly efficient and durable ceramic metal halide discharge lamp for producing sun-like light with excellent colour rendering, which ensure a high quality presentation of the goods. Also in green houses this lamp is perfect for a better quality of the inner plant. The increased part of blue light raises the content of secondary plant compounds. Due to the toolless replacement of the lamp, it is particularly efficient. The lamps are operated on an electronic ballast and the luminaire must be equipped with protective glass. As a TP variant, the lamp can also be operated in an open luminaire.



Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Lichtstrom (lm) Luminous flux (lm)	Photonenfluss (µmol/s) Photon flux (µmol/s)	Lichtfarbe (K) Light colour (K)	Lebensdauer (h) Life time (h)	Sockel Holder
CDM-T E 210-942	210	22.800	380*	4.200	12.000**	PGZ18
CDM-T E 315-942	315	34.300	569*	4.200	13.300**	PGZ18
CDM-TP E 210-942	210	22.800	365*	4.200	12.000**	PGZX18
CDM-TP E 315-942	315	34.300	546*	4.200	13.300**	PGZX18

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes

** Ausfallquote 10% möglich / 10% failure rate possible

SOD AGRO 400

SOD AGRO 600



Nach 30-jähriger Erfahrung in der Assimilationsbelichtung war es an der Zeit eine eigene, neue Natriumdampf Lampe „SOD“ zu entwickeln. Die Idee, verbunden mit unserem Wissen und Know-how, haben wir in der neuen SOD-Lampe umgesetzt. Ein optimiertes Spektrum der Lampe fördert das Wachstum Ihrer Pflanzen. Über die gesamte Nutzungsdauer von 12.000 Stunden ist ein Erhalt von 90% des Photonenstroms durch die angewendete Technologie gewährleistet. Mit der neuen DH Licht SOD Lampe erreichen Sie ein schnelleres und qualitativ hochwertigeres Wachstum in allen Entwicklungsphasen. Hervorgerufen wird dies durch einen hohen Blaulicht-Anteil im Emissionsspektrum. Die energieeffiziente SOD-Lampe ist kompatibel mit allen gängigen Vorschaltgeräten und natürlich auch mit dem elektronischen Vorschaltgerät von DH Licht.

After 30 years of experience in assimilation lighting, the time had come to develop our own, new „SOD“ sodium vapour lamp. We have implemented the concept, combined with knowledge and know-how, in the new SOD lamp. The optimized lamp spectrum promotes the growth of your plants. Retention of 90% of the photon flux is guaranteed by the applied technology over the entire period of use of 12.000 hours. With the new DH Licht SOD lamp, you achieve faster and higher growth at all development phases. This is achieved by a high ratio of blue light in the emission spectrum. The energy-efficient SOD lamp can be operated compatibly with all conventional ballasts and, of course, with the electronic ballast from DH Licht.



Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Lichtstrom (lm) Luminous flux (lm)	Photonenfluss (μmol/s) Photon flux (μmol/s)	Lichtfarbe (K) Light colour (K)	Lebensdauer (h) Life time (h)	Sockel Holder
SOD Agro 400-230	400	56.500	725*	2.000	12.000**	E40
SOD Agro 600-230	600	90.000	1.100*	2.000	12.000**	E40
SOD Agro 600-400	600	92.000	1.150*	2.000	12.000**	E40

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes

** Ausfallquote 10% möglich / 10% failure rate possible

Technische Daten auf einen Blick

Hochdruck-Natriumdampf Lampen

Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Lichtstrom (lm) Luminous flux (lm)	Photonenfluss (µmol/s) Photon flux (µmol/s)	Lichtfarbe (K) Light colour (K)	Lebensdauer (h) Life time (h)	Sockel Holder
SOD Agro 400-230	400	56.500	725*	2.000	12.000**	E40
SOD Agro 600-230	600	90.000	1.100*	2.000	12.000**	E40
SOD Agro 600-400	600	92.000	1.200*	2.000	12.000**	E40

Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Lichtstrom (lm) Luminous flux (lm)	Photonenfluss (µmol/s) Photon flux (µmol/s)	Lichtfarbe (K) Light colour (K)	Lebensdauer (h) Life time (h)	Sockel Holder
HPS 600 W DE EL	600	87.400	1.150*	2.000	10.000**	K12x30s
HPS 1000 W DE EL 2.2	1.000	159.600	2.100*	2.000	10.000**	K12x30s

Keramik-Metallhalogenid Lampen CHD

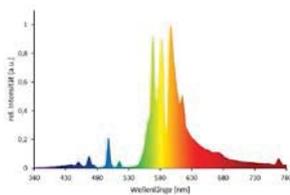
Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Lichtstrom (lm) Luminous flux (lm)	Photonenfluss (µmol/s) Photon flux (µmol/s)	Lichtfarbe (K) Light colour (K)	Lebensdauer (h) Life time (h)	Sockel Holder
CHD Agro 400	400	40.000	665*	4.200	15.000**	E40

Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Lichtstrom (lm) Luminous flux (lm)	Photonenfluss (µmol/s) Photon flux (µmol/s)	Lichtfarbe (K) Light colour (K)	Lebensdauer (h) Life time (h)	Sockel Holder
CHD-TP Agro 630-400	630	68.000	1.020*	4.200	9.000**	K12x30s

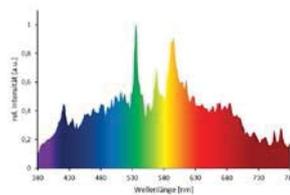
Keramik-Metallhalogenid Lampen CDM

Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Lichtstrom (lm) Luminous flux (lm)	Photonenfluss (µmol/s) Photon flux (µmol/s)	Lichtfarbe (K) Light colour (K)	Lebensdauer (h) Life time (h)	Sockel Holder
CDM-T E 210-942	210	22.800	380*	4.200	12.000**	PGZ18
CDM-T E 315-942	315	34.300	569*	4.200	13.300**	PGZ18
CDM-TP E 210-942	210	22.800	365*	4.200	12.000**	PGZX18
CDM-TP E 315-942	315	34.300	546*	4.200	13.300**	PGZX18

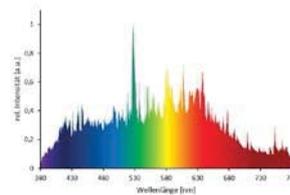
SOD Agro 400



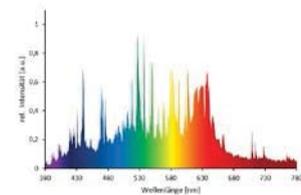
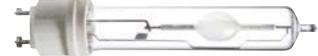
CHD Agro 400



CHD-TP Agro 630-400



CDM-T E 315-942

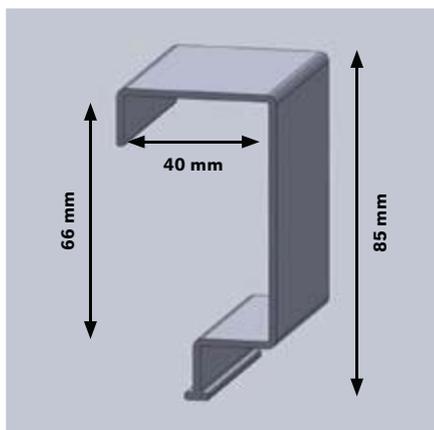


* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes
 ** Ausfallquote 10% möglich / 10% failure rate possible

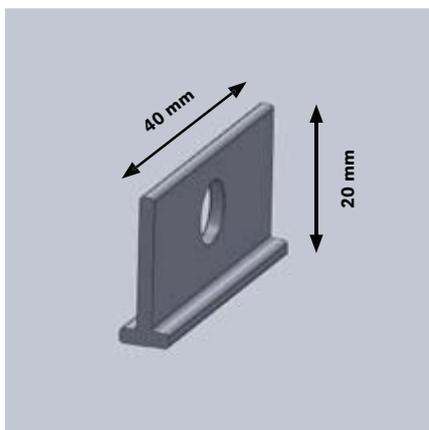


Haken

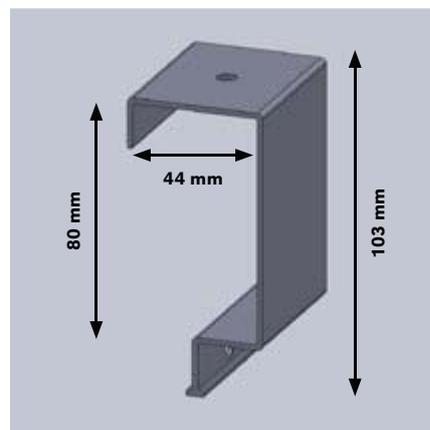
Hooks



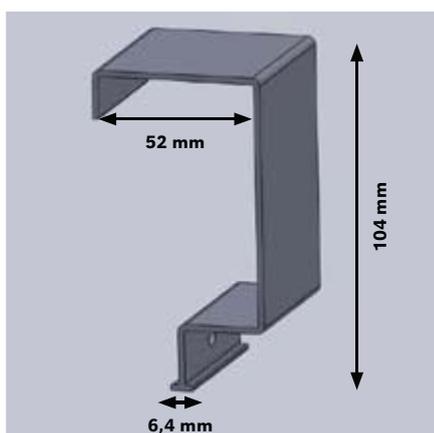
ZUB Haken 1 / ACChook 1



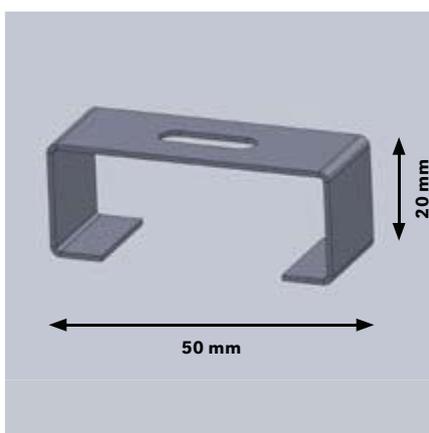
ZUB Haken 2 / ACChook 2



ZUB Haken 3 / ACChook 3



ZUB Haken 5S / ACC hook 5S



ZUB Haken 8 / ACC hook 8

Eine problemlose Montage ist, dank der Auswahl verschiedener Zubehörhaken, in sämtlichen Anwendungsbereichen möglich.

Pro Leuchte sind mindestens zwei Haken zu bestellen.

Thanks to the selection of different accessory hooks, trouble-free installation is possible in all areas of application.

A minimum of two hooks must be ordered per luminaire.

Zubehör Accessories	Beschreibung	Description
ZUB Haken 1	Haken für Profilschiene 40 x 70 mm, 2 oder 4 Stück pro Leuchte	Aluminium hook for profile rail 40 x 70 mm, 2 or 4 pieces per lamp
ZUB Haken 2	Haken für Kettenaufhängung mittels S-Haken, 2 oder 4 Stück pro Leuchte	Aluminium hook for chain suspension, 2 or 4 pieces per lamp
ZUB Haken 3	Haken für Hiltischiene, 2 oder 4 Stück pro Leuchte	Aluminium hook for profile rail with 44mm or chain, 2 or 4 pieces per lamp
ZUB Haken 5 S	Haken für Profilschiene 50 x 80 mm, 2 oder 4 Stück pro Leuchte	Aluminium hook for profile rail 50 x 80 mm, 2 or 4 pieces per lamp
ZUB Haken 8	C-Profil 18 mm mit Durchgangsloch 4 mm, zur direkten Regalmontage, 2 Stück pro Leuchte	C-profile 18 mm with a hole 4 mm, for direct shelf mounting, 2 pieces per luminaire

WIR MACHEN DAS SPEKTRUM !



Insektenfreundlich

Durch die flackerfreie Amplituden-Dimmung von 1-100% wird die Orientierung von bestäubenden Insekten und Nützlingen nicht beeinträchtigt.



Verbesserte Pflanzenqualität

Die ausgewählten Lichtspektren können das Wachstum sowie die innere Pflanzenqualität verbessern. Kräuter schmecken intensiver. Die Blattaufklärung ist stärker ausgeprägt und das Wachstum ist, im Vergleich zu traditionellen Leuchten-Systemen, kompakter.



Nachhaltigkeit

Bei allen DH Licht Leuchten ist es möglich sämtliche Bauteile wie LED-Treiber und LED-Platinen auszutauschen. Das Gehäuse muss nur einmal erworben werden. Eine Instandsetzung oder ein Update ist jederzeit problemlos durchführbar.



Einfache Montage

Durch die vielseitigen Montagehaken können alle DH Licht Leuchten problemlos montiert werden.



Hohe Schutzart

Aufgrund der hohen Schutzart von IP65, lassen sich alle DH Licht LED-Leuchten problemlos bei unterschiedlichsten Bedingungen einsetzen.



Hohe Effizienz

Die Leuchten von DH Licht emittieren Licht mit bis zu 2,7 $\mu\text{mol}/\text{J}$. Im Vergleich zu klassischen Hochdruckentladungslampen oder Leuchtstofflampen kann somit deutlich mehr Licht mit gleicher Anschlussleistung erzeugt werden.



Regelbarkeit

Alle LED-Leuchten lassen sich über DALI dimmen. Eine spektrale Regelung ist auf Anfrage möglich.



Made in Germany

Um eine hohe Qualität der Leuchten zu gewährleisten, findet die komplette Entwicklung und Produktion der DH Licht Leuchten in Deutschland statt.

insect friendly

Due to the flicker-free amplitude dimming of 1-100%, the luminaires are not affecting pollinating insects and beneficial organisms.

improved plant quality

The selected light spectra can improve outer and internal plant quality. Herbs taste more intense. The leaf color is more pronounced and the growth is more compact compared to traditional lighting systems.

sustainability

It is possible to exchange all components such as LED drivers and LED boards. Therefore, the luminaires are particularly sustainable, since the housing only needs to be purchased once. A repair or an update can be carried out at any time without any problems.

easy installation

Thanks to the versatile mounting hooks, all DH Licht luminaires can be easily mounted.

high protection class

Due to the high protection class of IP65, all DH Licht luminaires can be used in a wide variety of conditions.

high efficiency

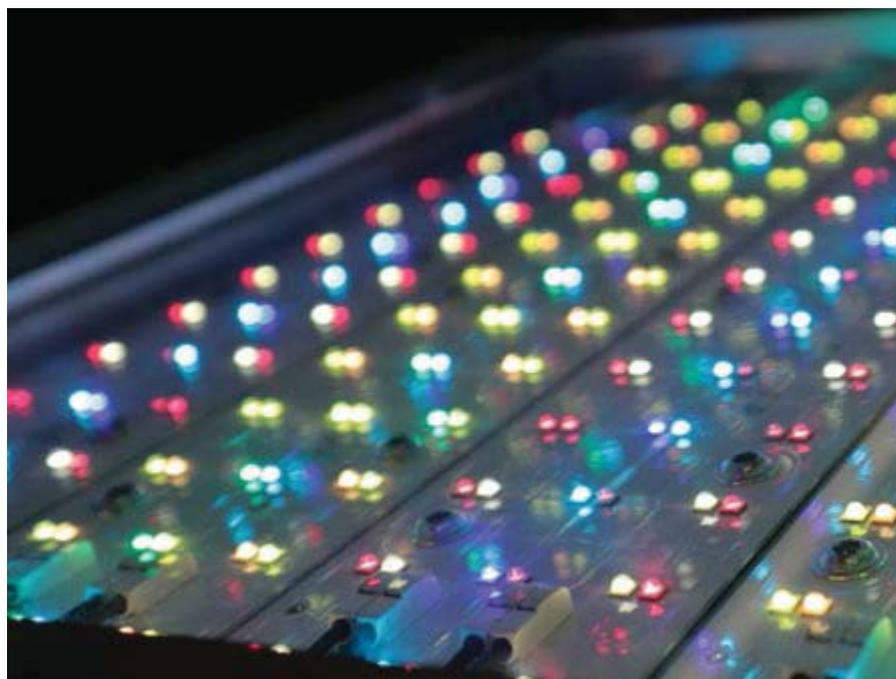
The luminaires from DH Licht emit light with up to 2.7 $\mu\text{mol}/\text{J}$. Compared to classic high pressure discharge lamps or fluorescent lamps, significantly more light can be generated with the same power.

controllability

All LED luminaires can be dimmed via DALI. Spectral control is possible on request.

made in Germany

In order to guarantee a high quality of the luminaires, the entire development and production of our products takes place in Germany.



Finalist des Deutschen Nachhaltigkeitspreises Design 2021



Foto: DNP/Frank Fendler



DH Licht GmbH

Robert-Bosch-Straße 35

42489 Wülfrath

Deutschland / *Germany*:

Telefon: +49 2058 897 325

Telefax: +49 2058 897 320

info@dhlicht.de

www.dhlicht.de

Überreicht durch Ihren DH Licht Vertriebspartner /
Provided by your DH Licht sales partner:

