



PROFESSIONAL LIGHTING
WIR MACHEN DAS SPEKTRUM!



DH Licht

Professional Lighting



DH Licht entwickelt individuelle Leuchten für die Pflanzenbelichtung. Dabei setzen wir auf unterschiedliche Technologien und bieten neben modernsten LED-Leuchten auch Belichtungssysteme mit hocheffizienten Keramik-Metallhalogendampf-Hochdruckentladungs-Lampen und klassischen Natriumdampf-Hochdruckentladungs-Lampen an.

Die Produktion findet ausschließlich in Deutschland statt, denn wir sind überzeugt: Nur „Made in Germany“ gewährleistet eine konstante Qualität der Produkte.

Mit ihren qualitativ hochwertigen Gehäusen sind unsere Leuchten vielseitig einsetzbar und sowohl für die Forschung als auch für die Produktion sehr gut geeignet.

Wir arbeiten eng mit Forschungsinstituten und Hochschulen zusammen und sind in vielen Universitäten im Bereich der Forschung platziert. Die hohen Qualitätsanforderungen in den labortechnischen und wissenschaftlichen Bereichen sind der Grund, dass unsere Produkte bei zahlreichen Saatzuchtbetrieben, der Großindustrie und Forschungseinrichtungen im Einsatz sind.

Bei der Entwicklung wurde, wie bei allen DH Licht Leuchten, auf die problemlose Austauschbarkeit sämtlicher Bauteile geachtet. Somit schaffen wir es, einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit zu leisten.

Wir haben für jede Lichtanforderung die passende Lösung.

DH Licht develops individual luminaires for plant lighting in horticulture. We do not limit our-selves on single technologies, but offer beside state-of-the-art LED-luminaires, also lighting systems with highly efficient ceramic-metal halide discharge-lamps and classic high-pressure sodium discharge-lamps.

The production takes place exclusively in Germany, because we are convinced: Only „Made in Germany“ guarantees a constant quality of the products.

With their high-quality housings, our luminaires are versatile and very suitable for both research and plant production.

DH Licht works closely with research institutes and is placed in all universities in the field of plant research. The high-quality requirements in the laboratory and scientific areas are the reason that our products are used by numerous seed breeding companies, large-scale industry and research institutions.

During the development, attention was paid to the problem-free interchangeability of all components. In this way, we are able to make an important contribution to sustainability.

We have a suitable solution for every lighting requirement.

Inhalt

4 - 7	DH Licht Was man über Licht wissen sollte
8 - 25	Forschungsberichte
26 - 27	LED vs Hochdruckentladungs-Leuchten
	LED-Leuchten
28 - 31	LED-KE
32 - 33	LED-LE
34 - 35	LED-MID
36	LED-REG
37	Planung einer Klimakammer
38 - 39	VisuSpectrum
	Hochdruckentladungs-Leuchten
40 - 41	CDM-KE I 315 & CDM-K 630
42 - 43	SON-K
44 - 45	MGR-K & MGR-E
46 - 47	MGR-K 400 UV / MGR-E 424-UV-DI
	Leuchtmittel
48	CHD Agro 400
49	CHD-TP Agro 630-400
50	CDM / CHD
51	SOD Agro
52	Technische Daten
53	Zubehör

Content

DH Licht <i>What you should know about light</i>
Research reports
LED vs high-pressure discharge-luminaires
LED-luminaires
LED-KE
LED-LE
LED-MID
LED-REG
<i>Planning of a climatic chamber</i>
<i>VisuSpectrum</i>
High-pressure discharge-luminaires
CDM-KE I 315 & CDM-K 630
SON-K
MGR-K & MGR-E
MGR-K 400 UV / MGR-E 424-UV-DI
Lamps
CHD Agro 400
CHD-TP Agro 630-400
CDM / CHD
SOD Agro
Technical data
Accessories



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 Lichtrezepturen 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.

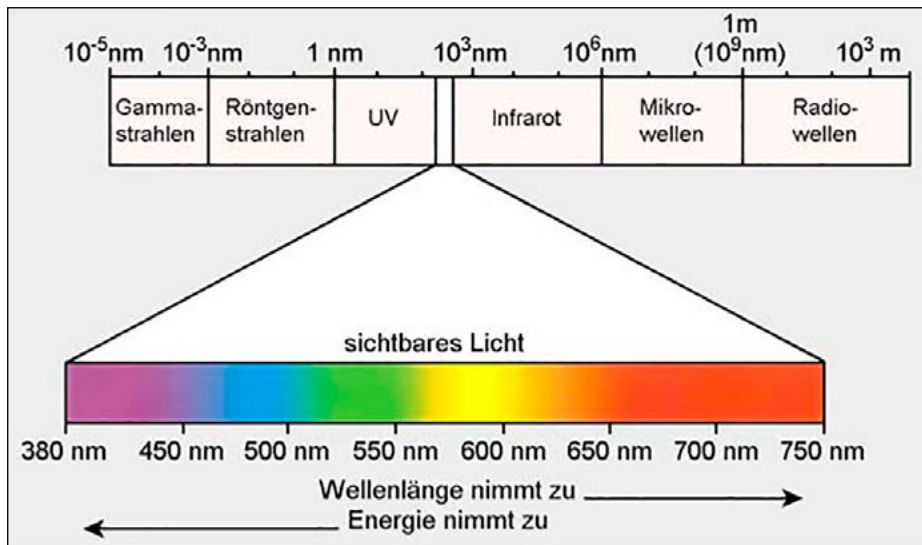


Abb. 1:
Licht als Teil der elektromagnetischen Strahlung
(Quelle: E-Learning-Projekt Fotosynthese an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf)

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 werden, 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).

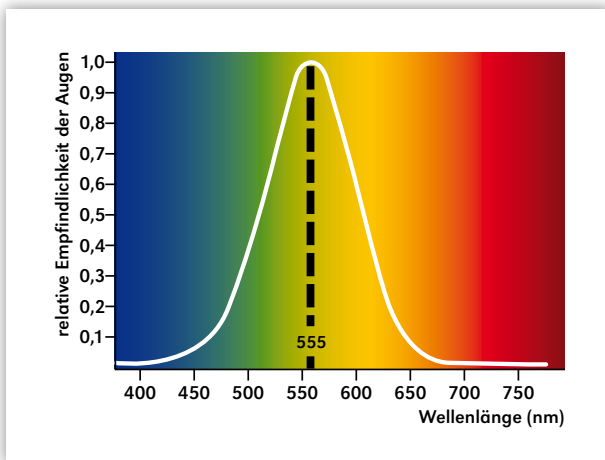


Abb. 2: Lichtempfindlichkeitskurve des menschlichen Auges
Fig. 2: Light sensitivity curve of the human eye

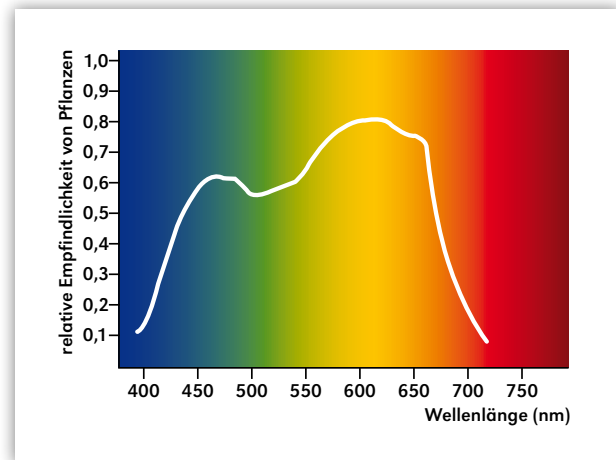


Abb. 3: Lichtempfindlichkeitskurve von Pflanzen
Fig. 3: Light sensitivity curve of plants

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 Pflanzenbeleuchtung 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.

Übersicht Einheiten Summary units

Photosynthetisch aktive Strahlung <i>Photosynthetic active radiation</i>	Strahlung zwischen 400-700 Nanometer, die Pflanzen für die 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. $\mu\text{mol}/\text{J}$

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.

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. Chrysanthemen, 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>

Forschungsbericht / *Research report* Hochschule Osnabrück

Pflanzenperformance von Wasserlinsen (Lemnaceae) unter dem Einfluss des Lichtspektrums und der Lichtintensität

Plant performance of duckweed (Lemnaceae) under the influence of light spectrum and light intensity

Dina Restemeyer, Finn Petersen, Sebastian Deck, Prof. Dr. Andreas Ulbrich,
Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Hochschule Osnabrück /
Faculty of Agricultural Sciences and Landscape Architecture, Osnabrück University of Applied Sciences

Hintergrund

Im Rahmen des Forschungsprojektes „LemnaProtein“ wird ein standardisierter Produktionsprozess für Wasserlinsen an der Hochschule Osnabrück entwickelt. Durch die Produktion der Wasserlinsen in einem hydroponischen Kultursystem und der anschließenden Nutzung der Wasserlinsen als alternative Proteinquelle im Tierfutter für Monogastrier sollen Nährstoffkreisläufe geschlossen werden. Das Wachstum und die chemische Zusammensetzung der Wasserlinsen können durch verschiedene Umweltfaktoren beeinflusst werden. Zu den wichtigsten Einflussgrößen gehören die Wachstumsfaktoren: Nährstoffangebot, Temperatur, pH-Wert, Licht und Photoperiode. Da der Anbau in einem vertikalen System geplant wird, ist eine Zusatzbelichtung erforderlich. Zur Überprüfung des Einflusses des Lichtspektrums und der Lichtintensität auf die Pflanzenperformance von Wasserlinsen wurde im Sommer 2020 ein Versuch mit zwei Arten (siehe Abb. 1) durchgeführt.

Background

As part of the „LemnaProtein“ research project, a standardized production process for duckweed is being developed at Osnabrück University of Applied Sciences. The production of duckweed in a hydroponic culture system and the subsequent use of the duckweed as an alternative protein source in animal feed for monogastric animals is intended to close nutrient cycles. The growth and chemical composition of duckweed can be influenced by several environmental factors. The most important growth factors are nutrient supply, temperature, pH, light, and photoperiod. Since the cultivation is planned in a vertical system, supplementary lighting is required. To check the influence of light spectrum and light intensity on the plant performance of duckweed, an experiment with two species (see Fig. 1) was conducted in summer 2020.

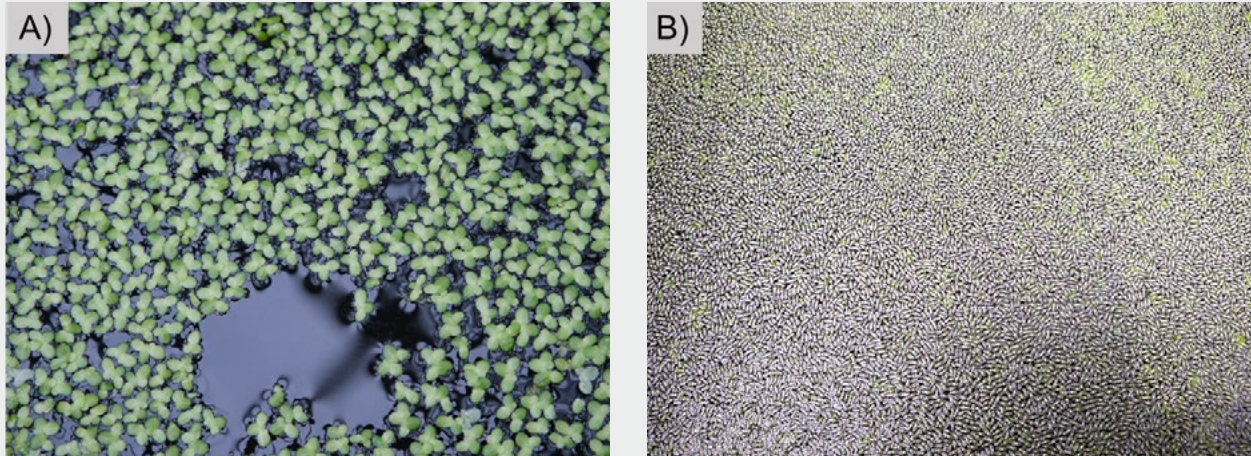


Abb. 1: A: *Lemna minor*, B: *Wolffia hyalina*
 Fig. 1: A: *Lemna minor*, B: *Wolffia hyalina*

Material und Methoden

Versuchsaufbau und Kultivierung

Der Versuch fand in einem klimatisierten Container an der Hochschule Osnabrück am Campus Haste statt. Alle Versuchsbecken waren hierbei zu einem hydroponischen, rezirkulierenden System zusammengeschlossen und wurden aus einem Nährstoffreservoir versorgt. Es wurden einzelne Einheiten mit zwei Becken abgetrennt, die jeweils zwei LEDs der Serie LE umfassten (siehe Abb. 2). Beide Arten wurden für jeweils 2 Wochen kultiviert.

Arten	L. minor und W. hyalina (siehe Abb. 1)
Anbausystem	hydroponisches, rezirkulierendes System mit schwarzen Kultivierungsbecken (0,565 × 0,37 m, Kultivierungsfläche: 0,49 × 0,37 m \triangleq 0,18 m ² , Wasserhöhe: ca. 10 cm)
Wassertemperatur	24 °C
pH-Wert	7,8
Düngung	EC-Wert von 0,6 mS/cm, modifiziertes N-Medium1)
Untersuchungsparameter	Biomasseertrag, Chlorophyllgehalt, Rohproteingehalt
Photoperiode	12:12 h

Belichtungsvarianten

Insgesamt wurden acht unterschiedliche Belichtungsvarianten untersucht, bei welchen sowohl die Lichtintensität (50, 100, 150 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) als auch das Lichtspektrum variiert wurden (siehe Tab. 1). Jede dieser Varianten enthält hinsichtlich ihres Lichtspektrums 20 % des 6500 K Kanals und die verbleibenden 80 % wurden im Rot-/ Blauverhältnis variiert,

Material and methods

Experimental setup and cultivation

The experiment took place in a climate-controlled container at the Osnabrück University of Applied Sciences at the Haste campus. All experimental basins were connected to a hydroponic, recirculating system and were supplied from a nutrient reservoir. Individual units were separated with two basins, each containing two LE series LEDs (see Fig. 2). Both species were cultured for 2 weeks.

Species	L. minor and W. hyalina (see Fig. 1).
Cultivation system	hydroponic, recirculating system with black cultivation tanks (0.565 × 0.37 m, cultivation area: 0.49 × 0.37 m \triangleq 0.18 m ² , water height: approximately 10 cm).
Water temperature	24 °C
pH value	7.8
Fertilization	EC value of 0.6 mS/cm, modified N medium1)
Investigation parameters	biomass yield, chlorophyll content, crude protein content
Photoperiod	12:12 h

Lighting variants

Eight different exposure variants were investigated, in which both the light intensity (50, 100, 150 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) and the light spectrum were varied (see Table 1). Each of these variants contained 20% of the 6500 K channel in terms of its light spectrum and the remaining 80% was varied in the red/blue ratio, for which the 445 nm and 660 nm channels were

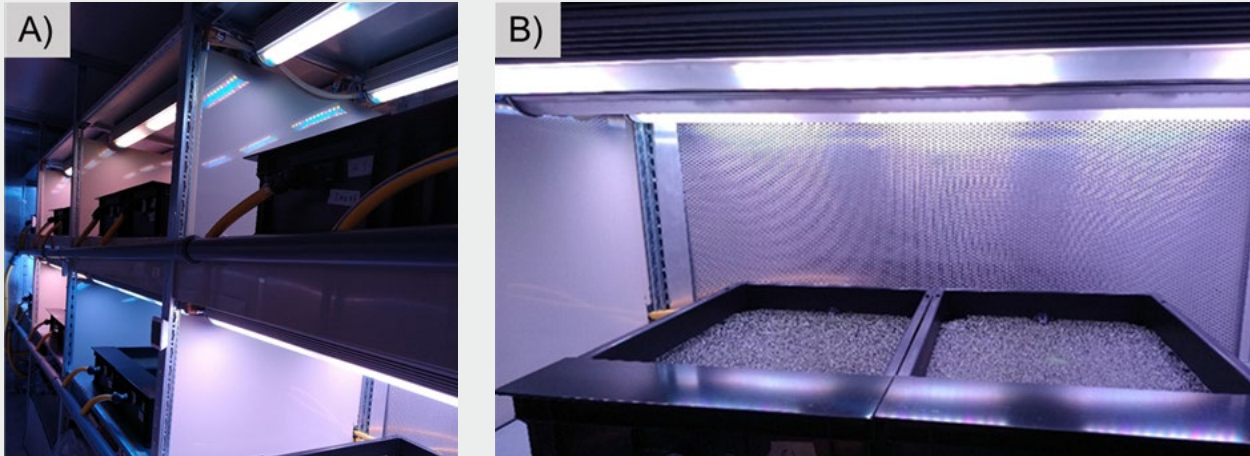


Abb. 2: A: Versuchsanlage des hydroponischen Systems, B: Eine Randomisationseinheit mit zwei Becken und zwei LEDs der Serie LE
Fig. 2: A: Experimental setup of the hydroponic system, B: A randomization unit with two basins and two LEDs of the LE series

Tab. 1: Acht Versuchsvarianten mit unterschiedlichen Lichtintensitäten ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) und rot:blau-Verhältnissen

Tab. 1: Eight experimental variants with different light intensities ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) and red:blue ratios

Variante / Variant	Lichtintensität / Light intensity ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	rot:blau-Verhältnis / red:blue ratio
1	50	70:30
2	50	30:70
3	150	70:30
4	150	30:70
5	100	70:30
6	100	30:70
7	50	50:50
8	150	50:50

dazu wurde der 445 nm und der 660 nm Kanal angesteuert.

controlled.

Fazit

Mithilfe der LED-LE ließ sich in kurzer Zeit, auf begrenztem Raum, der Einfluss von acht unterschiedlichen Lichtvarianten auf die Pflanzenperformance von Wasserlinsen überprüfen. Wachstumsunterschiede zwischen den verschiedenen Belichtungsvarianten waren deutlich zu erkennen.

Conclusion

With the help of the LED-LE, the influence of eight different light variants on the plant performance of duckweed could be tested in a short time and in a limited space. Growth differences between the different lighting variants were clearly visible.

Dina Restemeyer, Finn Petersen, Sebastian Deck, Prof. Dr. Andreas Ulbrich, Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Hochschule Osnabrück

Quellen / References:

¹⁾ APPENROTH, K.-J. (2015): Media for in-vitro-cultivation of duckweed. Duckweed Forum 3, 169-203.

Forschungsbericht / *Research report* Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH)

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 ressourcenschonenden 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 gleichblieb, 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 Leuchte / area (net) per luminaire	6,3 m ²	6,3 m ²

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 Verbräuchen

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
- Aussattermin:** 18.01.19
- Substrat:** Spezialmischung mit 50 % Torfersatz von Klasmann Deilmann
- Keimung:** 22.01.19

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 discharge-lamp (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) C5ultivation 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

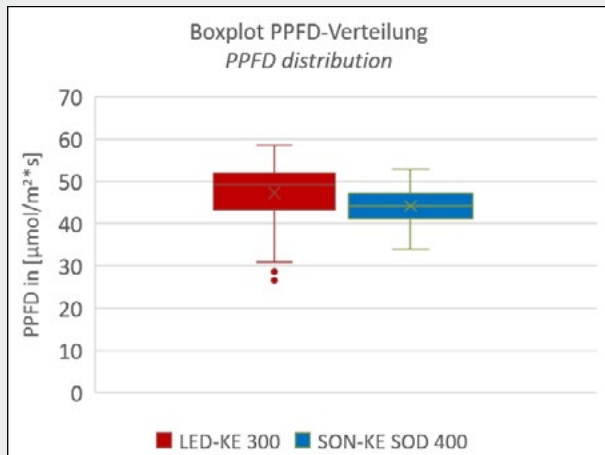


Abb. 1: Gemessene Lichtverteilung unter der LED-KE-Installation im Vergleich zur bisherigen Natriumdampfleuchten-Installation (Basis: Dialux-Simulation). Die Lichtmessung erfolgte mit einem LICOR-Quantum-Sensor Typ LI-190R.

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.

b.) Belichtungs- & Klimabedingungen

Belichtungszeitraum: 30.01.19 – 26.02.19 (27 Tage)

Belichtungswert: Licht an bei < 20 klx
Außeneinstrahlung

Sollwert der Assimilationslichtintensität (PPFD):
 $50\text{-}60 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$

Belichtungszeitraum:
06:00 Uhr – 22:00 Uhr (max. 16 h)

**maximal Assimilationslichtmenge
(bei 16 h und $50\text{-}60 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$):** $2,9\text{-}3,5 \text{ mol}/\text{m}^2\text{d}$

Eindeckung: Alltop® 16 mm-Stegdoppelplatte

c.) realisierte Einstrahlungsbilanz im Versuchszeitraum

Summe der photosynthetisch nutzbaren Strahlung (aus Tages- & Kunstlicht): 133 mol ($\triangleq 100 \%$)

realisierte Laufzeiten der Assimilationsbelichtung: 305 Betriebsstunden (von max. 432 h möglichen)

Lichtmenge aus Tageslicht bzw. in % der Gesamtsumme (Annahme: 50 % Transmission; PPFD- Assimilationslicht: $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$): 78 mol ($\triangleq 59 \%$)

Lichtmenge aus Kunstlicht bzw. in % von der Gesamtsumme (bei PPFD $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$): 55 mol ($\triangleq 41 \%$)

Die zur Verfügung stehenden DLI bewegten sich zwischen $3,7 - 6,7 \text{ mol}/\text{m}^2\text{d}$ (siehe Abb. 2), was pflanzenbaulich insgesamt ein eher niedriges, allerdings bei den Gartenbaubetrieben oft anzutreffendes Niveau darstellt.

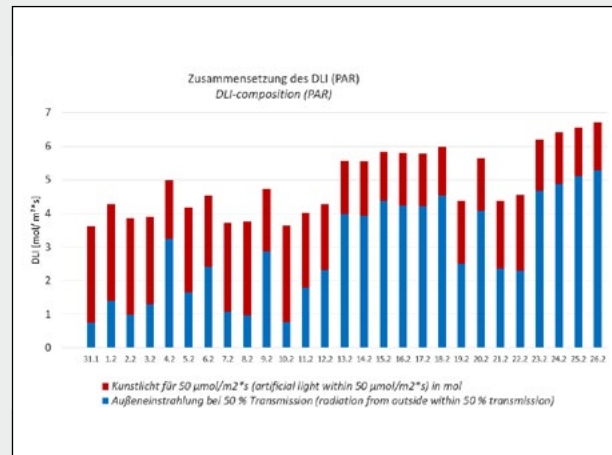


Abb. 2: Anteilige Zusammensetzung des täglich zur Verfügung stehenden Tageslichtintegrals (DLI) im Versuchszeitraum.

Fig. 2: Proportional composition of the daily light integral (DLI) in the test period.

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):
 $50\text{-}60 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$

Exposure period:
06:00 am – 10:00 pm (max. 16 h)

**Maximum amount of light
(with 16 h and $50\text{-}60 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$):** $2,9\text{-}3,5 \text{ mol}/\text{m}^2\text{d}$

Greenhouse cover: Alltop® 16 mm- Double walled sheet

c.) Realized radiation balance in the test period

sum of photosynthetic active radiation (global irradiance and artificial light): 133 mol ($\triangleq 100 \%$)

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: $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$):
 78 mol ($\triangleq 59 \%$)

Proportion of artificial light (PPFD $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$):
 55 mol ($\triangleq 41 \%$)

The available DLI was between 3.7 and $6.7 \text{ mol}/\text{m}^2\text{d}$ (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 Verbrauchsminderung bzw. CO₂-Einsparung haben sich demzufolge erfüllt.

Für eine ganzheitliche Betrachtung des Energieeinsatzes muss zusätzlich zum Strom- auch der Wärmeaufwand 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 leuchtenspezifischen Wärmeabgabe auf den Heizbedarf ist insofern aus diesem Versuch heraus nicht bezifferbar. Ausgehend von den realisierten Energieverbräuchen ergibt sich bei kalkulierten 1.800 Betriebsstunden / Jahr eine hochgerechnete potentielle Einsparung von 17,8 kg CO₂ / m².

Die im Vergleich geringeren Wuchshöhen könnten an einer zu intensiven Bestrahlung im blauen Spektralbereich begründet sein. In weiteren Versuchen soll dieser Zusammenhang überprüft werden.

Conclusion:

The determined energy consumption in the test period is based on the installed power of the s. 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.

Forschungsbericht / *Research report*

Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg

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-Metallhalogendampf-Hochdruckentladungslampe

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 discharge-lamp



Abb.1: Verwendete Sorten

Fig.1: Used lettuce cultivars

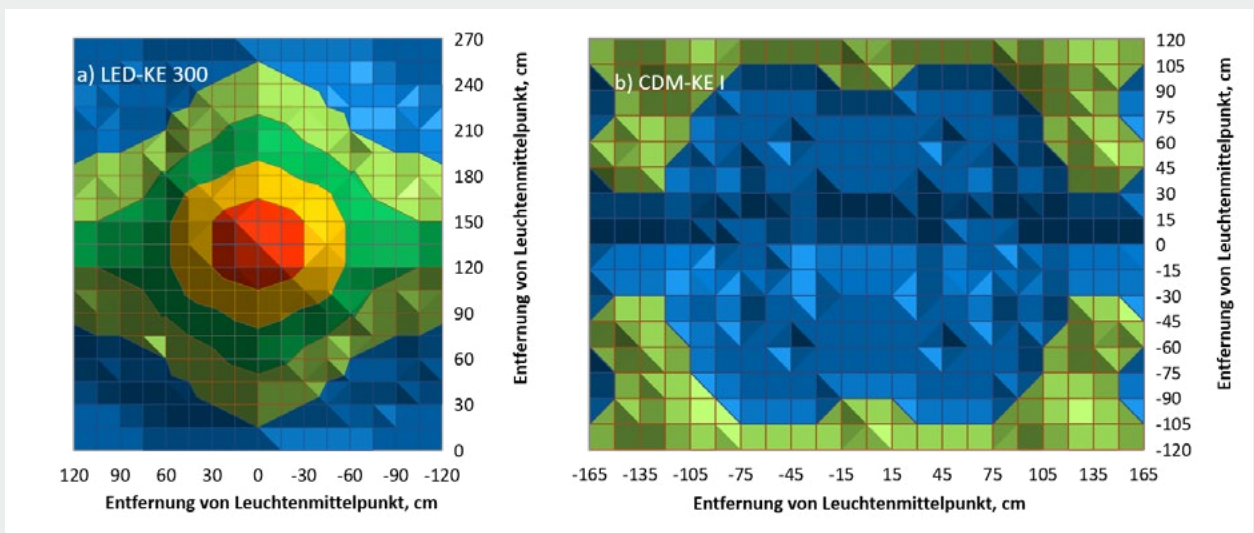


Abb. 2:
PAR Verteilung auf der Kulturfläche unter a) einer LED-KE 300 (\emptyset Photonenflussdichte (PPFD): $42,2 \pm 6,2 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) und b) einer CDM-KE 1 (\emptyset Photonenflussdichte: $39,4 \pm 1,3 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Die Farben kennzeichnen die unterschiedlichen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

Fig. 2:
PAR distribution under a) LED-KE 300 (\emptyset photon flux density (PPFD): $42.2 \pm 6.2 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) and b) CDM-KE 1 (\emptyset 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')

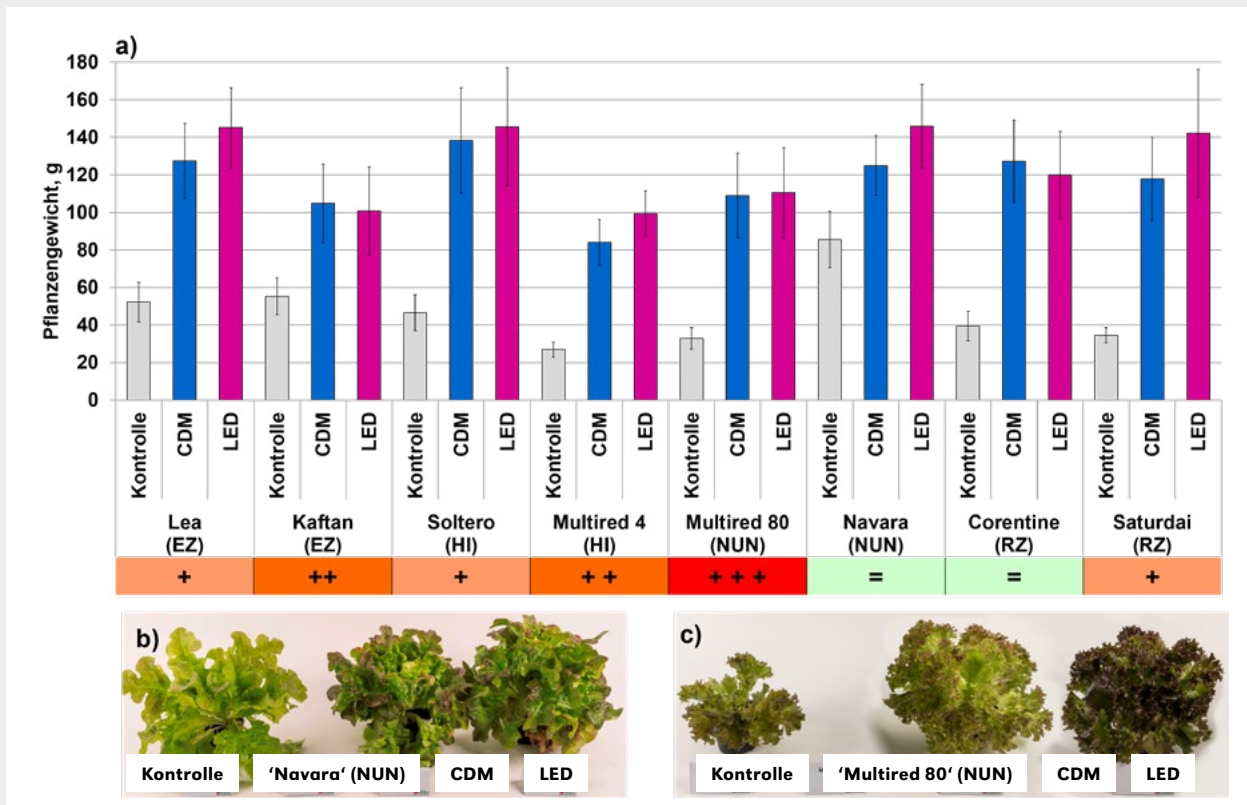


Abb. 3: Einzelpflanzengewicht der verschiedenen Salatsorten bei drei unterschiedlichen Belichtungsvarianten (Abb. 3a) Die Symbole unter den Sortenbezeichnungen kennzeichnen die Ausfärbung der Pflanzen der LED Variante im Vergleich zur CDM Variante: = : gleiche Ausfärbung (Abb. 3b), ++: starker Unterschied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

Forschungsprojekt / *Research project* MinTHG

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

Prof. Dr. Uwe Schmidt¹, Dr. Annika Nerlich¹, Dr. Gökhan Akyazi², Thomas Hain², Dr. Sebastian Kipp, Bernd H. Nordzieke, Dr. Oliver S. Dörr³, Holger Dinter³, Prof. Dr. Dr. Christan Ulrichs⁵, Dr. Dennis Dannehl¹.

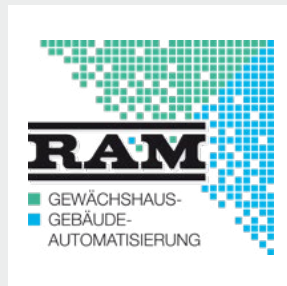
¹ Humboldt-Universität zu Berlin, FG Biosystemtechnik

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.33) 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 2022 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. 33) 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 2022 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. Prof. Dr. Uwe Schmidt¹, Dr. Annika Nerlich¹, Dr. Gökhan Akyazi², Thomas Hain², Dr. Sebastian Kipp, Bernd H. Nordzieke, Dr. Oliver S. Dörr³, Holger Dinter³, 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

Forschungsprojekt / *Research project* Lichtfalle

Lichtfalle – Aufschrecken, Anlocken, Kartieren und selektives Bekämpfen von Schadinsekten mittels LED-Laser-Kombifalle

Light trap- A mobile LED-laser-trap to rouse, attract, monitor and selectively combat herbivorous insects

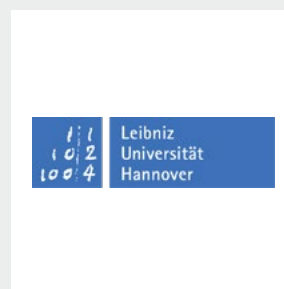
Dr. Merve Wollweber¹, Jonas Krieger¹, Prof. Dr. Rainer Meyhöfer², Maria Athanasiadou², Dr. Sebastian Behling³, Oliver Kranz³, Dr. Oliver S. Dörr⁴

¹ Laser Zentrum Hannover e.V.

² Leibniz Universität Hannover, Institut für Gartenbauliche Produktionssysteme

³ Götting KG

⁴ DH Licht GmbH



Die Orientierung von herbivoren Schadinsekten ist gesteuert durch olfaktorische und visuelle Reize. Während der Geruchssinn eine Fernwirkung hat, nutzen die Schadinsekten, bspw. Weiße Fliege (*T. vaporariorum*) oder Trauermücken (*Sciaridae*), ihre Primitiv-Augen für die nähere Zielfindung. Beide Navigationssysteme sind komplex überlagert und steuern das Individualverhalten in Abhängigkeit weiterer ökologischer Faktoren. Das einfache Sehen der Insekten mithilfe eines nachgewiesenen tri- bzw. pentachromatischen Systems stützt dabei Vorgänge, bspw. bei geflügelten Individuen, wie das Losfliegen zum Aufsuchen einer neuen Nahrungsquelle bzw. das Landen auf einer Zielpflanze zum Fressen oder zur Eiablage. Dies kann genutzt werden, um lokal Präferenzen zu stimulieren, somit die Schadinsekten gezielt anzulocken und diese dann gezielt zu bekämpfen.

*The orientation of herbivorous insect pests is controlled by olfactory and visual stimuli. While the sense of smell has a long-range effect, the harmful insects, e.g. whitefly (*T. vaporariorum*) or sciarid gnats (*Sciaridae*), use their primitive eyes for more precise aiming. Both navigation systems are overlaid in a complex manner and control individual behavior depending on other ecological factors. The mere seeing of the insects with the help of a proven tri- or pentachromatic system supports processes, for example in winged individuals, such as flying off to find a new source of food or landing on a target plant to eat or lay eggs. This can be used to stimulate local preferences, attract and specifically target insect pests.*

Dazu werden in Gewächshaus-Pflanzenbeständen u.a. Gelbtafeln als Fallen eingesetzt, um Spektrum und Dimension von Schadinsekten zu indizieren und darauf aufbauend Pflanzenschutzmaßnahmen, wie die Applikation von biologischen oder chemischen Wirkstoffen oder den Einsatz von Nützlingen, einzuleiten.

Die eingesetzten Klebetafeln setzen einen statischen Lichtreiz einerseits durch die Farbwahl (meistens gelb) und andererseits durch die Positionierung im Gewächshaus und damit ihre Orientierung zum Sonnenstand. Dadurch ist ihre Wirkung nahezu unidirektional, insbesondere in Zeiten mit flachem Sonnenstand: nur die beleuchtete Seite kann durch Reflexion in den Pflanzenbestand die Orientierung der Schadinsekten beeinflussen. Darüber hinaus werden durch die Klebetafeln auch Nützlinge (bspw. Schlupfwespen) und gelegentlich Bestäuber (bspw. Schmetterlinge) angelockt, die bei Kontakt ebenso gefangen werden. Weiterhin werden Leime verwendet, die zwar ohne Insektizide wirken, aber dennoch eine chemische Ressource darstellen. Auch werden die verwendeten Tafeln nach und nach mit gefangenen Insekten, mit Schmutzpartikeln und mit Pflanzenteilen bedeckt und verlieren so ihre anlockende Wirkung. Entsprechend ist das manuelle Aufstellen und Austauschen von Tafeln bzw. Bändern zeitintensiv. Die Nutzung der Tafeln zum Monitoring des auftretenden Schadinsekten-Befalls erfordert regelmäßige Kontrollen und entsprechende Fachkenntnisse für die Einleitung angepasster Pflanzenschutzmaßnahmen.

Ziel des Vorhabens ist es, mobile Systeme in verschiedenen Größen zu entwickeln, während der Flugzeiten gezielt Reize zum Auffliegen zu setzen, über LED-Technik eine spektral-, intensitäts- und circadian-variable Lichtfläche (Abb. 1) zu erzeugen, dadurch geflügelte Schadinsekten anzulocken, diese auf der Lichtfläche zu bestimmen und zu kartieren sowie mittels Lasertechnik zu bekämpfen. Basierend auf Forschungsergebnissen, u.a. seitens der Leibniz Universität Hannover, sind geeignete Farben und Intensitäten sowie die Kombination mit Gerüchen bekannt, die das Flug- und Orientierungsverhalten beeinflussen. Die Unterscheidung von Insektenpezies ist mit bildgebenden Verfahren möglich, wodurch gleichzeitig ein Mapping von Ort und Zeitpunkt der Detektion verfolgt wird. Zur Bekämpfung der detektierten Schadinsekten wird ein Laserapplikationssystem entwickelt, das diese über einen Laserpuls selektiv bekämpft und Nicht-Ziel-Insekten schont. Die LED-Laser-Kombifalle wird auf einer zunächst ferngesteuerten später automatisch fahrenden Plattform aufgebaut und mit Maßnahmen zum Aufschrecken der Schadinsekten unterstützt, die in den Pflanzenbestand gerichteten sind.

Die wissenschaftlich-technischen Ziele des Projekts dienen der Erforschung und Entwicklung nachhaltiger, ressourcenschonender pflanzlicher Produktionssysteme: das bewährte Konzept der Farbtafeln wird zu variablen LED-Lichttafeln und damit auf die heute möglichen Technologien weiterentwickelt und mit der Laserschädlingsbekämpfung wird ein chemiefreier Ansatz für nachhaltigen Pflanzenschutz umgesetzt, der durch intelligente Sensorik nur herbivore Insekten bekämpft,

For this purpose, yellow boards are used as traps in greenhouse plants to display the spectrum and dimensions of harmful insects and, based on this, to initiate plant protection measures such as the use of biological or chemical agents or the use of beneficial insects.

The adhesive boards used set a static light stimulus on the one hand through the choice of color (mostly yellow) and on the other hand through their positioning in the greenhouse and thus their orientation to the position of the sun. As a result, their effect is almost unidirectional, especially in times when the sun is in a low angle. : only the illuminated side can influence the orientation of the insect pests by reflecting into the vegetation. In addition, beneficial insects (e.g. parasitic wasps) and occasionally pollinators (e.g. butterflies) are attracted by the adhesive boards, which are also caught on contact. Glues are also used, which work without insecticides, but still represent a chemical resource. The boards used are also gradually covered with trapped insects, with dirt particles and with parts of plants and thus lose their attractive effect. Accordingly, the manual installation and replacement of panels or strips is time-consuming. The use of the boards to monitor the occurring pest infestation requires regular controls and appropriate specialist knowledge for the initiation of appropriate plant protection measures.

The aim of the project is to develop mobile systems in various sizes, to set specific stimuli to fly up during flight times, to generate a light surface that is spectrally, intensity and circadian-variable using LED technology (Fig. 1), thereby attracting winged insect pests to the to determine and map the light surface and to combat it using laser technology. Based on research results, e.g. by the Leibniz University Hannover, suitable colors and intensities as well as the combination with smells are known that influence flight and orientation behavior. The differentiation of insect species is possible with imaging methods, whereby a mapping of the place and time of detection is followed at the same time. To combat the detected insect pests, a laser application system is being developed that selectively combats them using a laser pulse and protects non-target insects. The LED-laser combination trap is set up on an initially remote-controlled, later automatically moving platform and supported with measures to scare off the harmful insects that are aimed at the plant population.

The scientific and technical goals of the project serve the research and development of sustainable, resource-saving plant production systems: the proven concept of color panels is being developed into variable LED light panels and thus to the technologies possible today and with laser pest control, a chemical-free approach for sustainable crop protection is implemented, which only combats herbivorous insects through intelligent sensor technology, but protects beneficial insects. The project thus makes a contribution to the funding policy objectives of the Horticultural 4.0 funding priority.

The R&D project "LichtFalle" has a term of three years and started in February 2020. The project is coordinated by Laser Zentrum Hannover e.V. The project is funded by the

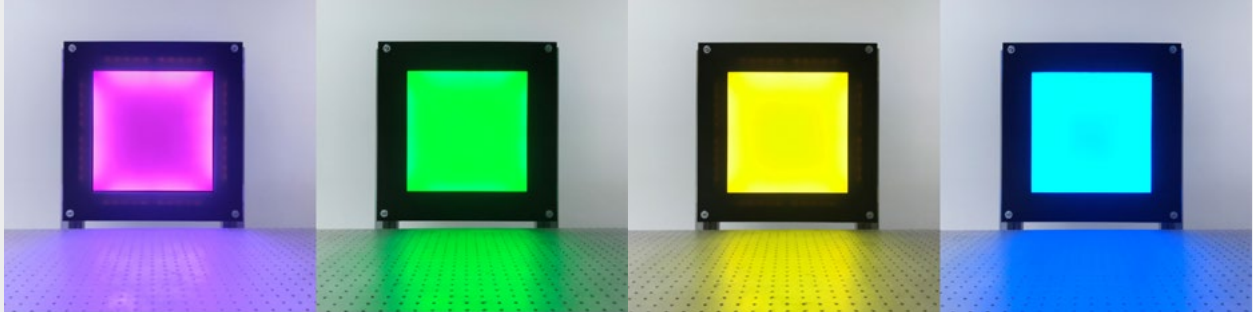


Abb. 1: Spektral regelbare Lichtfalle zur Anlockung von Schadinsekten

Fig. 1: Spectrally adjustable light trap to attract herbivorous insect pests

aber Nützlinge schont. Damit leistet das Projekt einen Beitrag zu den förderpolitischen Zielen des Förderschwerpunkts Gartenbau 4.0.

Das FuE-Projekt LichtFalle hat eine Laufzeit von drei Jahren und ist im Februar 2020 gestartet. Die Projektkoordination obliegt dem Laser Zentrum Hannover e.V.. Das Verbundprojekt wird aus Mitteln zur Entwicklung von Innovationen im Bereich Gartenbau 4.0 des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft gefördert. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).

Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) to promote innovation in the field of horticulture 4.0. The project is supported by the Federal Office of Agriculture and Food (BLE).

Gefördert durch:



Dr. Merve Wollweber¹, Jonas Krieger¹, Prof. Dr. Rainer Meyhöfer², Maria Athanasiadou², Dr. Sebastian Behling³, Oliver Kranz³, Dr. Oliver S. Dörr⁴.

¹ Laser Zentrum Hannover e.V., ² Leibniz Universität Hannover, Institut für Gartenbauliche Produktionssysteme, ³ Götting KG, ⁴ DH Licht GmbH

LED vs Hochdruck-entladungs-Leuchten

LED vs high-pressure discharge-luminaires



LED-Leuchten

LED-Leuchten zeichnen sich durch eine hohe Energieeffizienz und Vielseitigkeit aus. Sie emittieren keine Wärmestrahlung und eignen sich daher insbesondere in Klimakammern und Mehrlagenkulturanlagen. Mit unseren Leuchten-Systemen können auch die Lichtspektren verändert werden. Für den Forschungsbereich lassen sich mit der patentierten **LED-KE Serie (ab S. 28)** bis zu 8 Kanäle individuell regeln. Auch ein Einsatz von UV-Licht ist möglich, um gezielte pflanzenphysiologische Prozesse zu untersuchen. Für sehr hohe Lichtintensitäten in Regalsystemen, haben wir eine Leuchte mit patentierter, aktiver Wasserkühlung entwickelt; die **LED-LE (ab S. 32)**, die vielseitig verwendet werden kann. Auch für den wachsenden Markt des vertikalen Anbaus (vertical farming) bieten wir hocheffiziente und flexibel einsetzbare Regalleuchten an; die **LED-MID (ab S. 34)**.

Entladungs-Leuchten

Insbesondere für den Gewerbsgartenbau wird oft die direkte Wärmestrahlung benötigt. Zudem sind Entladungs-Leuchten die wirtschaftlicheren Leuchten-Systeme für die kommerzielle Pflanzenproduktion. Nach wie vor werden konventionelle Natriumdampf-Hochdruckentladungs-Leuchten (**SON-K, ab S. 42**) eingesetzt. Mit der **CDM-KE I 315 (S. 40)** und der **CDM-K 630-400 (S. 41)** haben wir zwei Leuchten-Systeme, die ein sonnenähnliches Lichtspektrum erzeugen, das die Pflanzenqualität verbessern kann. Für botanische Gärten, Forschungsgewächshäuser sowie für die Pflanzenindustrie eignet sich unsere **MGR-Serie (ab S. 44)**, die einen hohen IP-Schutz von 65 aufweist und vielseitig einsetzbar ist.

LED-luminaires

LED-luminaires are characterized by high energy efficiency and versatility. LEDs do not emit heat radiation and are therefore particularly suitable in climatic chambers and multi-layer culture systems. With our lighting systems, the light spectra can also be changed. For the research area, up to 8 channels can be individually controlled with the patented **LED-KE series (from p. 28)**. It is also possible to use UV light to investigate specific plant physiological processes. For very high light intensities in shelf systems, we have developed a luminaire with patented active water cooling, the **LED-LE (from p. 32)**, which can be used in many applications. We also offer highly efficient and flexible LED-luminaires for multi-layered production in shelving systems (**LED-MID, from p. 34**) for the growing vertical farming market.

Discharge-luminaires

Direct thermal radiation is often required, especially for commercial horticulture industry. In addition, discharge-luminaires are the most economical lighting systems for commercial plant production. Conventional high-pressure sodium discharge-luminaires (**SON-K, from p. 42**) are still used. With the **CDM-KE I (p. 40)** and the **CDM-K 630-400 (p. 41)** we have two lighting systems that generate a sun-like light spectrum which can improve the quality of the plants. Our **MGR series (from p. 44)** is suitable for botanical gardens, research greenhouses and the plant industry. It has a high IP protection of 65 and is very versatile.

Unser Nachhaltigkeitsversprechen

Nachhaltigkeit bedeutet für uns in erster Linie: Qualität! Denn nur, was lange hält, ist im besten Sinne des Wortes nachhaltig. Unsere Qualitätsgarantie lautet: „Made in Germany“. DH Licht arbeitet nur mit nach strengen Kriterien ausgewählten Zulieferern, so dass immer das höchste Maß an Qualität gewährleistet werden kann. Bei unseren Produkten setzen wir auf recyclebare Rohstoffe und wiederverwendbare Materialien. Sämtliche Bauteile bei der Leuchten-Serie LED-KE, LED-LE und LED-MID sind austauschbar. Eine Instandsetzung oder eine Aktualisierung ist zu jederzeit problemlos durchführbar. DH Licht-Produkte sind darüber hinaus energiesparend, was wir nicht nur mit unseren elektronischen Vorschaltgeräten erreichen, sondern auch durch den Einsatz modernster LED-Technologie.

Gerne bieten wir Ihnen ganzheitliche Lösungen für Ihre Projekte an und begleiten Sie von der ersten Idee bis hin zur Umsetzung. Kontaktieren Sie uns für eine individuelle Beratung.

Our sustainability promises

For us, sustainability means first and foremost: Quality! Because only what lasts for a long time is sustainable. Our quality guarantee is: „Made in Germany“. DH Licht only works with suppliers selected according to strict criteria, so that the highest level of quality can always be guaranteed! We use recyclable raw materials and reusable materials in our products. All components in the LED-KE, LED-LE and LED-MID luminaire series are interchangeable. A repair or an update can be carried out at any time without any problems. DH light products are also energy-saving, which we not only achieve with our electronic ballasts, but also through the use of the most modern LED technology.

We are happy to offer you lighting solutions for your projects and accompany you from the first idea through to implementation. Contact us for individual advice.



LED-KE 300 / LED-KE 400 THC

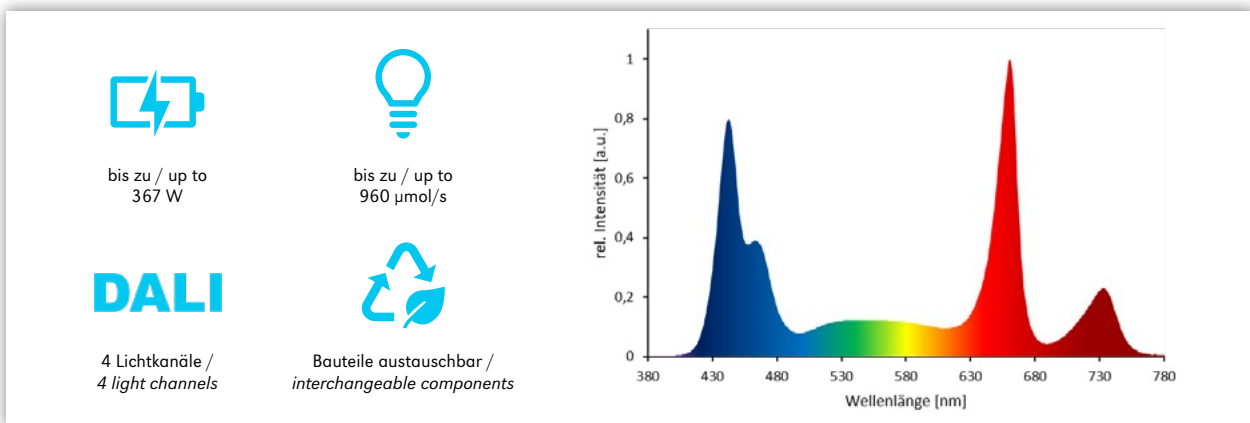


LED-Leuchte mit vier regelbaren Lichtkanälen für viele Einsatzbereiche

Mit der LED-KE 300 können insgesamt 4 Kanäle unabhängig voneinander geregelt und gesteuert werden. Mit einer Anschlussleistung von 286 Watt, beträgt die Photonenstrahlung bei 100 % Leistung ca. 780 $\mu\text{mol/s}$. Die LED-KE 300 lässt sich dank Amplitudendimmung von 100-1 % Leistung flackerfrei dimmen. Für den lizenzierten Anbau von Cannabis wurde die LED-KE 400 THC entwickelt. Mit der spektral regelbaren Leuchte ist es möglich den Gehalt von THC (Tetrahydrocannabinol) oder CBD (Cannabidiol) gezielt zu beeinflussen.

LED-luminaire with four adjustable light channels for many applications

With the LED-KE 300 a total of 4 channels can be regulated independently. With a power 286 watts, the photon flux is approx. 780 $\mu\text{mol/s}$. The LED-KE 300 can be dimmed flicker-free thanks to amplitude dimming of 100-1 % output. The LED-KE 400 THC was developed for the licensed cultivation of cannabis. With the spectrally adjustable luminaire it is possible to influence the content of THC (tetrahydrocannabinol) or CBD (cannabidiol).



Technische Daten / technical data*

	LED-KE 300	LED-KE 400 THC
Leistung / power [W]	286	367
Spannung / voltage	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / photon flux [$\mu\text{mol/s}$]	780	960
Schutzart / protection class	IP65	IP65
Lichtspektrum / light spectrum	BB, R, FR, W	auf Anfrage /on request
Lichtkanäle / light channels	4	4
Gewicht / weight [kg]	11	11
Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]	330 x 298 x 115 + 330 x 115 x 125	330 x 298 x 115 + 330 x 115 x 125
Zubehörhaken / accessory hooks**	ZUB Haken 1 - 3 + 5 S + 7	ZUB Haken 1 - 3 + 5 S + 7

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

** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 53 / all details of the accessory hooks are on page 53
Die Leuchten unterliegen dem Design- und Patentschutz / the luminaires are subject to design and patent protection

LED-KE 308



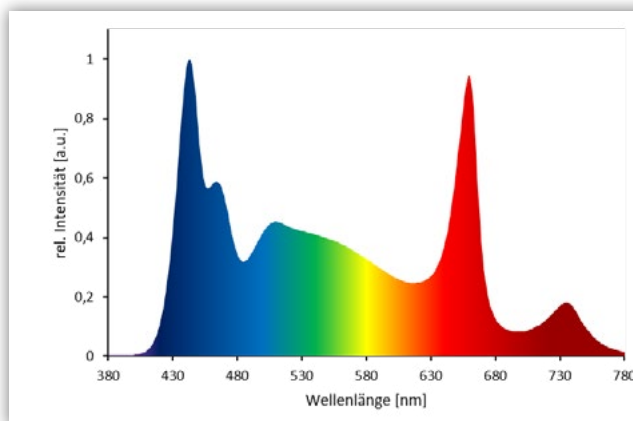
LED-Leuchte mit acht regelbaren Lichtkanälen für den Forschungsbereich

Die LED-KE 308 ist unsere flexibelste LED-Leuchte für den Forschungsbereich. Mit ihr können insgesamt 8 Kanäle unabhängig voneinander geregelt und gesteuert werden. Es ist möglich mit der LED-KE 308 ein sonnenähnliches Lichtspektrum mit verschiedenen Farbtemperaturen einzustellen. Trotz geringer Anschlussleistung von 320 Watt, beträgt die Photonenstrahlung bei 100 % Leistung ca. 760 $\mu\text{mol/s}$. Jeder Lichtkanal lässt sich dank Amplitudendimmung von 100–1 % Leistung flackerfrei dimmen.



LED-luminaire with eight adjustable light channels for plant research

The LED-KE 308 is our most flexible LED-luminaire for plant research. With this luminaire, a total of 8 channels can be regulated and controlled independently of one another. With the LED-KE 308 it is possible to set a sun-like light spectrum with different color temperatures. Despite the low connected load of 320 watts, the photon radiation at 100% power is approx. 760 $\mu\text{mol/s}$. Each light channel can be dimmed flicker-free thanks to amplitude dimming from 100–1 % power.



320 W

760 $\mu\text{mol/s}$

DALI

8 Lichtkanäle /
8 light channelsBauteile austauschbar /
interchangeable components

Technische Daten / technical data*

LED-KE 308

Leistung / power [W]	320
Spannung / voltage	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / photon flux [$\mu\text{mol/s}$]	760
Schutzart / protection class	IP65
Lichtspektrum / light spectrum	Vollspektrum / Full spectrum
Lichtkanäle / light channels	8
Gewicht / weight [kg]	13
Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]	330 x 298 x 115 + 330 x 115 x 125
Zubehörhaken / accessory hooks**	ZUB Haken 1 - 3 + 5 S + 7

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

** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 53 / all details of the accessory hooks are on page 53
Die Leuchten unterliegen dem Design- und Patentschutz / the luminaires are subject to design and patent protection

LED-KE 400 VSP

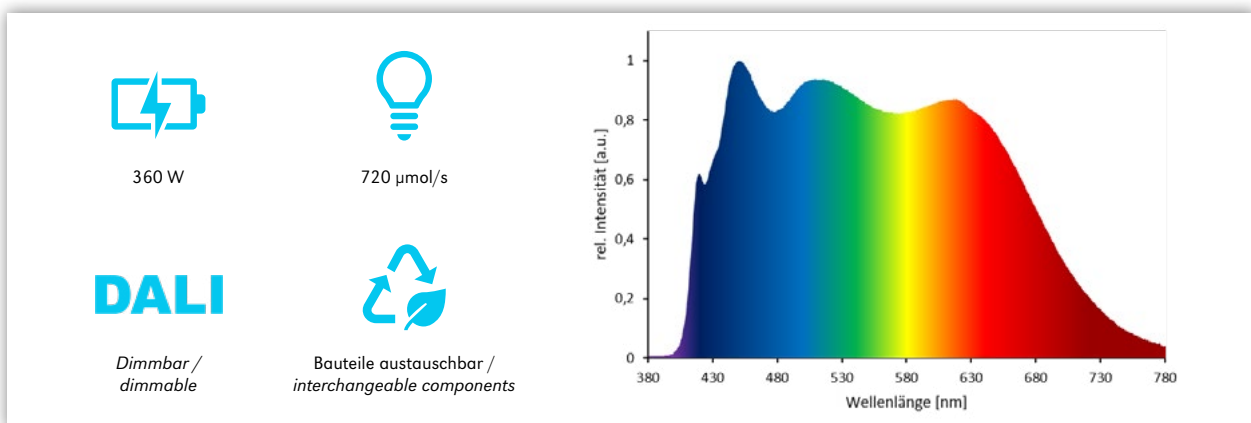


LED-Leuchte mit sonnenähnlichem Licht für viele Einsatzbereiche

Die LED-KE 400 VSP ist eine effiziente Hochleistungs-LED-Leuchte für botanische Gärten, Forschungsinstitute und gartenbauliche Betriebe. Sie erzeugt ein sonnenähnliches Licht mit sehr hoher Farbwiedergabe (CRI > 94) bei einer Leistung von 360 W. Die neueste Treibertechologie erlaubt durch Amplitudensteuerung ein flackerfreies Betreiben der LED's bei 1 bis 100 % Leistung.

LED-luminaire with sun-like light for many applications.

The LED-KE 400 VSP is an efficient high-performance LED-luminaire for botanical gardens, research institutes and for the horticultural industry. The luminaire generates sun-like light with a high color rendering index (CRI > 94) with a power of 360 W. The latest driver technology allows flicker-free dimming of the LEDs at 1 to 100% power through amplitude control.



Technische Daten / technical data*

Technische Daten / technical data*	LED-KE 400 VSP
Leistung / power [W]	360
Spannung / voltage	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / photon flux [$\mu\text{mol/s}$]	720
Schutzart / protection class	IP65
Lichtspektrum / light spectrum	sonnenähnlich / sun-like
Lichtkanäle / light channels	1
Gewicht / weight [kg]	11
Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]	330 x 298 x 115 + 330 x 115 x 125
Zubehörhaken / accessory hooks**	ZUB Haken 1 - 3 + 5 S + 7

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

** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 53 / all details of the accessory hooks are on page 53
Die Leuchten unterliegen dem Designschutz / the luminaires are subject to design protection

LED-KE 300 UVAB



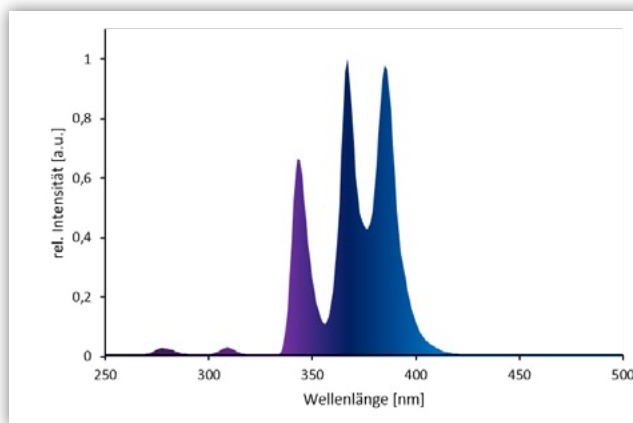
LED-Leuchte mit vier regelbaren UV-Kanälen für den Forschungsbereich

Ultraviolettes (UV) Licht hat einen großen Einfluss auf pflanzenphysiologische Prozesse. Mit der LED-KE 300 UVAB können insgesamt 4 UV-A / UV-B Kanäle unabhängig voneinander geregelt und gesteuert werden. Je nach Anwendung kann die Leuchte mit unterschiedlichen UV-A- und UV-B-LEDs bestückt werden. Verschiedene Varianten sind auf Anfrage erhältlich.



LED-luminaire with four adjustable UV channels

Ultraviolet (UV) light has a great influence on plant physiological processes. With the LED-KE 300 UVAB, a total of 4 UV-A/UV-B channels can be regulated and controlled independently of each other. Depending on the application, the luminaire can be equipped with different UV-A and UV-B LEDs. Different variants are available on request.



250 W

55 $\mu\text{mol/s}$

DALI

4 Lichtkanäle /
4 light channelsBauteile austauschbar /
interchangeable components

Technische Daten / technical data*

LED-KE 300 UVAB

Leistung / power [W]	250
Spannung / voltage	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / photon flux [$\mu\text{mol/s}$]	55
Schutzart / protection class	IP65
Lichtspektrum / light spectrum	UV-A + UV-B
Lichtkanäle / light channels	4
Gewicht / weight [kg]	11
Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]	330 x 298 x 115 + 330 x 115 x 125
Zubehörhaken / accessory hooks**	ZUB Haken 1 - 3 + 5 S + 7

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

** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 53 / all details of the accessory hooks are on page 53

Die Leuchten unterliegen dem Designschutz / the luminaires are subject to design protection

LED-LE luftgekühlt / air cooled

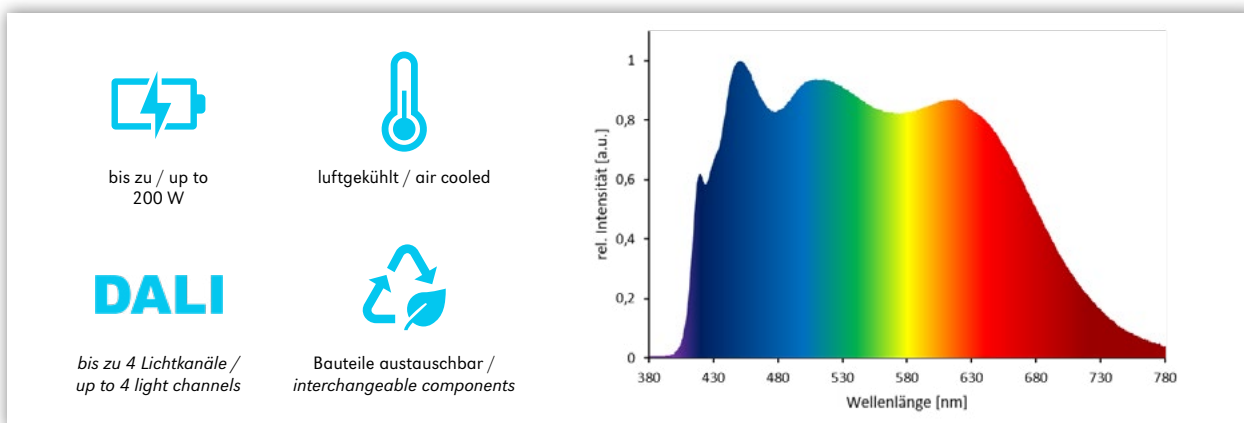


Spektral regelbare LED-Leuchte für Mehr- lagenkultursysteme

Das patentierte LED-LE Leuchtensystem ist durch seinen modularen Aufbau in Flexibilität und Anwendung nicht zu übertreffen. Egal ob bei Produktion und Forschung, in Klima- und Phänotypisierungskammern, in Gewächshäusern oder Mehrlagenkulturanlagen. Die LED-LE kann individuell an Ihre Bedürfnisse angepasst werden und bietet immer optimales Licht. Die Leuchte kann einseitig oder zweiseitig mit LED-Leiterplatten bestückt werden. Bis zu einer längenabhängigen Leistung von 200 Watt wird die LED-LE passiv durch die umströmende Luft gekühlt.

Spectrally adjustable LED-luminaire for multilayered cultivation systems

The LED-LE lighting system from DH Licht cannot be surpassed in terms of flexibility and application thanks to its modular structure. Whether in production and research, in climate and phenotyping chambers, in greenhouses or multi-layer culture systems. The LED-LE can be individually adapted to your needs and always offers optimal light. The luminaire can be equipped with LED boards on one or both sides. Up to an output of 200 watts, the LED-LE is passively air cooled.



Technische Daten / technical data*

Technische Daten / technical data*	LED-LE luftgekühlt / air cooled
Leistung / power [W]	bis zu 200 / up to 200
Spannung / voltage	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / photon flux [$\mu\text{mol/s}$]	bis zu 540 / up to 540
Schutzart / protection class	IP65
Lichtspektrum / light spectrum	BB, R, FR, W or sun-like
Lichtkanäle / light channels	bis zu 4 / up to 4
Gewicht / weight [kg]	nach Länge / according length
Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]	... x 107 x 92
Zubehörhaken / accessory hooks**	ZUB Haken 6

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

** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 53 / all details of the accessory hooks are on page 53
Die Leuchten unterliegen dem Design- und Patentschutz / the luminaires are subject to design and patent protection

LED-LE wassergekühlt / water cooled

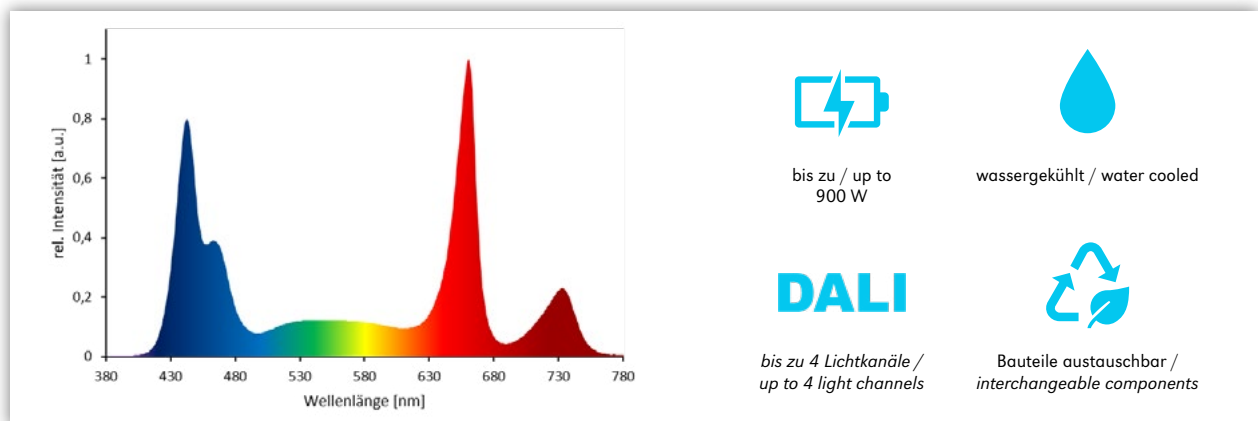


Wasserkühlbare Hochleistungsleuchte für Mehrlagenkultursysteme

Für sehr hohe Lichtanforderungen kann das LED-LE Leuchtensystem mit einer aktiven Wasserkühlung ausgestattet werden. Dadurch kann das System mit bis zu 900 Watt betrieben und ein Photonenfluss von über 2430 $\mu\text{mol/s}$ erzeugt werden. Die aktive Wasserkühlung hat den Vorteil, dass die Wärme der LEDs gezielt abgeführt werden kann, um eine Langlebigkeit der LED-Leuchten zu gewährleisten und den Wärmeertrag in Klimakammern zu verringern.

Water-coolable high-performance luminaire for multilayered cultivation systems

For very high light requirements, the LED-LE lighting system can be equipped with active water cooling. As a result, the system can be operated with up to 900 watts and a photon flow of over 2430 $\mu\text{mol/s}$ can be generated. Active water cooling has the advantage that the heat from the LEDs can be dissipated in a targeted manner in order to ensure the longevity of the LED-luminaires and to reduce the heat impact in climatic chambers.



Technische Daten / technical data*

Leistung / power [W]	bis zu 900 / up to 900
Spannung / voltage	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / photon flux [$\mu\text{mol/s}$]	bis zu 2430 / up to 2430
Schutzart / protection class	IP65
Lichtspektrum / light spectrum	BB, R, FR, W or sun-like
Lichtkanäle / light channels	bis zu 4 / up to 4
Gewicht / weight [kg]	nach Länge / according length
Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]	... x 107 x 92
Zubehörhaken / accessory hooks**	ZUB Haken 6

LED-LE wassergekühlt / water cooled

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

** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 53 / all details of the accessory hooks are on page 53
Die Leuchten unterliegen dem Design- und Patentschutz / the luminaires are subject to design and patent protection

LED-MID VSP

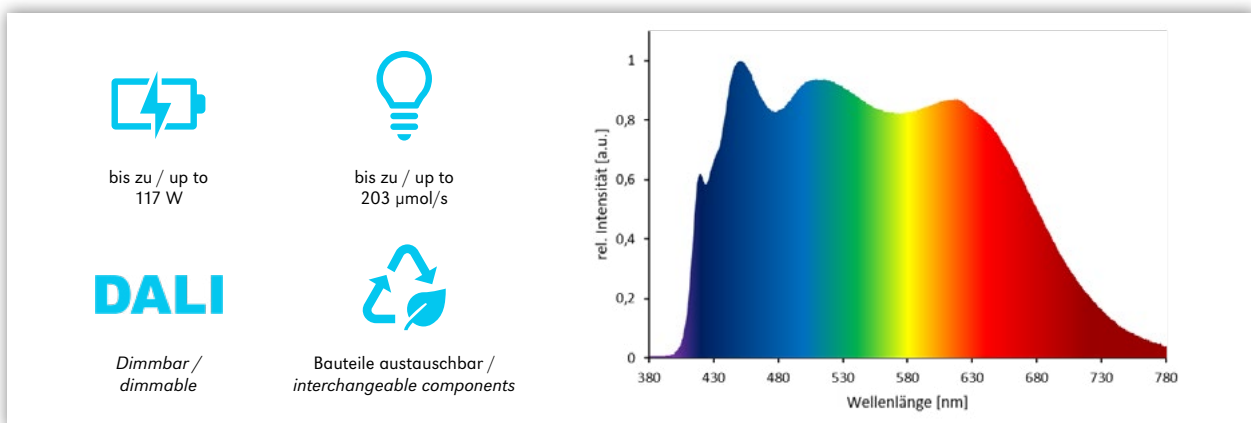


LED-Leuchte für Regalsysteme mit sonnenähnlichem Licht

Das LED-MID System ist für Regale und Tische mit mittleren Lichtintensitäten konzipiert worden und in verschiedenen Ausführungen und Längen erhältlich. Die Treiber und LED-Leiterplatten sind in einem hochwertigen Aluminium-Strangpressprofil verbaut. Dies erlaubt eine Durchgangsverdrahtung und einfachste Installation. Die LED-MID VSP emittiert ein dimmbares sonnenähnliches Lichtspektrum mit hoher Farbwiedergabe (CRI > 94). Sie eignet sich hervorragend zur Pflanzenproduktion in Regalsystemen für den Forschungsbereich und der in-vitro Kultivierung.

LED-luminaire for shelving systems with sun-like light

The LED-MID system has been developed for shelves and cultivation tables with medium light intensities and is available in various versions and lengths. The drivers and LED circuit boards are integrated into a high-quality extruded aluminum profile. This allows through wiring and very easy installation. The LED-MID VSP emits a dimmable sun-like light spectrum with high color rendering index (CRI > 94). The LED-MID VSP is ideal for plant production in shelf systems for research and in-vitro cultivation.



Technische Daten / technical data*	LED-MID 0600-VSP	LED-MID 0900-VSP	LED-MID 1200-VSP
Leistung / power [W]	46	82	117
Spannung / voltage	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / photon flux [µmol/s]	68	135	203
Schutzart / protection class	IP65	IP65	IP65
Lichtspektrum / light spectrum	sonnenähnlich / sun-like	sonnenähnlich / sun-like	sonnenähnlich / sun-like
Gewicht / weight [kg]	1,3	2,3	3,1
Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]	450 x 85 x 70	770 x 85 x 70	1070 x 85 x 70
Zubehörhaken / accessory hooks**	ZUB Haken 1-3 + 5 S + 8	ZUB Haken 1-3 + 5 S + 8	ZUB Haken 1-3 + 5 S + 8
Zubehör / accessory	Stecker 10514	Stecker 10514	Stecker 10514

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

** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 53 / all details of the accessory hooks are on page 53

Die Leuchten unterliegen dem Designschutz / the luminaires are subject to design protection

LED-MID RBW



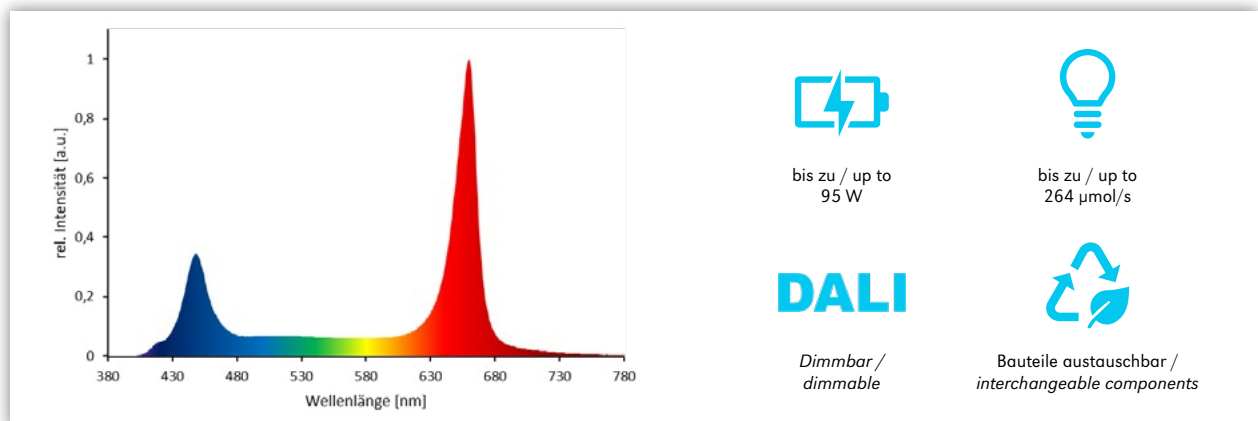
LED-Leuchte für Regalsysteme mit effizientem Lichtspektrum

Die LED-MID RBW ist mit sehr effizienten LED-Chips ausgestattet und emittiert rotes, blaues und weißes Licht mit einer Effizienz von bis zu 2,8 $\mu\text{mol}/\text{J}$. Das Spektrum eignet sich insbesondere für den kommerziellen Anbau von Salaten, Kräutern und Microgreens im Bereich des vertikalen Anbaus (Mehrlängenkultursysteme). Auch für eine Produktion von Jungpflanzen in CC Containern ist unsere LED-MID RBW gut geeignet. Die Lichtintensität kann durch eine flackerfreie Amplitudendimmung von 100-1 % angepasst werden.



LED-luminaire for shelving systems with an efficient light spectrum

The LED-MID RBW is equipped with very efficient LED chips and emits red, blue and white light with an efficiency of up to 2.8 $\mu\text{mol}/\text{J}$. The spectrum is particularly suitable for the commercial cultivation of lettuce, herbs and microgreens in the field of vertical farming in multilayered cultivation systems. This LED-MID RBW is also well suited for the production of young plants in CC containers. The light intensity can be adjusted by a flicker-free amplitude dimming of 100-1%.



Technische Daten / technical data*	LED-MID 0600-RBW	LED-MID 0900-RBW	LED-MID 1200-RBW
Leistung / power [W]	32	63	95
Spannung / voltage	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / photon flux [$\mu\text{mol}/\text{s}$]	88	176	264
Schutzart / protection class	IP65	IP65	IP65
Lichtspektrum / light spectrum	RBW	RBW	RBW
Gewicht / weight [kg]	1,3	2,3	3,1
Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]	450 x 85 x 70	770 x 85 x 70	1070 x 85 x 70
Zubehörhaken / accessory hooks**	ZUB Haken 1-3 + 5 S + 8	ZUB Haken 1-3 + 5 S + 8	ZUB Haken 1-3 + 5 S + 8
Zubehör / accessory	Stecker 10514	Stecker 10514	Stecker 10514

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

** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 53 / all details of the accessory hooks are on page 53

Die Leuchten unterliegen dem Designschutz / the luminaires are subject to design protection

LED-REG

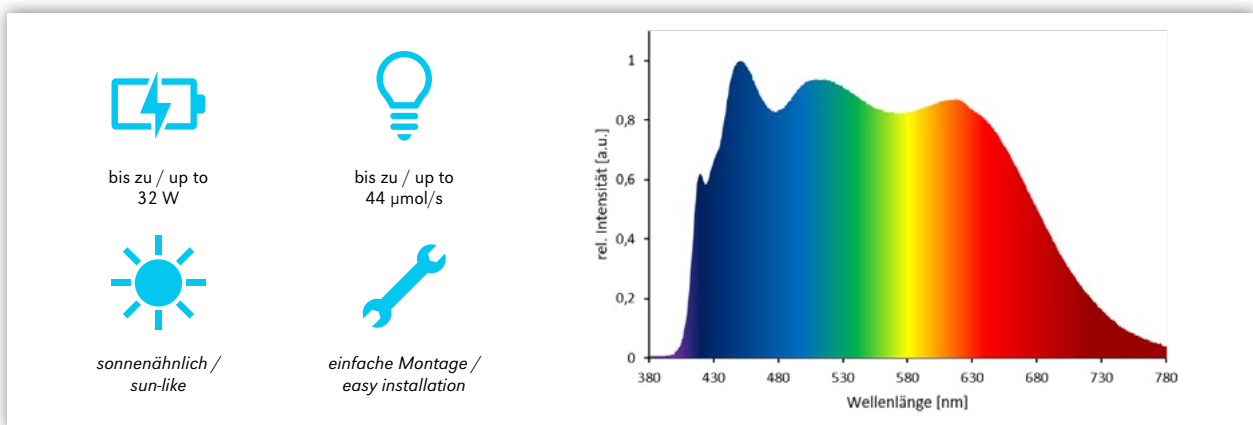


LED-Leuchte für die in-vitro Kultivierung in Regalsystemen

Die LED-REG ist eine hochwertige LED-Leuchte mit satinierter Leuchten-Abdeckung für den geringen Lichtbedarf. Sie ist für die Ausleuchtung von Regalböden im Anzuchtbereich von Kulturen geeignet, z. B. bei der Stecklings-Vermehrung, Bewurzelung oder im in-vitro Bereich. Die LED-REG zeichnet sich durch besonders hohe Lebensdauer und ein homogenes, ergonomisches und blendfreies Licht aus.

LED-luminaire for in-vitro cultivation in shelf systems

The LED-REG is a high-quality LED-luminaire with a satined light cover for low light requirements. The LED-REG is suitable for the cultivation of plants in shelf systems with low light intensities, e.g., for cuttings, rooting or in-vitro areas. The LED-REG is characterized by a particularly long service life and a homogeneous, ergonomic and glare-free light.



Technische Daten / technical data*

	LED-REG 0600-VSP	LED-REG 0900-VSP	LED-REG 1200-VSP
Leistung / power [W]	16	24	32
Spannung / voltage	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / photon flux [$\mu\text{mol/s}$]	22	33	44
Schutzart / protection class	IP54	IP54	IP54
Lichtspektrum / light spectrum	sonnenähnlich / sun-like	sonnenähnlich / sun-like	sonnenähnlich / sun-like
Gewicht / weight [kg]	0,6	0,8	1,1
Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]	630 x 38 x 41	880 x 38 x 41	1134 x 38 x 41
Zubehörhaken / accessory hooks	Befestigungshaken sind im Lieferumfang enthalten / Mounting hooks are included in the scope of delivery.		

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

Planung einer Klimakammer



Durch ein modernes Visualisierungsprogramm können wir während der Planungsphase einer Klimakammer die neuen Lichtsituationen simulieren. 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.

Die hier abgebildete LED-LE verfügt über einen Wasservor- und -rücklauf, wodurch sie aktiv mit einer Wasserdurchflusskühlung gekühlt wird. Die aktive Wasserkühlung hat den Vorteil, dass die Wärme der LEDs gezielt außerhalb der Klimakammer 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.

Planning of a climatic chamber



We can simulate the 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.

The LED-LE on this page, is connected to a commercial water through-flow cooler with a flow and return pipe. The active water cooling has the advantage that the heat of the LEDs is transferred outside the climatic chamber 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.

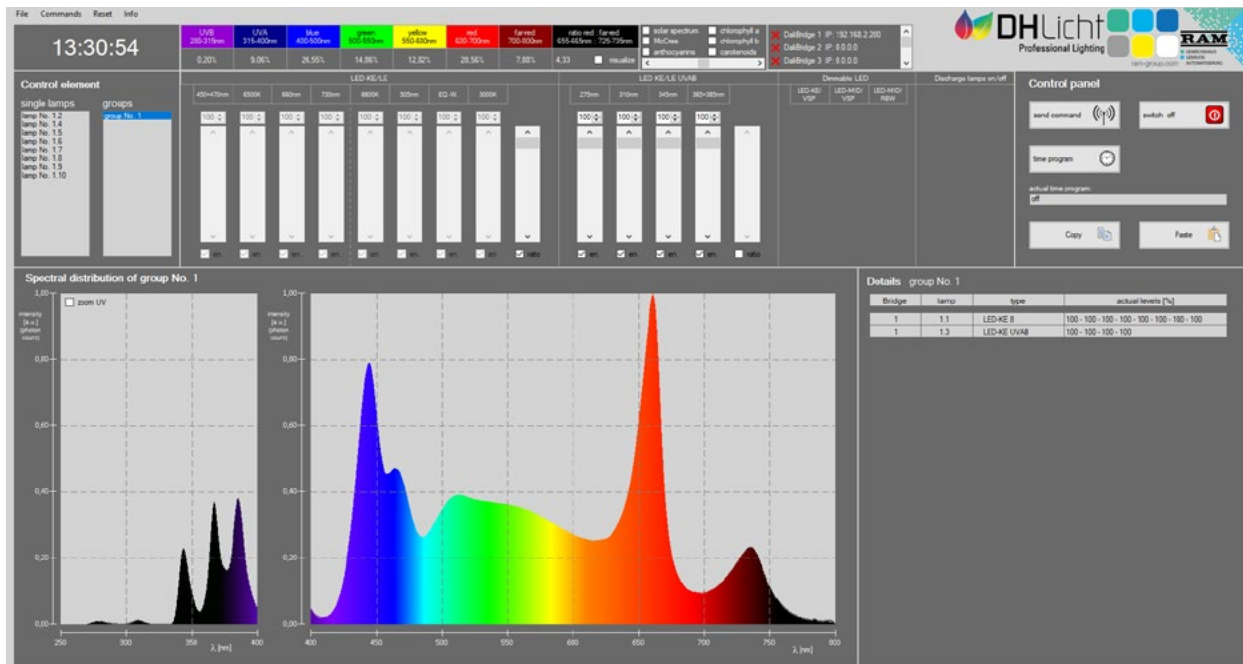


Die LED-LE ist eine der flexibelsten Leuchten auf dem Markt und für Klimakammern und Regalbeleuchtungen bestens geeignet. Nicht nur die Maße der Leuchten können individuell auf die Länge der Regale angepasst werden, auch das Lichtspektrum kann über verschiedene Leiterplatten gestaltet werden. Neben der **LED-LE (ab S. 32)** eignet sich auch unsere **LED-MID (ab S. 34)** für Regalsysteme. Die **LED-KE (ab S. 28)** wird für einlagige Klimakammern verwendet.



The LED-LE is one of the most flexible luminaire system for climatic chambers. The length is depending on the shelf and you can decide between several circuit boards for the spectrum. In addition to the **LED-LE (from p. 32)** also our **LED-MID (from p. 34)** is suitable for shelving systems. Our **LED-KE (from p. 28)** is mainly used for single-layer climatic chambers.

VisuSpectrum



Vielleitige Software zur spektralen Regelung und Steuerung von LED-Leuchten

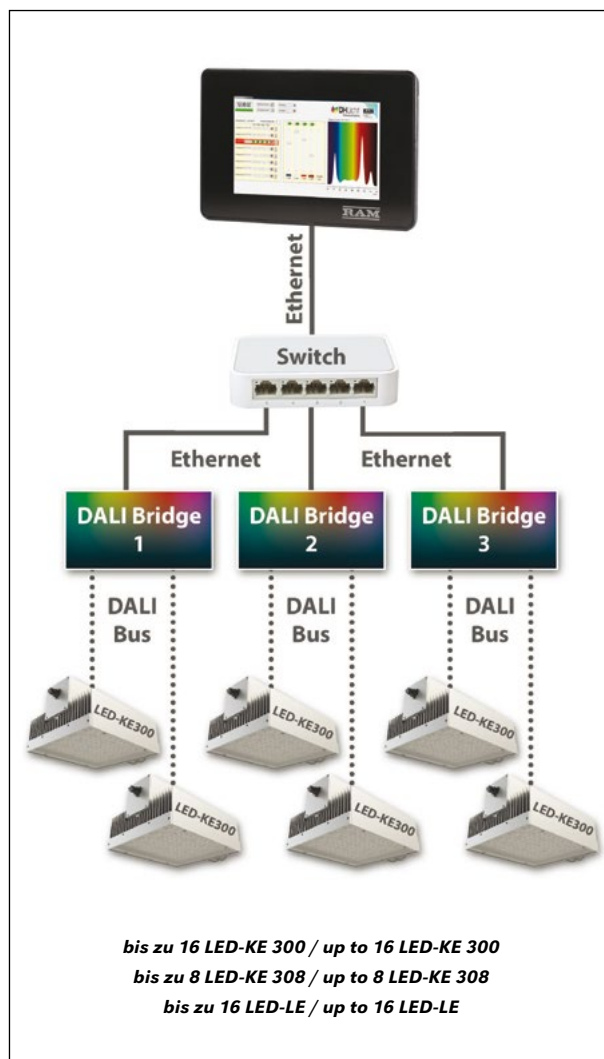
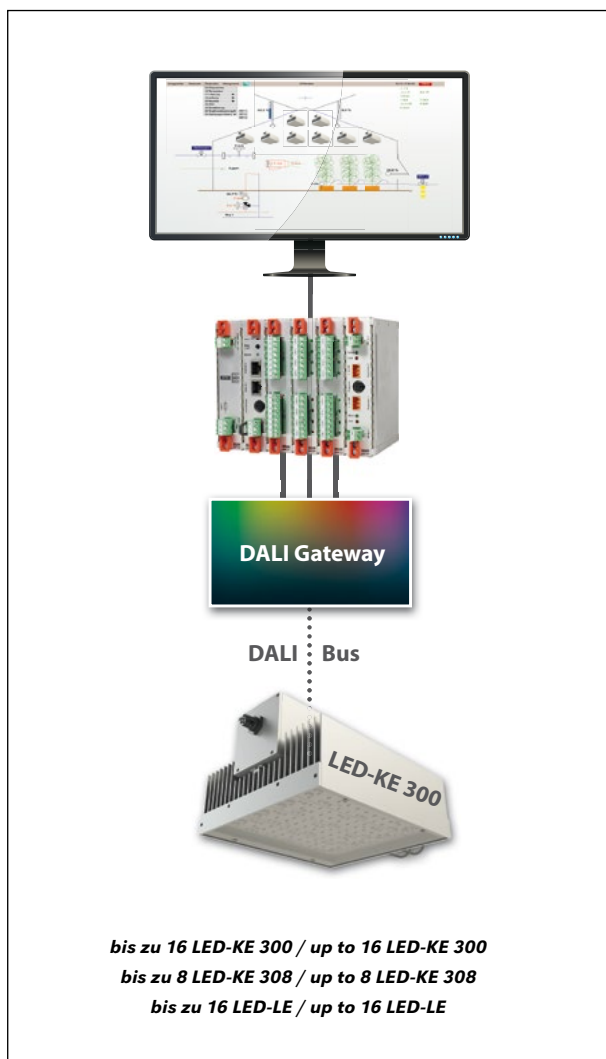
Die LED-VisuSpectrum Software, entwickelt in Zusammenarbeit mit RAM, bietet mit einer modernen Oberfläche die Möglichkeit der Einstellung eines individuellen Spektrums mit der für die Pflanzenentwicklung relevanten Photonenstrahlung. Die Software wurde speziell für die Leuchten LED-KE und LED-LE entwickelt und erlaubt auch eine Regelung im UV-Bereich. Damit haben Sie die Möglichkeit bis zu 12 Kanäle unabhängig voneinander zu regeln und zu steuern. Für eine Hybrid- oder Mischlichtanlage, in der Hochdruckentladung-Leuchten und LED-Leuchten zum Einsatz kommen, bietet die Software schalt- und regelbare Ausgänge für eine Vielzahl von DH Licht Leuchten. Die Spektren sind hinterlegt und werden mit den LED-Leuchten gemeinsam angezeigt.

Der Anwender ist in der Lage, jede der angegebenen Wellenlängen, auf 1 % bis 100 % Leistung einzustellen. VisuSpectrum bietet die Möglichkeit, Leuchten einzeln oder in Gruppen zusammenzufassen und verschiedene Zeitprogramme mit unterschiedlichen Spektren zu speichern, die automatisch abgerufen werden. Zum Betreiben der Software ist ein handelsüblicher PC, ein Laptop oder ein RAM-Klimacomputer erforderlich. Um Software und Leuchten verbinden zu können, wird die LED-RAM-DALI Bridge verwendet. VisuSpectrum ist in verschiedenen Ausführungen für unterschiedliche Anwendungen erhältlich.

Versatile software for the spectral regulation and control of LED-luminaires

The LED-VisuSpectrum software, developed in cooperation with RAM, offers the possibility of setting an individual spectrum with the photon radiation relevant for plant development with a modern surface. The software was specially developed for the LED-KE and LED-LE luminaires and also allows control in the UV range. This gives you the option of regulating and controlling up to 12 light channels independently of one another. For a hybrid or mixed light system in which high-pressure sodium discharge-luminaire and LED-luminaires are used, the software offers switchable and controllable outputs for a variety of DH light luminaires. The spectra are stored and are displayed together with the LED-luminaires.

The user is able to set each of the specified wavelengths to 1% to 100% power. VisuSpectrum offers the possibility to combine luminaires individually or in groups and to integrate different time programs with different light settings. A commercially available PC, laptop or RAM climate computer is required to operate the software. The LED-RAM-DALI bridge is used to connect software and luminaires. The VisuSpectrum is available in different versions for different applications.



Die Abbildung auf dieser Seite zeigt ein Schema zur Integration unserer spektral regelbaren und dimmbaren LED-Leuchten. Die Steuerung kann neben unserer Software VisuSpectrum auch über den DALI fähigen Klimacomputer erfolgen. Pro DALI Gateway/ DALI Bridge können beispielsweise bis zu 16 LED-KE 300 oder 8 LED-KE 308 gesteuert werden. Über die Anzahl an DALI Gateways und Softwarelizenzen lässt sich das System beliebig erweitern.

The illustration on this page shows a scheme for integrating our spectrally adjustable and dimmable LED-luminaires. In addition to our VisuSpectrum software, the luminaires can also be controlled via a DALI-capable climate computer. For example, up to 16 LED-KE 300 or 8 LED-KE 308 can be controlled per DALI Gateway/ DALI Bridge. The system can be expanded as required by increasing the number of DALI gateways and software licenses.

Technische Daten / technical data*	VisuSpectrum 3.2 Lite	VisuSpectrum 3.2 Basis	VisuSpectrum 3.2 Pro
Steuerbare Lichtkanäle / controllable light channels	4	8	12
Steuerung von Entladungs-Leuchten / control of discharge-luminaires	no	no	yes
Anzahl Schaltpunkte intern / internal number of switching points	10	30	30
Anzahl Schaltpunkte extern / external number of switching points	no	no	1140 (via data import)
Maximale Anzahl an Bridges / maximal number of bridges	5	10	30
Save settings	no	no	yes
Lizenz / licence	VisuSpectrum 3.2 Lite Liz	VisuSpectrum 3.2 Basis Liz	VisuSpectrum 3.2 Pro Liz
Zubehör	Spannung	Schutzart	Datenstecker
LED-RAM-DALI Bridge	230 V / 50 Hz	IP65	RJ45

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

CDM-KE I 315

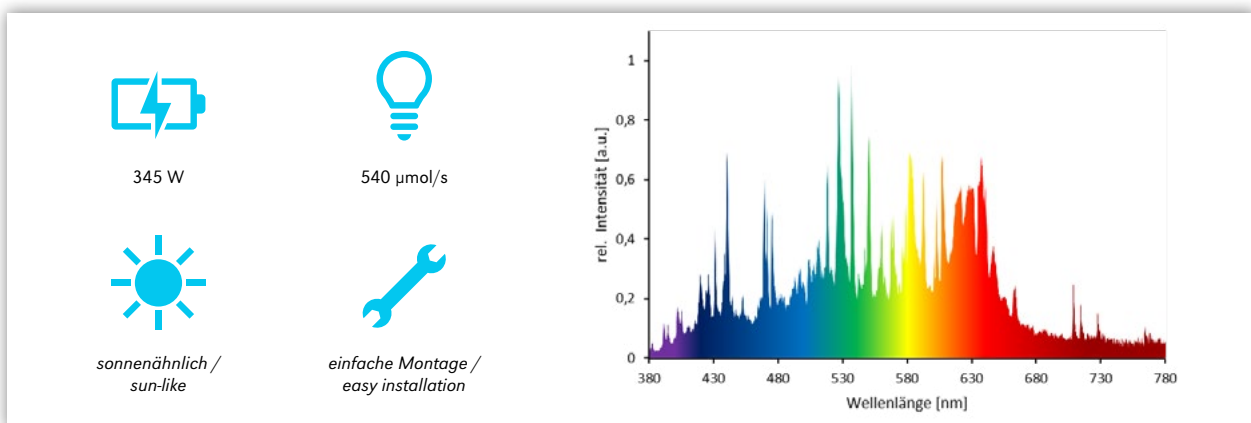


Effiziente Entladungsleuchte mit sonnenähnlichem Licht für Gartenbaubetriebe

Die CDM-KE I ist speziell für Gartenbaubetriebe entwickelt worden, die hohe Ansprüche an die Lichtqualität setzen. Dank des eingesetzten Leuchtmittels kann ein nahezu volles Sonnenspektrum emittiert werden mit einer hohen Farbwiedergabe. Durch das sonnenähnliche Lichtspektrum wachsen Pflanzen deutlich kompakter und der Gehalt von geschmacks- und farbgebenden Inhaltsstoffen kann erhöht werden. Die CDM-KE I enthält ein elektronisches Vorschaltgerät mit hoher Effizienz. Weitere Varianten sind auf Anfrage erhältlich.

Efficient discharge-luminaire with sun-like light for horticultural industry

The CDM-KE I was specially developed for horticulture with high demands on light quality. Thanks to the light source used, an almost full solar spectrum with high color rendering can be emitted. Due to the sun-like light spectrum, plants grow much more compact and the content of flavor and color-forming ingredients can be increased. The CDM-KE I contains an electronic ballast with a high degree of efficiency. Other variants are available on request.



Technische Daten / technical data*

Technische Daten / technical data*	CDM-KE I 315
Leistung / power [W]	345
Spannung / voltage	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / photon flux [$\mu\text{mol/s}$]	540
Schutzart / protection class	IP23
Lichtspektrum / light spectrum	sonnenähnlich / sun-like
Gewicht / weight [kg]	7
Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]	296 x 340 x 280
Leuchtmittel / lamp	CHD-TP Agro 315-230
Zubehörhaken / accessory hooks**	ZUB Haken SON CDM 1+2 + ZUB Haken 5 B

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

** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 53 / all details of the accessory hooks are on page 53

CDM-K 630

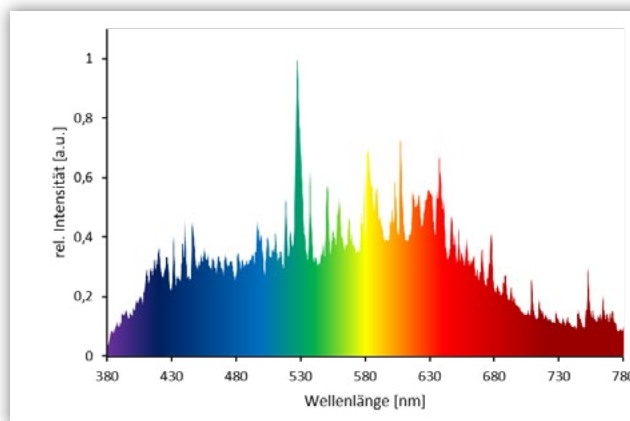


Leistungsstarke Entladungsleuchte mit sonnenähnlichem Licht

Die CDM-K 630 ist für gartenbauliche Betriebe mit hohen Lichtintensitätsanforderungen oder hohen Gewächshäusern geeignet. Das qualitativ hochwertige Aluminium-Strangpress-Gehäuse wird mit einer doppelt-gesockelten Keramik-Metallhalogendampf-Hochdruckentladungs-Lampe (CHD-TP Agro 630-400) geliefert. Das Leuchtmittel emittiert ein nahezu volles Sonnenspektrum bei 630 Watt mit $1020 \mu\text{mol/s}$. Die CDM-K 630 ist für jede Kultur geeignet, und bewirkt ein gesundes und ausgewogenes Wachstum. Sie wird mit einer Spannung von 400 V betrieben.

Powerful discharge-luminaire with sun-like light

The CDM-K 630 is suitable for horticultural industry with high light intensity requirements or tall greenhouses. The high-quality extruded aluminum housing is supplied with a double-capped ceramic-metal halide discharge lamp (CHD-TP Agro 630-400). The lamp emits an almost full solar spectrum at 630 watts with $1020 \mu\text{mol/s}$. The CDM-K 630 is suitable for every culture and causes healthy and balanced growth. The luminaire is operated with a voltage of 400 V.



675 W

1.020 $\mu\text{mol/s}$ sonnenähnlich /
sun-likeeinfache Montage /
easy installation

Technische Daten / technical data*

	CDM-K 630
Leistung / power [W]	675
Spannung / voltage	400 V / 50 Hz
Photonenfluss / photon flux [$\mu\text{mol/s}$]	1.020
Schutzart / protection class	IP23
Lichtspektrum / light spectrum	sonnenähnlich / sun-like
Gewicht / weight [kg]	14
Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]	490 x 340 x 280
Leuchtmittel	CHD-TP Agro 630-400
Zubehörhaken / accessory hooks**	ZUB Haken SON CDM 1+2 + ZUB Haken 5 B

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

** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 53 / all details of the accessory hooks are on page 53

SON-K 400

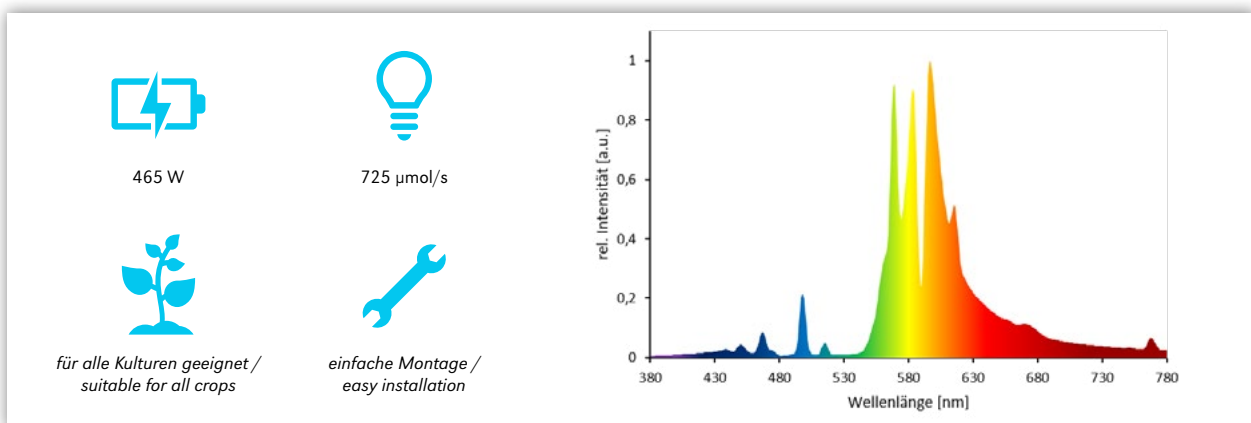


Traditionelle Entladungsleuchte für gartenbauliche Betriebe

Für viele Anwendungen sind konventionelle Natriumdampf-Hochdruckentladungs-Leuchten (HPS) weiterhin die wirtschaftlichsten Assimilationsleuchten. Die SON-K 400 ist eine Pflanzenanzuchtleuchte aus extrudiertem Aluminium in Schutzart IP23, mit einer ausgezeichneten mechanischen Festigkeit und hoher Korrosionsbeständigkeit. Sie enthält einen effektiven und lichtlenkenden Reflektor aus Reinstaluminium. Die SON-K 400 wird mit dem SOD Agro 400-230 Leuchtmittel ausgestattet.

Traditional discharge-luminaire for horticultural industry

For many applications, conventional high-pressure sodium discharge-luminaires (HPS) are still the most economical assimilation luminaires. The SON-K 400 is a plant growing luminaire made of extruded aluminum with protection class IP23, excellent mechanical strength and high corrosion resistance. The SON-K 400 contains an effective and energy-saving reflector made of pure aluminum. The SON-K 400 is equipped with the SOD Agro 400-230 lamp.



Technische Daten / technical data*

	SON-K 400
Leistung / power [W]	465
Spannung / voltage	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / photon flux [$\mu\text{mol/s}$]	725
Schutzart / protection class	IP23
Lichtspektrum / light spectrum	HPS
Gewicht / weight [kg]	10
Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]	400 x 330 x 200
Leuchtmittel / lamp	SOD Agro 400-230
Zubehörhaken / accessory hooks**	ZUB Haken SON-K KG+KH

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

** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 53 / all details of the accessory hooks are on page 53

SON-K 600



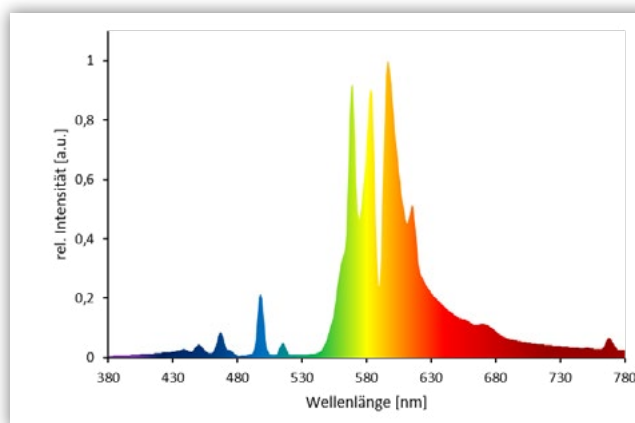
Wirtschaftliche Leuchte für die Pflanzenproduktion in Gewächshäusern

Die SON-K 600 gehört zu der wirtschaftlichsten Assimilationsleuchte. Sie ist für höhere Lichtintensitäten für die kommerzielle Pflanzenproduktion in Gewächshäusern geeignet. Die Leuchte wird mit dem Leuchtmittel SOD Agro 600-230 ausgestattet, das Licht mit einer Leistung von 600 W emittiert. Die SON-K 600 wird mit 230 V betrieben. Für einen 400 V Anschluss ist die SON-K 600 auf Anfrage erhältlich.



Economical luminaire for plant production in greenhouses

The SON-K 600 is one of the most economical assimilation luminaires. The SON-K 600 is suitable for higher light intensities for commercial plant production in greenhouses. The luminaire is equipped with the SOD Agro 600-230 lamp, which emits light with a power of 600 W. The SON-K 600 is operated with 230 V. The SON-K 600 is available on request for a 400 V connection.



665 W

1.100 $\mu\text{mol/s}$ für alle Kulturen geeignet /
suitable for all cropseinfache Montage /
easy installation

Technische Daten / technical data*

	SON-K 600
Leistung / power [W]	665
Spannung / voltage	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / photon flux [$\mu\text{mol/s}$]	1.100
Schutzart / protection class	IP23
Lichtspektrum / light spectrum	HPS
Gewicht / weight [kg]	11,5
Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]	405 x 330 x 240
Leuchtmittel / lamp	SOD Agro 600-230
Zubehörhaken / accessory hooks**	ZUB Haken SON-K KG+KH

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

** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 53 / all details of the accessory hooks are on page 53

MGR-K

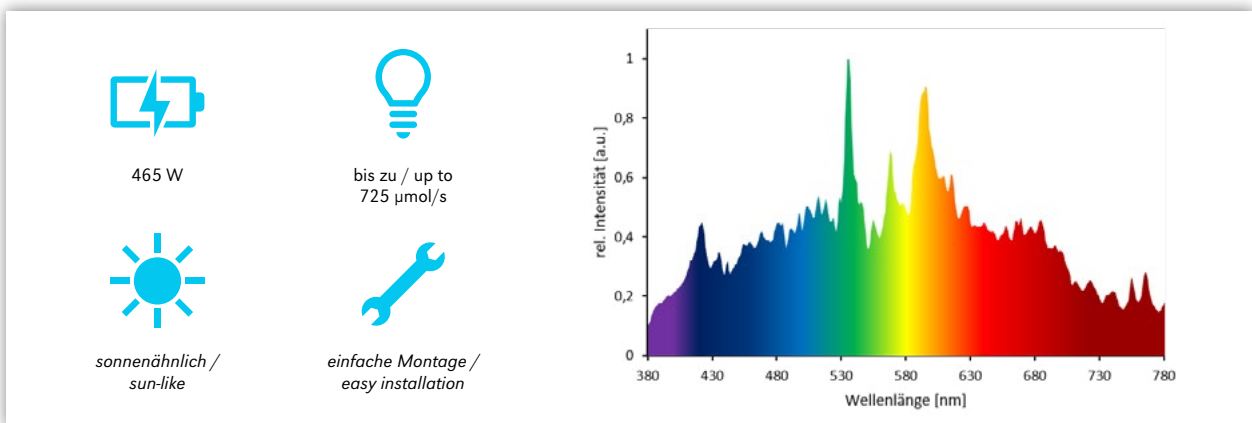


Hochwertige Entladungsleuchte für Forschung, Industrie und botanische Gärten

Die Entladungs-Leuchten-Serie MGR steht für höchste Qualität in Betriebssicherheit und Langlebigkeit mit einer Schutzart von IP65. Die aus Aluminiumdruckguss und Strangpress produzierte Leuchte entspricht den technischen Anforderungen für Forschungsgewächshäuser, botanische Gärten oder Saat-zuchtbetriebe. Das Vorschalt- und Leuchten-Gehäuse kann miteinander verbunden oder separat voneinander montiert werden. Bei der MGR-K kann eine Natriumdampf-Hochdruckentladungs-Lampe (HPS) oder eine Keramik-Metallhalogendampf-Hochdruckentladungs-Lampe (sonnenähnlich) eingesetzt werden.

High quality discharge-luminaire for research, industry and botanical gardens

The discharge-luminaire series MGR stands for the highest quality in terms of operational safety and durability with a protection class of IP65. The luminaire is made of die-cast and extruded aluminum and meets the technical requirements for research greenhouses, botanical gardens or seed breeding companies. Ballast and luminaire housing can be connected or mounted separately from one another. A high-pressure sodium discharge-lamp (HPS) or a ceramic-metal halide discharge-lamp (sun-like) can be used with the MGR-K.



Technische Daten / technical data*	MGR-K 400-CHD	MGR-K 400-SOD
Leistung / power [W]	465	465
Spannung / voltage	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / photon flux [µmol/s]	665	725
Schutzart / protection class	IP65	IP65
Lichtspektrum / light spectrum	sonnenähnlich / sun-like	HPS
Gewicht / weight [kg]	14	14
Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]	430 x 258 x 161 + 430 x 157 x 133	430 x 258 x 161 + 430 x 157 x 133
Leuchtmittel / lamp	CHD Agro 400	SOD Agro 400-230
Zubehörhaken / accessory hooks**	ZUB Haken 1-4 + 5 S	ZUB Haken 1-4 + 5 S

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

** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 53 / all details of the accessory hooks are on page 53

Die Leuchten unterliegen dem Designschutz / the luminaires are subject to design protection

MGR-E



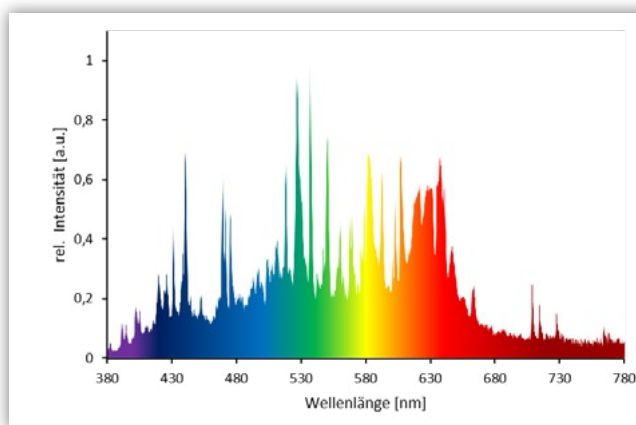
Hochwertige Entladungsleuchte mit einem elektronischem Vorschaltgerät

Mit der MGR-E werden Keramik-Metallhalogendampf-Hochdruckentladungs-Lampen noch effektiver betrieben. Wie bei der MGR-K können beide Gehäuse miteinander verbunden werden oder separat voneinander montiert werden. Die MGR-E enthält ein elektronisches Vorschaltgerät mit hoher Effizienz. Weitere Varianten sind auf Anfrage erhältlich.



High quality discharge-luminaire with an electronic ballast

With the MGR-E, ceramic-metal halide discharge-lamps are operated even more effectively. As with the MGR-K, both housings can be connected or mounted separately from each other. The MGR-E contains an electronic ballast with a high degree of efficiency. Other variants are available on request.



bis / up to
345 W



bis / up to
569 $\mu\text{mol/s}$



sonnenähnlich /
sun-like



einfache Montage /
easy installation

Technische Daten / technical data*

Leistung / power [W]

MGR-E 210-CDM-DI

240

MGR-E 315-CDM

345

Spannung / voltage

230 V / 50 Hz

230 V / 50 Hz

Photonenfluss / photon flux [$\mu\text{mol/s}$]

380

569

Schutzart / protection class

IP65

IP65

Lichtspektrum / light spectrum

sonnenähnlich, dimmbar / sun-like, dimmable

sonnenähnlich / sun-like

Gewicht / weight [kg]

11

11

Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]

430 x 258 x 161 + 430 x 157 x 133

430 x 258 x 161 + 430 x 157 x 133

Leuchtmittel / lamp

CDM-T E 210-942

CHD-T Agro 315-230

Zubehörhaken / accessory hooks**

ZUB Haken 1-4 + 5 S

ZUB Haken 1-4 + 5 S

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

** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 53 / all details of the accessory hooks are on page 53

Die Leuchten unterliegen dem Designschutz / the luminaires are subject to design protection

MGR-K 400-UV

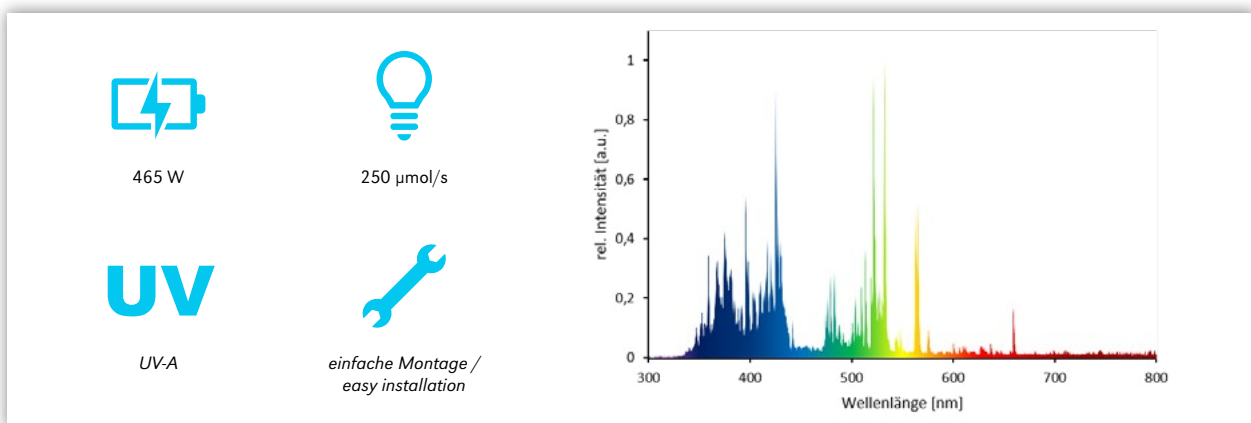


Leistungsstarke UV-A Entladungsleuchte für den Forschungsbereich

Mit der MGR-K 400-UV ist es möglich UV-A Licht (315-400 nm) zu erzeugen. Die Leuchte emittiert auch einen gewissen Anteil in dem sichtbaren Lichtbereich. Mit einer Leistung von 465 Watt, betrieben an einem konventionellem Vorschaltgerät, ist diese Leuchte für intensive oder großflächige Bestrahlung optimal geeignet. Die MGR-K wird im Forschungsbereich eingesetzt.

Powerful UV-A discharge-luminaire for plant research

With the MGR-K 400-UV it is possible to generate UV-A light (315-400 nm). The luminaire also emits a certain proportion in the visible light range. With an power of 465 watts, operated on a conventional ballast, this luminaire is ideally suited for intensive or large-area irradiation. The MGR-K is used in the research area.



Technische Daten / technical data*

Technische Daten / technical data*	MGR-K 400-UV
Leistung / power [W]	465
Spannung / voltage	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / photon flux [$\mu\text{mol/s}$]	250
Schutzart / protection class	IP65
Lichtspektrum / light spectrum	UV-A
Gewicht / weight [kg]	14
Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]	430 x 258 x 161 + 430 x 157 x 133
Leuchtmittel / lamp	UVA 400 QM1
Zubehörhaken / accessory hooks**	ZUB Haken 1-4 + 5 S

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

** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 53 / all details of the accessory hooks are on page 53
Die Leuchten unterliegen dem Designschutz / the luminaires are subject to design protection

MGR-E 424-UV-DI

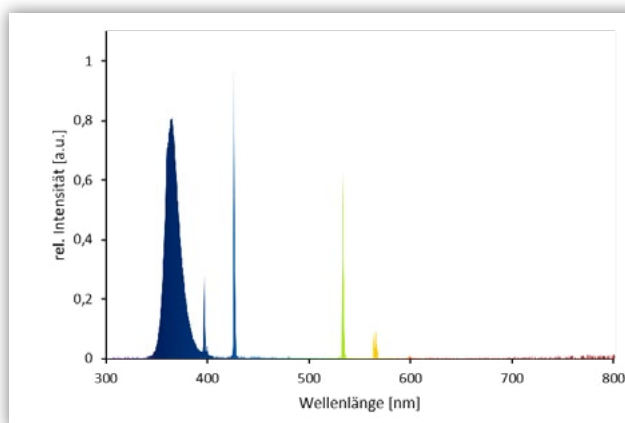


Entladungsleuchte mit monochromatischem UV-A Licht

Die MGR-E 424-UV-DI erzeugt im wesentlichen monochromatische UV-A Strahlung im Wellenlängenbereich von 315-400 nm. Die Leuchte ist zwischen 1-100 % Leistung an einer DALI-Schnittstelle dimmbar. Der breite Ausstrahlungswinkel des Reflektors leuchtet eine große Fläche bei geringer Leistung aus. Das elektronische Vorschaltgerät ist in der Leuchte integriert.

Discharge-luminaire with monochromatic UV-A light

The MGR-E 424-UV-DI generates monochromatic UV-A radiation in the wavelength range of 315-400 nm. The luminaire can be dimmed between 1-100% power by a DALI interface. The wide beam angle of the reflector illuminates a large area with low power. The electronic ballasts is integrated in the luminaire.



120 W

64 $\mu\text{mol/s}$

UV

UV-A

einfache Montage /
easy installation

Technische Daten / technical data*

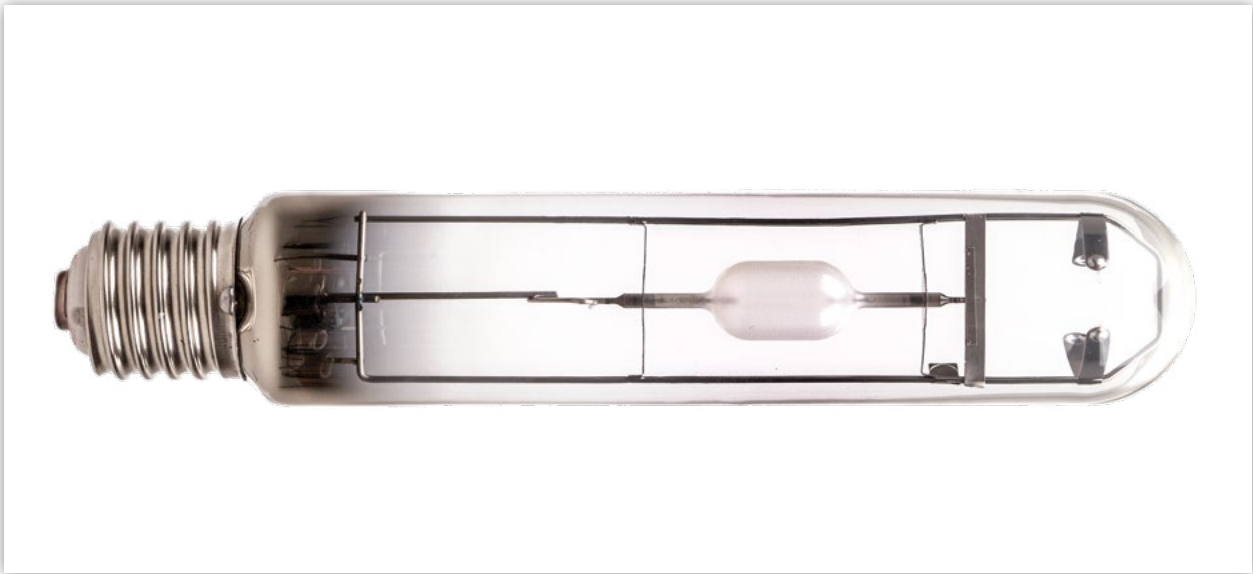
	MGR-E 424-UV-DI
Leistung / power [W]	120
Spannung / voltage	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / photon flux [$\mu\text{mol/s}$]	64
Schutzart / protection class	IP65
Lichtspektrum / light spectrum	UV-A, dimmbar
Gewicht / weight [kg]	6
Maße L x B x H / dimensions l x w x h [mm]	430 x 258 x 161
Leuchtmittel / lamp	4 x UVA 24 TC-L
Zubehörhaken / accessory hooks**	ZUB Haken 1-4 + 5 S

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

** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 53 / all details of the accessory hooks are on page 53

Die Leuchten unterliegen dem Designschutz / the luminaires are subject to design protection

CHD Agro 400

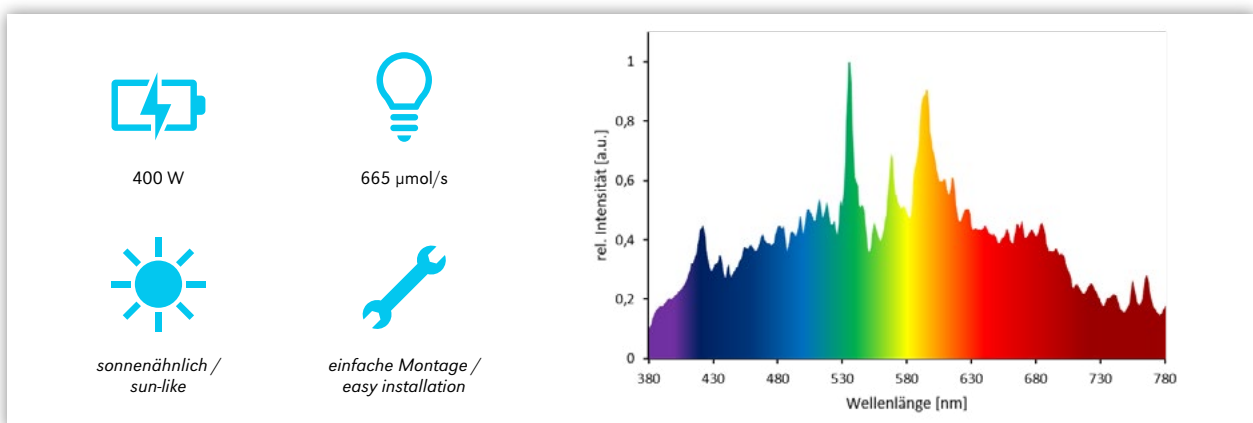


Leuchtmittel mit sonnenähnlichem Licht für Forschung, Industrie und botanische Gärten

Keramik-Metallhalogendampf-Hochdruckentladungslampen erzeugen ein kontinuierliches sonnenähnliches Lichtspektrum, das in die Nähe von Tageslicht mit einem CRI (Color Rendering Index) von bis zu 96 einzustufen ist. Durch die hohe Farbwiedergabe wirken die Farben natürlich und Bonitierungen können problemlos unter dem Licht durchgeführt werden. Das Leuchtmittel CHD Agro 400 ist das meist eingesetzte Leuchtmittel mit sonnenähnlichem Lichtspektrum, das Verwendung in botanischen Gärten, Saatzuchtbetrieben oder Forschungsinstituten findet. Die Lampe kann in allen konventionell betriebenen, geschlossenen 230 V Leuchten betrieben werden und somit natürlich auch in unserer Leuchte MGR-K 400-CHD (S. 44).

Lamp with sun-like light for research, industry and botanical gardens

Ceramic-metal halide discharge-lamps generate a continuous sun-like light spectrum that is close to daylight with a CRI (Color Rendering Index) of up to 96. Due to the high color rendering, the colors appear natural and assessments can easily be carried out under the light. The CHD Agro 400 is the most widely used lamp with a light spectrum similar to that of the sun and is used in botanical gardens, seed breeding companies or research institutes. The lamp can be operated in all conventionally operated, closed 230 V luminaires and of course also in our MGR-K 400-CHD (p. 44).



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

CHD-TP Agro 630-400

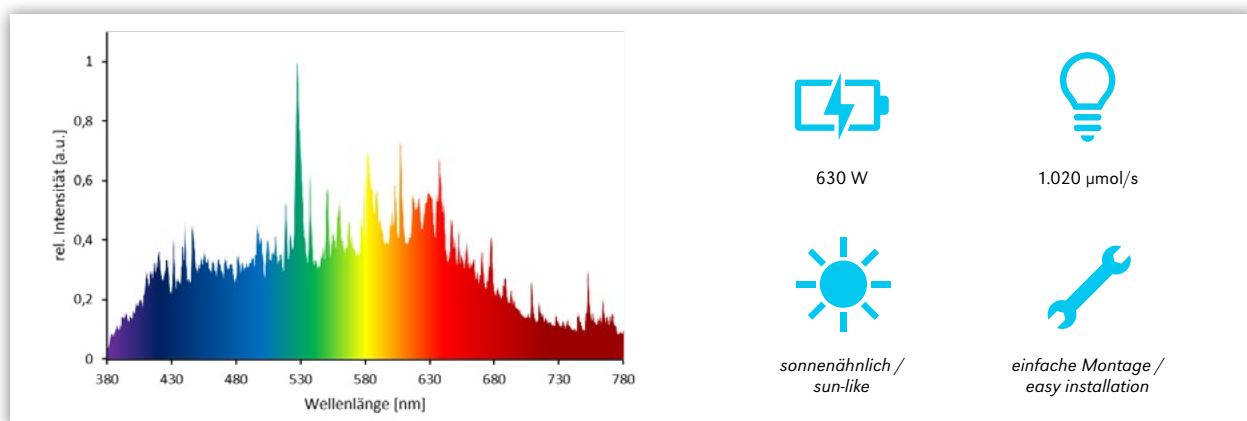


Leistungsstarkes Leuchtmittel mit sonnenähnlichem Licht für den Produktionsbetrieb

Das Leuchtmittel CHD-TP Agro 630-400 wurde speziell für den Gartenbau entwickelt und ist eine doppelt-gesockelte Keramik-Metallhalogendampf-Hochdruckentladungs-Lampe, mit nahezu vollem Sonnenspektrum. Es kommt in unserer CDM-K 630 (S. 41) zum Einsatz. 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. Besonders in der Anzucht der Topfkräuter können die Vollspektrumleuchtmittel Qualitätsmerkmale verstärken.

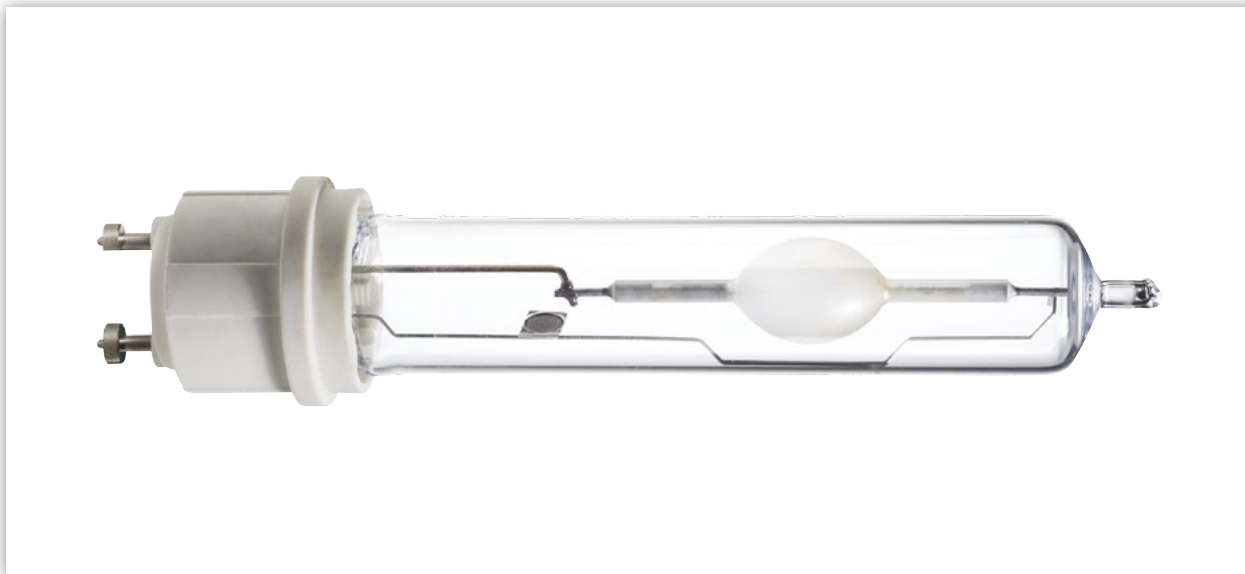
Most powerful lamp with sun-like light for plant production

The CHD-TP Agro 630-400 lamp was specially developed for horticulture and is a double-capped ceramic-metal halide discharge-lamp with almost the full solar spectrum used in the CDM-K 630 (p. 41). Compared to all other systems, this still has the advantage that this lamp is suitable for almost any crop, as it allows the plants to grow almost exactly as they would grow under natural sunlight. Even color falsifications, which can occur under high-pressure sodium discharge-lamps, can be avoided thanks to a CRI value of over 90. Various tests have shown that the use of full-spectrum lamps has clear advantages in terms of plant quality parameters compared to high-pressure sodium discharge-lamps. The full-spectrum lamps increase the external and internal quality, especially of potted herbs.



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

CDM / CHD

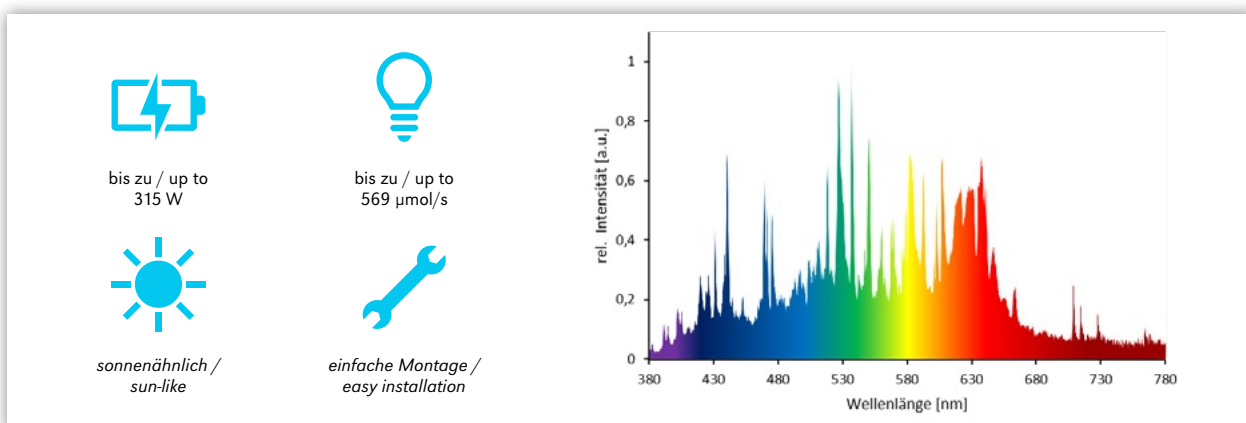


Effektives Leuchtmittel mit sonnenähnlichem Licht für jede Anwendung

Die CDM- / CHD-Leuchtmittel mit Leistungen bis 315 W sind kompakte, einseitig-gesockelte, und hocheffiziente Keramik-Metallhalogenid-Hochdruckentladungslampen zur Erzeugung von sonnenähnlichem Licht. Durch dieses Leuchtmittel kann die innere Pflanzenqualität verbessert werden. Der erhöhte Blaulichtanteil führt dazu, dass der Gehalt an pflanzlichen sekundären Inhaltsstoffen gesteigert wird. Dadurch ist beispielsweise die Blattaufärbung ausgeprägter und der Geschmack von Kräutern intensiver. Die Leuchtmittel als T-Variante werden in Leuchten mit Schutzglas an einem elektronischen Vorschaltgerät betrieben (MGR-E, S. 45). Als TP-Variante können die Lampen auch in offenen Leuchten betrieben werden (CDM-KE I 315, S. 40).

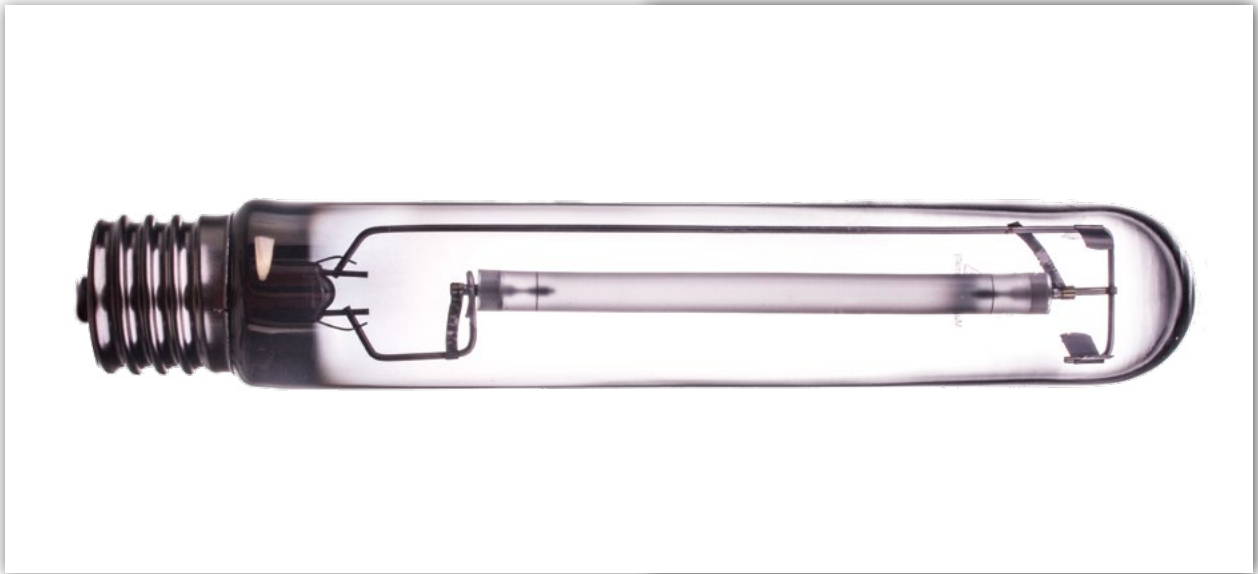
Efficient lamp with sun-like light for every application

The CDM- / CHD lamps with a power of up to 315 W are compact, single-sided, highly efficient ceramic-metal halide discharge-lamps for generating sun-like light. These lamps can improve the internal quality of plants. The increased proportion of blue light can increase for example the content of secondary metabolites. As a result, the leaf color is more pronounced and the taste of herbs is more intense. The T-variant lamps are operated in luminaires with protective glass on an electronic ballast (MGR-E, p. 45). As a TP-variant, the lamps can also be operated in open luminaires (CDM-KE I 315, p. 40).



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-TP E 210-942	210	22.800	365	4.200	12.000	PGZX18
CHD-T Agro 315-230	315	34.000	569	4.200	20.000	PGZ18
CHD-TP Agro 315-230	315	32.000	540	4.200	20.000	PGZX18

SOD Agro

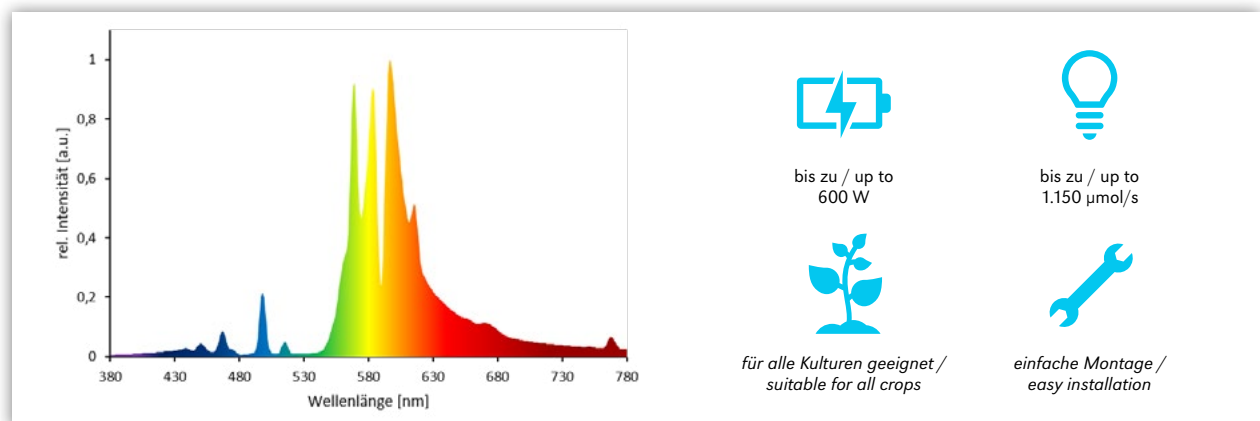


Traditionelles Leuchtmittel für die kommerzielle Pflanzenproduktion

Die SOD Agro Leuchtmittel sind traditionelle Natriumdampf-Hochdruckentladungs-Lampen, die in der SON-K (ab S. 42) und MGR-K 400-SON (S. 44) eingesetzt werden. Im Vergleich zu anderen Natriumdampf-Hochdruckentladungs-Lampen emittiert unser SOD Agro Leuchtmittel einen höheren Blaulichtanteil, der die Pflanzenqualität verbessert. Über die gesamte Nutzungsdauer von ca. 12.000 Stunden ist ein Erhalt von 90% des Photonenstroms gewährleistet. Die Leuchtmittel sind mit einer Leistung von bis zu 600 W erhältlich.

Traditional lamp for commercial plant production

The SOD Agro lamps are traditional high-pressure sodium discharge-lamps that are used in the SON-K (from p. 42) and MGR-K 400-SON. Compared to other high-pressure sodium discharge-lamps, the SOD Agro lamp emits a higher proportion of blue light, which improves the quality of the plants. Over the entire service life of 12,000 hours, 90% of the photon flow is maintained. The lamps are available with a power up to 600 W.



Artikel-Nr. art-no.	Leistung [W] power [W]	Lichtstrom [lm] luminous flux [lm]	Photonenfluss [$\mu\text{mol/s}$] photon flux [$\mu\text{mol/s}$]	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

Technische Daten*

Technical data*

Natriumdampf-Hochdruckentladungs-Lampen/
high-pressure sodium discharge-lamps

Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Photonenfluss ($\mu\text{mol/s}$) Photon flux ($\mu\text{mol/s}$)	Lichtfarbe (K) Light colour (K)	Lebensdauer (h) Life time (h)	Sockel Holder	Leuchten-System Luminaire system
SOD Agro 400-230	400	725	2.000	12.000**	E40	MGR-K 400-SON, SON-K 400
SOD Agro 600-230	600	1.100	2.000	12.000**	E40	SON-K 600-230
SOD Agro 600-400	600	1.150	2.000	12.000**	E40	SON-K 600-400

Keramik-Metallhalogenid-Hochdruckentladungs-Lampen CHD /
ceramic-metal halide discharge-lamps CHD

Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Photonenfluss ($\mu\text{mol/s}$) Photon flux ($\mu\text{mol/s}$)	Lichtfarbe (K) Light colour (K)	Lebensdauer (h) Life time (h)	Sockel Holder	Leuchten-System Luminaire system
CHD Agro 400	400	665	4.200	15.000**	E40	MGR-K 400-CHD
CHD-TP Agro 630-400	630	1.020	4.200	9.000**	K12x30S	CDM-K 630
CHD-TP Agro 315-230	315	540	4.200	20.000**	PGZX18	CDM-KE I 315
CHD-T Agro 315-230	315	569	4.200	20.000**	PGZ18	MGR-E 315-CDM

Keramik-Metallhalogenid-Hochdruckentladungs-Lampen CDM /
ceramic-metal halide discharge-lamps CDM

Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Photonenfluss ($\mu\text{mol/s}$) Photon flux ($\mu\text{mol/s}$)	Lichtfarbe (K) Light colour (K)	Lebensdauer (h) Life time (h)	Sockel Holder	Leuchten-System Luminaire system
CDM-T E 210-942	210	380	4.200	12.000**	PGZ18	MGR-E 210-CDM-DI
CDM-TP E 210-942	210	365	4.200	12.000**	PGZX18	CDM-KE I 210 DI

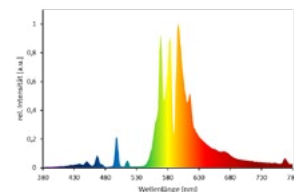
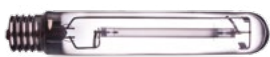
UV-Lampen / UV-lamps

Artikel-Nr. Art.-No.	Leistung (W) Power (W)	Photonenfluss ($\mu\text{mol/s}$) Photon flux ($\mu\text{mol/s}$)	Lichtfarbe (K) Light colour (K)	Lebensdauer (h) Life time (h)	Sockel Holder	Leuchten-System Luminaire system
UVA 400 QM1	400	250	UV-A	1.000**	R7S	MGR-K 400-UV
UVA 24 TC-L	24	16	UV-A	5.000**	2G11	MGR-E 424-UV-DI

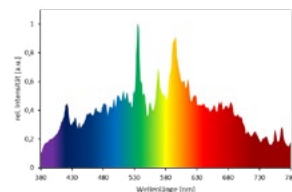
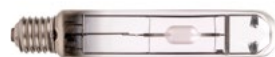
* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / these values are subject to technical changes

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

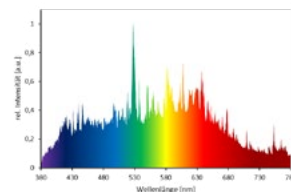
SOD Agro 400



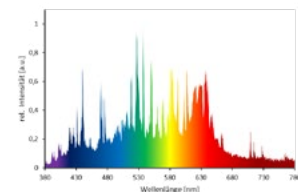
CHD Agro 400



CHD-TP Agro 630-400



CHD-TP Agro 315-230

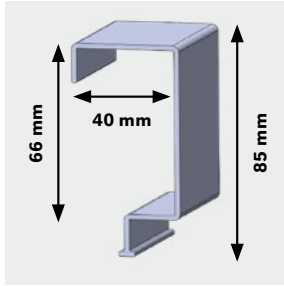


Bildnachweis:

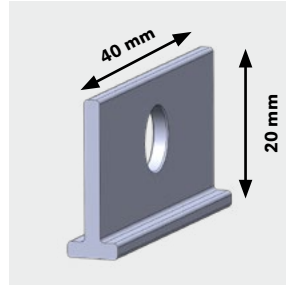
40-41: Trübenbach Gemüsejungpflanzen GmbH & Co.KG

Haken

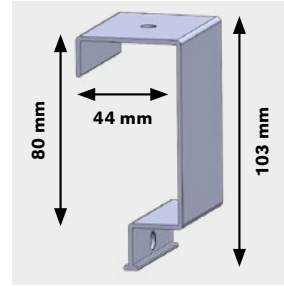
Hooks



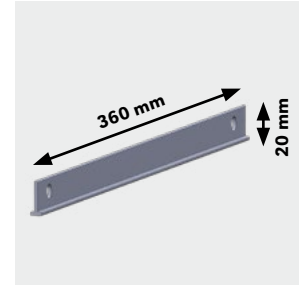
ZUB Haken 1 / ACC hook 1



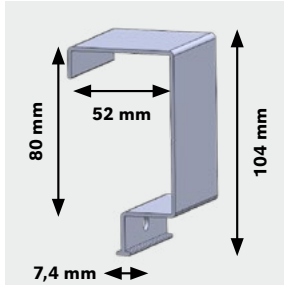
ZUB Haken 2 / ACC hook 2



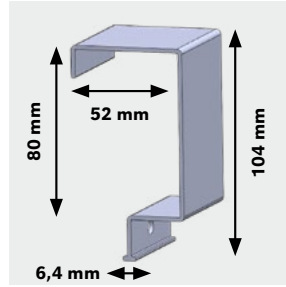
ZUB Haken 3 / ACC hook 3



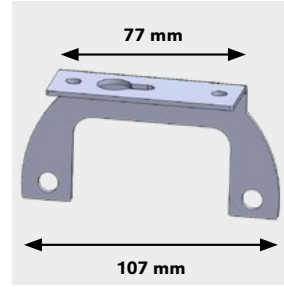
ZUB Haken 4 / ACC hook 4



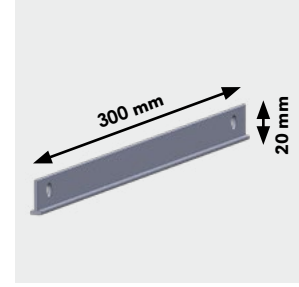
ZUB Haken 5 B / ACC hook 5 B



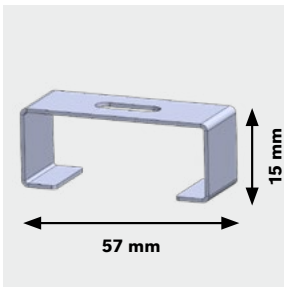
ZUB Haken 5 S / ACC hook 5 S



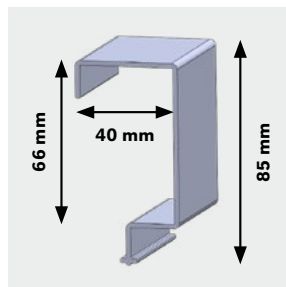
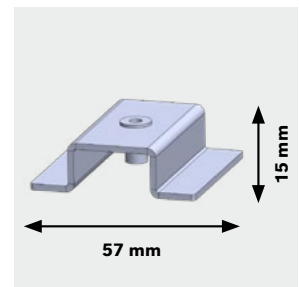
ZUB Haken 6 / ACC hook 6



ZUB Haken 7 / ACC hook 7



ZUB Haken 8 / ACC hook 8

ZUB Haken SON CDM 1 /
ACC hook SON CDM 1ZUB Haken SON CDM 2 /
ACC hook SON CDM 2ZUB Haken SON-K /
ACC hook SON-K

Eine problemlose Montage ist, dank der Auswahl verschiedener Zubehörhaken, in sämtlichen Anwendungsbereichen möglich. Pro Leuchte sind mindestens zwei Haken (ausgenommen ZUB Haken 4) 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 (except ACC hook 4) must be ordered per luminaire.

Zubehör / Accessories	Beschreibung / Description	Leuchten-System / Luminaires system
ZUB Haken 1 / ACC hook 1	Haken für Profilschiene / Aluminium hook for profile rail	LED-KE, LED-MID, MGR
ZUB Haken 2 / ACC hook 2	Haken für Kettenaufhängung mittels S-Haken / Aluminium hook for chain suspension	LED-KE, LED-MID, MGR
ZUB Haken 3 / ACC hook 3	Haken für Hiltischiene / Aluminium hook for profile rail with 44 mm or chain	LED-KE, LED-MID, MGR
ZUB Haken 4 / ACC hook 4	Haken für Kettenaufhängung mittels S-Haken, Länge 360 mm / Aluminium hook for chain suspension, length 360 mm	LED-MID, MGR
ZUB Haken 5 B / ACC hook 5 B	Haken für Profilschiene / Aluminium hook for profile rail	CDM-K, CDM-KE
ZUB Haken 5 S / ACC hook 5 S	Haken für Profilschiene / Aluminium hook for profile rail	LED-KE, LED-MID, MGR
ZUB Haken 6 / ACC hook 6	Montagewinkel zur direkten Regalmontage / Mounting bracket for direct shelf moun	LED-LE
ZUB Haken 8 / ACC hook 8	C-Profil mit Durchgangsloch 4 mm, zur direkten Regalmontage / C-profile with a hole 4 mm, for direct shelf mounting	LED-MID
ZUB Haken SON CDM 1 / ACC hook SON CDM 1	Haken für Profil 40 x 40 mm / Aluminium hook for profile 40 x 40 mm	CDM-K, CDM-KE
ZUB Haken SON CDM 2 / ACC hook SON CDM 2	Haken zur Kettenmontage / Aluminium hook for chain suspension	CDM-K, CDM-KE
ZUB Haken SON-K / ACC hook SON-K	Haken zur Kettenmontage / Aluminium hook for chain suspension	SON-K

NEU

ZUB Haken 7 / ACC hook 7	Haken für Kettenaufhängung mittels S-Haken, Länge 300 mm / Aluminium hook for chain suspension, length 300 mm	LED-KE
--------------------------	---	--------

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



Insektenfreundlich

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

Verbesserte Pflanzenqualität

Die ausgewählten Lichtspektren können das Wachstum sowie die innere Pflanzenqualität verbessern. Kräuter schmecken intensiver. Die Blattaufärbung 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, lassen sich alle DH Licht LED-Leuchten problemlos bei unterschiedlichsten Bedingungen einsetzen.



Hohe Effizienz

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



DALI

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 by our LED-luminaires.

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, all DH Licht luminaires can be used in a wide variety of conditions.

high efficiency

The led-luminaires from DH Licht emit light with up to 2.7 $\mu\text{mol}/\text{J}$. Compared to classic high-pressure sodium discharge-luminaires 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

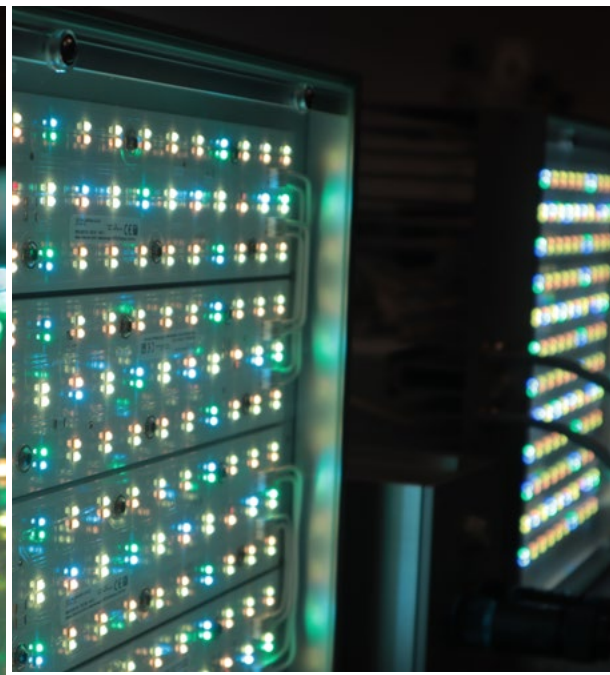
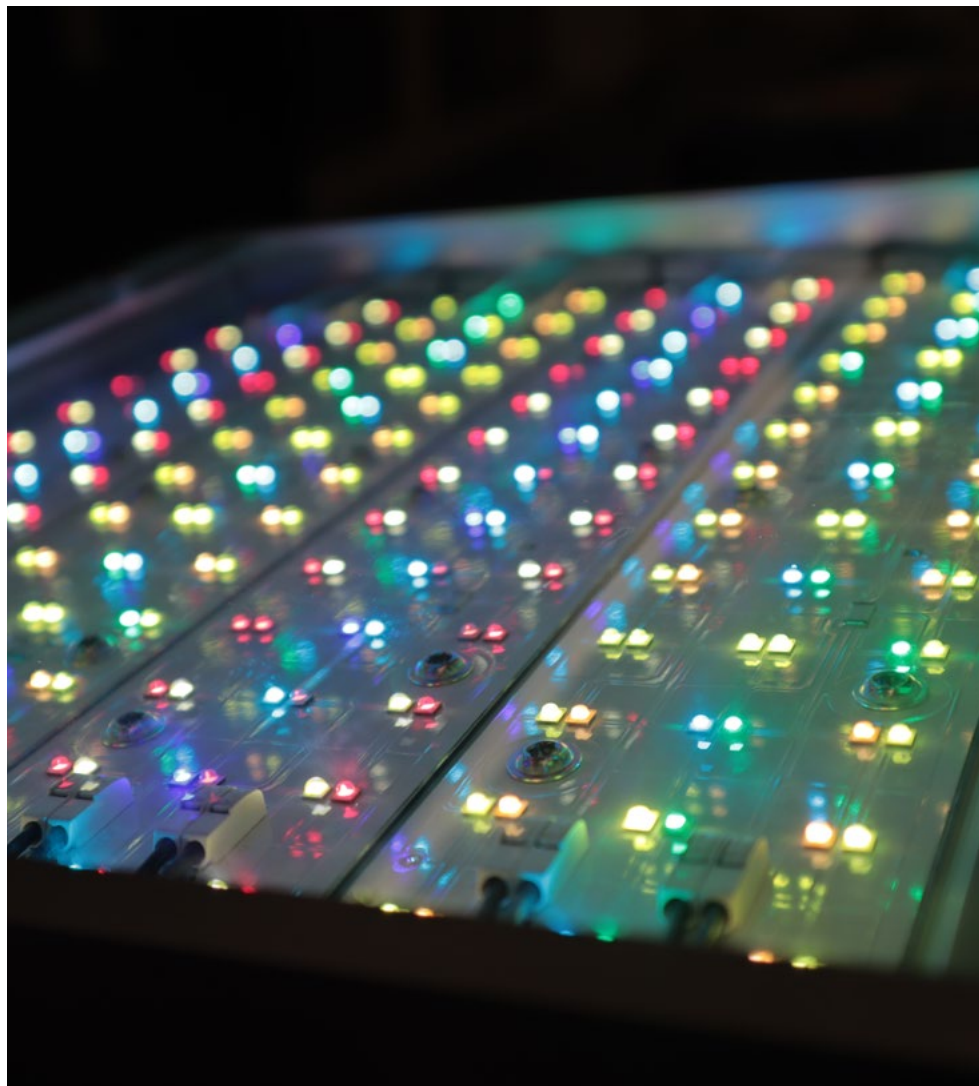
In order to guarantee a high quality of the luminaires, the entire development and production of our products takes place in Germany.



Finalist des Deutschen Nachhaltigkeitspreises Design 2021



Foto: DNP/Frank Fendler



WIR MACHEN DAS SPEKTRUM!



DH Licht GmbH

Robert-Bosch-Straße 35

42489 Wülfrath

Deutschland / *Germany*:

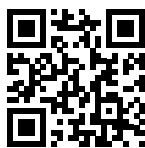
Telefon: +49 2058 897 325

Telefax: +49 2058 897 320

info@dhlicht.de

www.dhlicht.de

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



www.dhlicht.de