DHLicht

WIR MACHEN DAS SPEKTRUM!

WE CREATE THE SPECTRUM!

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 in 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

Content

4 - 7	**DH Licht**	**DH Licht**
	Was man über Licht wissen sollte	*What you should know about light*
8 - 25	**Forschungsberichte**	***Research reports***
26 - 27	**LED vs Hochdruckentladungs-Leuchten**	***LED vs high-pressure discharge-luminaires***
	LED-Leuchten	***LED-luminaires***
28 - 31	LED-KE	*LED-KE*
32 - 33	LED-LE	*LED-LE*
34 - 35	LED-MID	*LED-MID*
	UV-LED-Leuchten	***UV-LED-luminaires***
36	LED-KE 100 UVA	*LED-KE 100 UVA*
37	LED-MID UV-A	*LED-MID UV-A*
38 - 39	**Software & Hardware**	***Software & hardware***
	Hochdruckentladungs-Leuchten	***High-pressure discharge-luminaires***
40 - 41	SON-K	*SON-K*
42 - 43	MGR-K	*MGR-K*
	UV-Hochdruckentladungs-Leuchten	***UV-High-pressure discharge-luminaires***
44	UVB-E 236	*UVB-E 236*
45	MGR-K UV & MGR-E UV	*MGR-K UV & MGR-E UV*
	Leuchtmittel	***Lamps***
46	CHD Agro 400	*CHD Agro 400*
47	SOD Agro 400+600	*SOD Agro 400+600*
48	**Zubehör**	***Accessories***
49	**Vorteile auf einen Blick**	***Advantages at a glance***

Was man über Licht wissen sollte

Pflanzen und Licht

Pflanzen brauchen Licht um zu wachsen, aber auch zur Steuerung von vielen anderen Entwicklungsprozessen und Stoffwechselvorgängen. 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 metabolical 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.

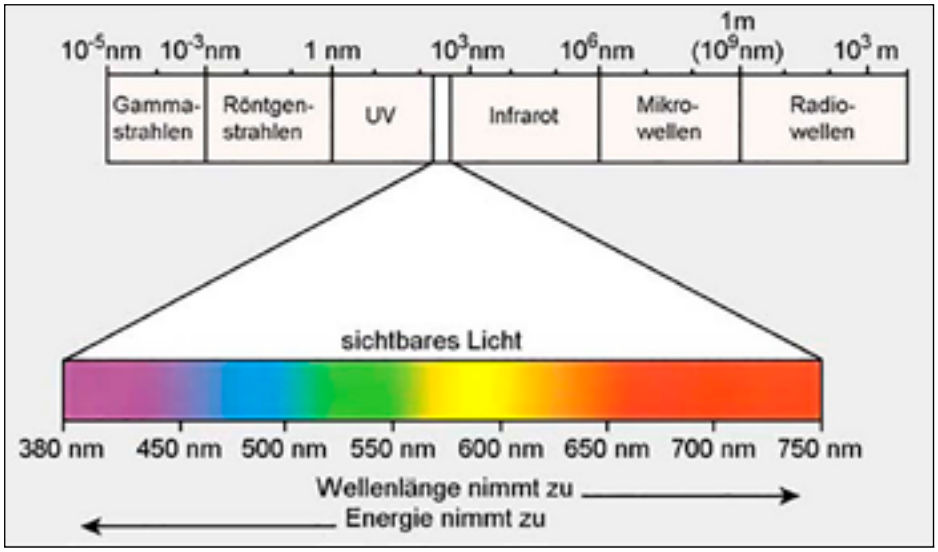


Abb. 1:

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).

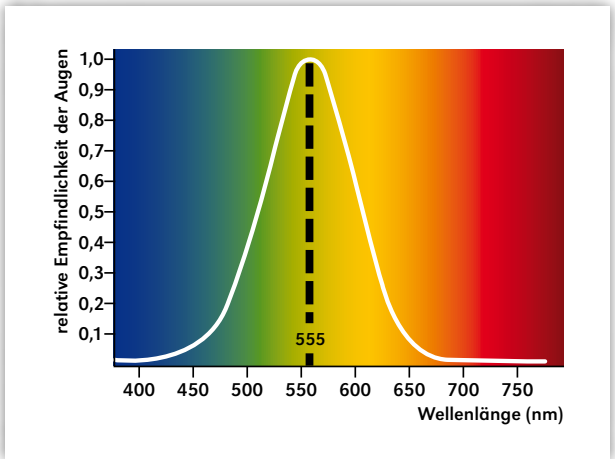


Abb. 2: Lichtempfindlichkeitskurve des menschlichen Auges

Fig. 2: Light sensitivity curve of the human eye

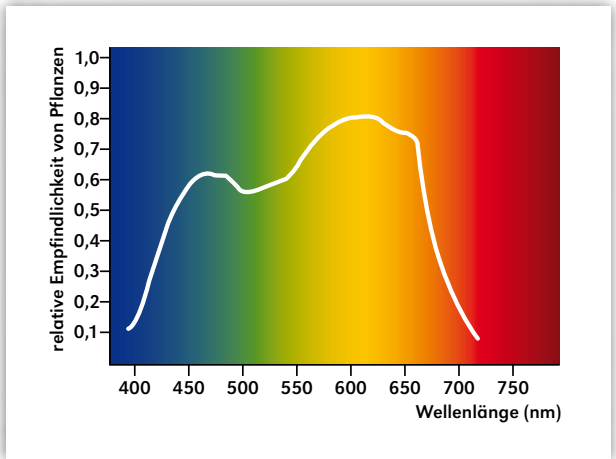


Abb. 3: Lichtempfindlichkeitskurve von Pflanzen

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 (µmol/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 (µmol/m^2s). 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 (µmol/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 (µmol/m^2s). 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 (mol/m²d). Zwar ändert sich auch das Lichtspektrum der Sonne witterungs-, tages- und jahreszeitabhängig, aber es kann nicht direkt beeinflusst werden. Somit ist für die Beurteilung der PAR-Leistung der Sonne ein Quantum-Sensor meist ausreichend. Anders ist das bei künstlichen Lichtquellen mit einem spezifischen Spektrum. Bei modernen LED-Leuchten kann dieses aktiv in Zusammensetzung und Intensität gesteuert werden. Weißes Licht kann sowohl durch eine einzelne weiße LED oder eine Mischung aus blau, grün und rot erzeugt werden. Für einen Quantum-Sensor würde dies keinen Unterschied machen. Ist das Spektrum einer Lichtquelle für die Pflanzenbelichtung nicht bekannt, kann es mit einem Photo-Spektrometer ermittelt werden. Je nach Hersteller und Bauart, können diese weitere Parameter, wie z.B. PFFD, Lichtfarbe, Wellenlängenverhältnisse und auch Strahlung außerhalb des PAR-Bereichs, wie UV- und Wärmestrahlung erfassen. Dadurch wird eine umfassende Beurteilung von Lichtquellen möglich.

Adding up the whole irradiation of a day, the daily light integral (DLI) is obtained, indicated in mol per square meter per day (mol/m²d). 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 PPFD of for example 20 µmol/m²s 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 PPFD, light colour and wavelength ratio and also radiation beyond the PAR range like UV light or infrared radiation can be measured. So a comprehensive evaluation of a light source is possible.

Übersicht Einheiten
Summary units

Photosynthetisch aktive Strahlung *Photosynthetic active radiation*	Strahlung zwischen 400-700 Nanometer, die Pflanzen für die Photosynthese nutzen können *Radiation between 400-700 nanometers that plants can use for photosynthesis*	nm
Photosynthetischer Photonenfluss *Photosynthetic photon flux*	Gesamte, von Lichtquelle erzeugte PAR pro Sekunde *Total of a light source emitted PAR flux per second*	µmol/s
Photonenfluss *photon flux*	Gesamte, von Lichtquelle erzeugte Strahlung von 280-800 nm pro Sekunde *Total of a light souces emitted irradiance from 280-800 nm per second*	µmol/s
Photosynthetische Photonenflussdichte *Photosynthetic photon flux density*	PAR pro Sekunde, die auf eine Fläche auftrifft *PAR per second that arrives at a surface*	µmol/m²s
Tageslichtsumme *Daily light integral*	PAR, die pro Tag auf eine Fläche auftrifft *PAR per day that arrives at a surface*	mol/m²d
Photosynthetischer Photonenfluss pro Watt *Photosynthetic photon flux per watt*	PPF, der mit einem Watt elektrischer Leistung erzielt wird *PPF that is produced with one W of electrical power*	µmol/Ws bzw. µmol/J

Richtwerte zu Lichtintensitäten
References for light intensities

> 10 µmol/m²s	Mindestintensität für Innenraumbegrünung *Minimum intensity for interior greenery*
15-30 µmol/m²s	Zur Verbesserung der Qualität, Erhalt der Kultur und begrenzten Produktionssteigerung *For improving quality, preservation of culture and limited production increase*
30-45 µmol/m²s	Für Aussaaten, Sämlinge und Anzucht For sowing, seedlings and cultivation
40-100 µmol/m²s	Für ganzjährige Produktion von z.B. Chrysanthemen, Rosen, Kräutern,... *For year-round production of e.g. chrysanthemums, roses, herbs,...*
100-200 µmol/m²s	Für Produktion von Pflanzen mit hohem Lichtbedarf, wie z.B. Tomaten und Gurken *For production of plants with high greater needs for light, like tomato and cucumber*
100-800 µmol/m²s	Für Produktion von Pflanzen unter rein künstlicher Belichtung, z.B. Klimakammern, Vertical/Indoor Farming,... *For production of plants under completely artificial light conditions, e.g. climatic chambers, vertical/indoor farming,...*
350-1500 µmol/m²s	Für Forschungsvorhaben mit hohen Lichtintensitäten *For research projects with high light intensities*

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.

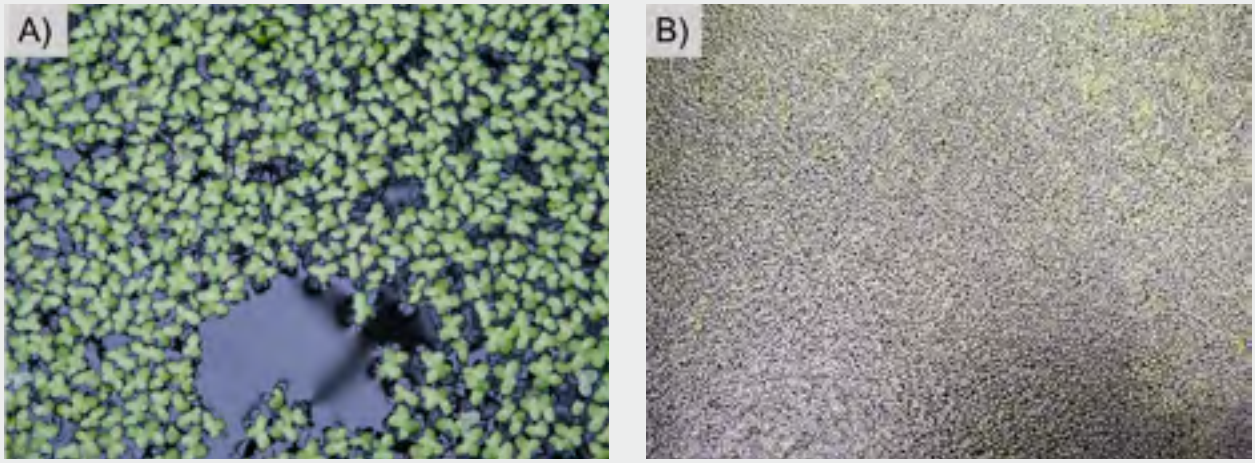


Abb. 1: A: Lemna minor, B: Wolffiella hyalina
Fig. 1: A: Lemna minor, B: Wolffiella hyalina

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 ≙ 0,18 m², Wasserhöhe: ca. 10 cm)
Wassertemperatur	24 °C
pH-Wert	7,8
Düngung	EC-Wert von 0,6 m^S/cm, modifiziertes N-Medium1)
Untersuchungs-parameter	Biomasseertrag, Chlorophyllgehalt, Rohproteingehalt
Photoperiode	12:12 h

Belichtungsvarianten

Insgesamt wurden acht unterschiedliche Belichtungsvarianten untersucht, bei welchen sowohl die Lichtintensität (50, 100, 150 µmol/m²/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 ≙ 0.18 m², 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 µmol/m²/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

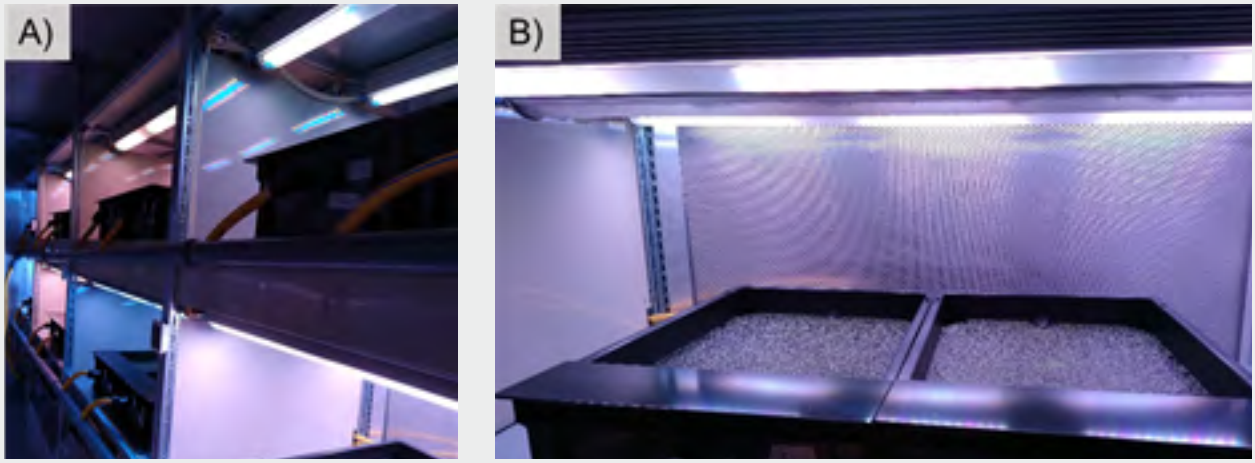


Abb. 2: A: Versuchsanlage des hydroponischen Systems, B: Eine Randomisationseinheit mit zwei Becken und zwei LEDs der Serie LE
Fig. 2: A: Experimental setup of the hydroponic system, B: A randomization unit with two basins and two LEDs of the LE series

Tab. 1: Acht Versuchsvarianten mit unterschiedlichen Lichtintensitäten (µmol/m²/s) und rot:blau-Verhältnissen

Tab. 1: Eight experimental variants with different light intensities (µmol/m²/s) and red:blue ratios

Variante / *Variant*	Lichtintensität / *Light intensity (µmol/m²/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.

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.

controlled.

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- & CO_2-Einsparpotentizal der LED-KE 300 im Vergleich zu einer NaHD-Installation bei der Assimilationsbelichtung von Topfkräutern

Energy & CO_2-saving potential of the LED-KE 300 compared to HPS installation for the assimilation exposure of potted herbs

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 CO_2-Emissionen von unter Assimilationslicht kultivierten gartenbaulichen Kulturen gesenkt und damit ein Beitrag zu einer ressourcen-schonenden Produktionsweise geleistet werden.

Abstract

Based on an economic analysis and supported by IKSP (Integrated Climate Protection Plan Hessen 2025), high-pressure sodium (HPS) lamps were replaced by LED-KE 300 with highly efficient LEDs in two greenhouse sections of the LLH horticultural center in Geisenheim in November 2018. The aim of the replacement was to reduce CO_2 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 ***Integrated Climate Protection Plan 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 m^2 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 PPFD-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

Aussaattermin: 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 / m^2 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 PPFD.

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*

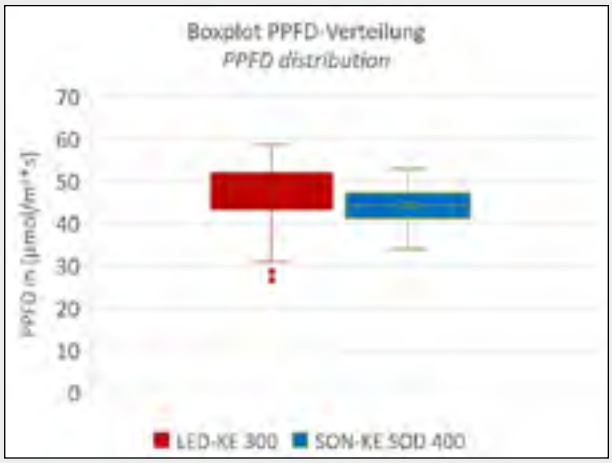


Abb. 1: Gemessene Lichtverteilung unter der LED-KE-Installation im Vergleich zur bisherigen Natriumdampfleuchten-Installation (Basis: Dialux-Simulation). Die Lichtmessung erfolgte mit einem LICOR-Quantum-Sensor Typ LI-190R.

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.

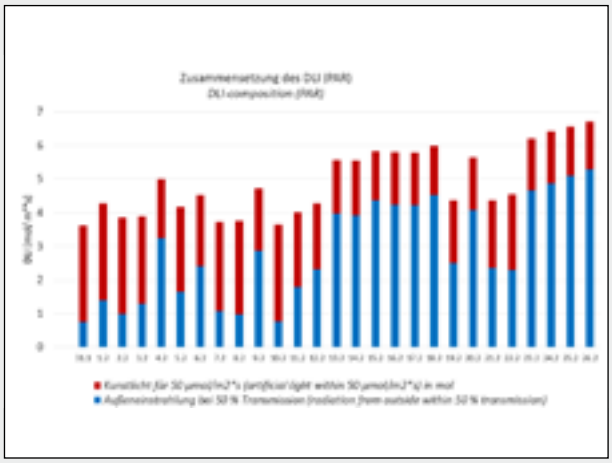


Abb. 2: Anteilige Zusammensetzung des täglich zur Verfügung stehenden Tageslichtintegrals (DLI) im Versuchszeitraum.

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

b.) Belichtungs- & Klimabedingungen

Belichtungszeitraum: 30.01.19 – 26.02.19 (27 Tage)

Belichtungssollwert: Licht an bei < 20 klx Außeneinstrahlung

Sollwert der Assimilationslichtintensität (PPFD): 50-60 µmol/m²s

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

maximal Assimilationslichtmenge (bei 16 h und 50-60 µmol/m²s): 2,9-3,5 mol/m²d

Eindeckung: Alltop® 16 mm-Stegdoppelplatte

b.) Light treatment and climatic conditions

Exposure time: *30.01.19 – 26.02.19 (27 days)*

Exposure set point *artificial light was applied < 20 klx global irradiance*

Light intensity (PPFD): *50-60 µmol/m²s*

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

Maximum amount of light (with 16 h and 50-60 µmol/m²s): *2.9-3.5 mol/m²d*

Greenhouse cover: *Alltop® 16 mm- Double walled sheet*

c.) realisierte Einstrahlungsbilanz im Versuchszeitraum

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

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

Lichtmenge aus Tageslicht bzw. in % der Gesamtsumme (Annahme: 50 % Transmission; PPFD- Assimilationslicht: 50 µmol/m²s): 78 mol (≙ 59 %)

Lichtmenge aus Kunstlicht bzw. in % von der Gesamtsumme (bei PPFD 50 µmol/m²s): 55 mol (≙ 41 %)

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

c.) Realized radiation balance in the test period

sum of photosynthetic active radiation (global irradiance and artificial light): *133 mol (≙ 100 %)*

Realized run times of the assimilation exposure: *305 operating hours (of a maximum of 432 h)*

Light amount of global irradiance (With about 50 % transmission; PPFD- artificial light: 50 µmol/m²s): *78 mol (≙ 59 %)*

Proportion of artificial light (PPFD 50 µmol/m²s): *55 mol (≙ 41 %)*

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

d.) realisierte elektrische Verbräuche (inkl. CO_2-Minderungseffekte)

d.) realized electrical consumption (with CO_2 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 CO_2-Emissionen der LED-KE 300 Installation gegenüber einer nachkalkulierten NaHD-Installation.

Tab. 2: Energy consumption, electricity costs and CO_2 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 m^2 und bei 12,5 $kWh_{elektr.}$ per m^2 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 CO_2 eingespart werden konnte.

Per basil pot, the electricity consumption is 0.71 kWh with a plant density of 17.6 plants per m^2 and 12.5 $kWh_{electr.}$ per m^2. In contrast, the power requirement per basil pot under the HPS lamps is 1.18 kWh. As a consequence, 231 g CO_2 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 markable 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. CO_2-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 CO_2 / m^2.

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 CO_2 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 m^2. 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 CO_2 / m^2 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.

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

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 Schmidt[1], Dr. Annika Nerlich[1], Dr. Gökhan Akyazi[2], Thomas Hain[2], Dr. Sebastian Kipp, Bernd H. Nordzieke, Dr. Oliver S. Dörr[3], Holger Dinter[3], Prof. Dr. Dr. Christan Ulrichs[5], Dr. Dennis Dannehl[1].

[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 CO_2-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 CO_2 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.

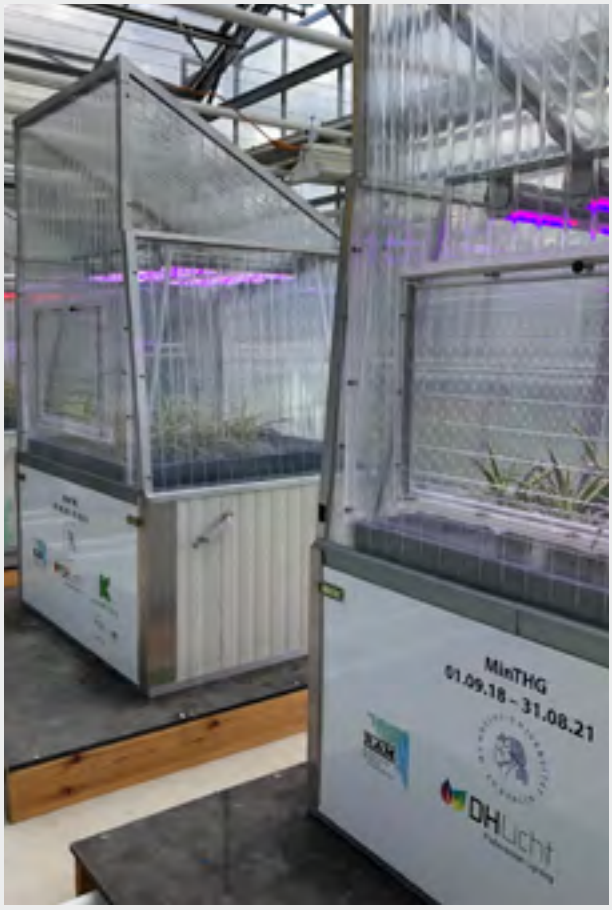


Abb. 1: Einsatz der wassergekühlten LED-LE in den Pflanzenküvetten
Fig. 1: Usage of water-cooled LED-LE in phytotrons

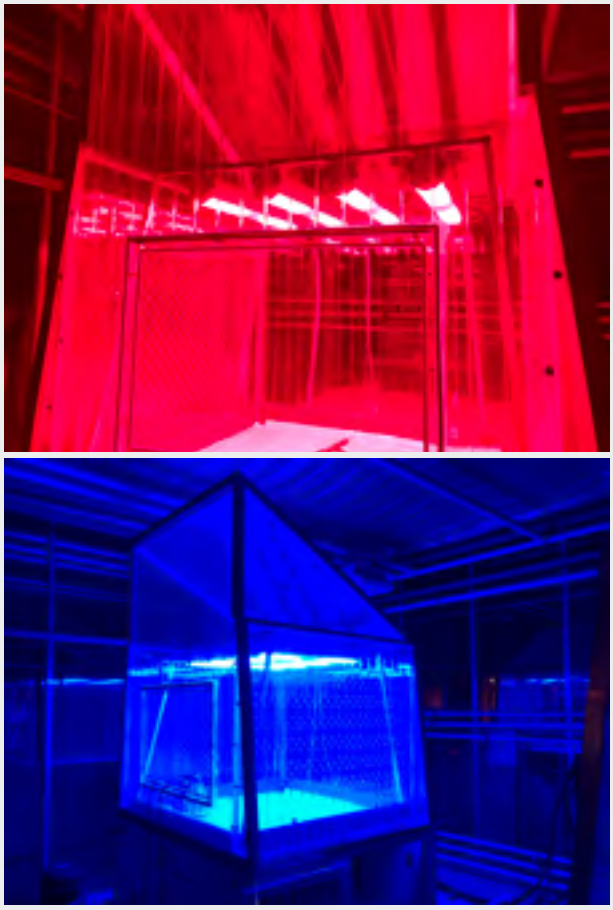


Abb. 2: LED-LE mit monochromatischem rotem und blauem Licht
Fig. 2: LED-LE with monochromatic red and blue light.

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 CO_2 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.

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 CO_2 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, CO_2, 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 wurde 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, CO_2, 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 was 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.

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

Dr. Prof. Dr. Uwe Schmidt[1], Dr. Annika Nerlich[1], Dr. Gökhan Akyazi[2], Thomas Hain[2], Dr. Sebastian Kipp, Bernd H. Nordzieke, Dr. Oliver S. Dörr[3], Holger Dinter[3], Prof. Dr. Dr. Christan Ulrichs[5], Dr. Dennis Dannehl[1].
[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 Wollweber[1], Jonas Krieger[1], Prof. Dr. Rainer Meyhöfer[2], Maria Athanasiadou[2], Dr. Sebastian Behling[3], Oliver Kranz[3], Dr. Oliver S. Dörr[4]

[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 Insektenspezies 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 an 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

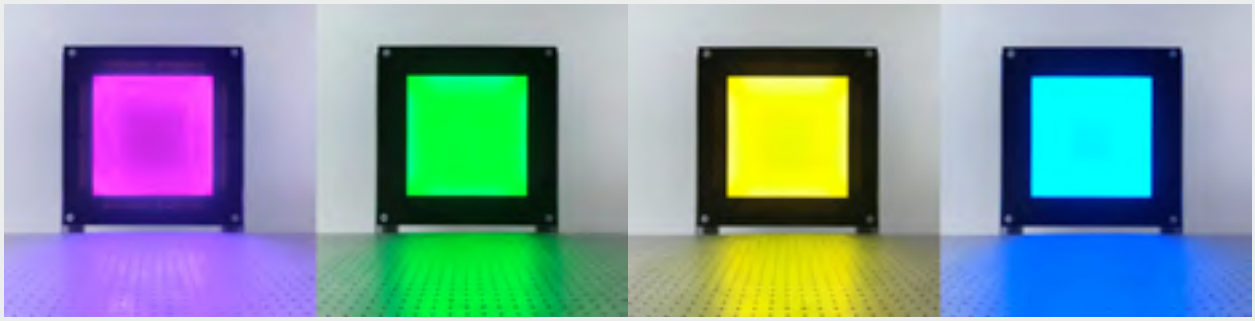


Abb. 1: Spektral regelbare Lichtfalle zur Anlockung von Schadinsekten

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).

Gefördert durch
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projektträger
Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

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

Abb. 2: Lichtfalle im Einsatz.

Fig. 2: Light trap in operation.

Dr. Merve Wollweber[1], Jonas Krieger[1], Prof. Dr. Rainer Meyhöfer[2], Maria Athanasiadou[2], Dr. Sebastian Behling[3], Oliver Kranz[3], Dr. Oliver S. Dörr[4].
[1] Laser Zentrum Hannover e.V., [2] Leibniz Universität Hannover, Institut für Gartenbauliche Produktionssysteme, [3] Götting KG, [4] DH Licht GmbH

Forschungsprojekt / *Research project*
ALGAE 4.0

NewFoodSystems - ALGAE-MODULE 4.0 Verfahrensentwicklung zum Aufbau einer modularen Produktionsanlage für algenbasierte Lebensmittel

NewFoodSystems -ALGAE MODULE 4.0 Process development for building a modular production system for algae-based food

Dr. Felix Krujatz[1], Richard Bleisch1, Alexander Rudolph[2], Prof. Dr. Cornelia Rauh[2], Dr. Rayk Hassert[3], Jim Thorpe[4], Nicole Thorpe[4], Dr. Claudia Siemer[5], Marc Schmidt[5], Dr. Dominick Cholewa[6], Dr. Viktor Klassen[6], Dr. Oliver S. Dörr[7], Jens Wedel[8], Gunnar Mühlstädt[9]

[1] **TU Dresden,**
[2] **TU Berlin,**
[3] **Bruker Optik GmbH ,**
[4] **Experior Micro Tech GmbH,**
[5] **Elea Technology GmbH,**
[6] **Algenium GmbH,**
[7] **DH Licht GmbH,**
[8] **endori food GmbH & Co. KG,**
[9] **PUEVIT GmbH**

Das Hauptziel des „ALGAE-MODULE 4.0"-Projektes ist, die Entwicklung einer modularen Produktionsplattform für hochwertige und reproduzierbare Lebensmittelzutaten aus Mikroalgen. Dies umfasst sowohl Verfahrens- als auch Produktinnovationen, die darauf abzielen, neue Lebensmittelsysteme auf der Basis von Mikroalgenbiomasse zu schaffen. In der gegenwärtigen deutschen Lebensmittelwirtschaft ist die breite Anwendung von algenbasierten Produkten, vor allem aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit hochwertiger Produkte, sehr deutlich eingeschränkt. Daher strebt das Projekt die Entwicklung von modularen Produktionseinheiten an, die in industriellen Umgebungen und an den Orten der Biomassenutzung betrieben werden können.

The main goal of the "ALGAE-MODULE 4.0" project is to develop a modular production platform for high-quality and reproducible food ingredients from microalgae. This includes both process and product innovations aimed at creating new food systems based on microalgae biomass. In the current German food industry, the widespread use of algae-based products is very significantly limited, primarily due to the limited availability of high-quality products. Therefore, the project aims to develop modular production units that can be operated in industrial environments and at sites of biomass use.

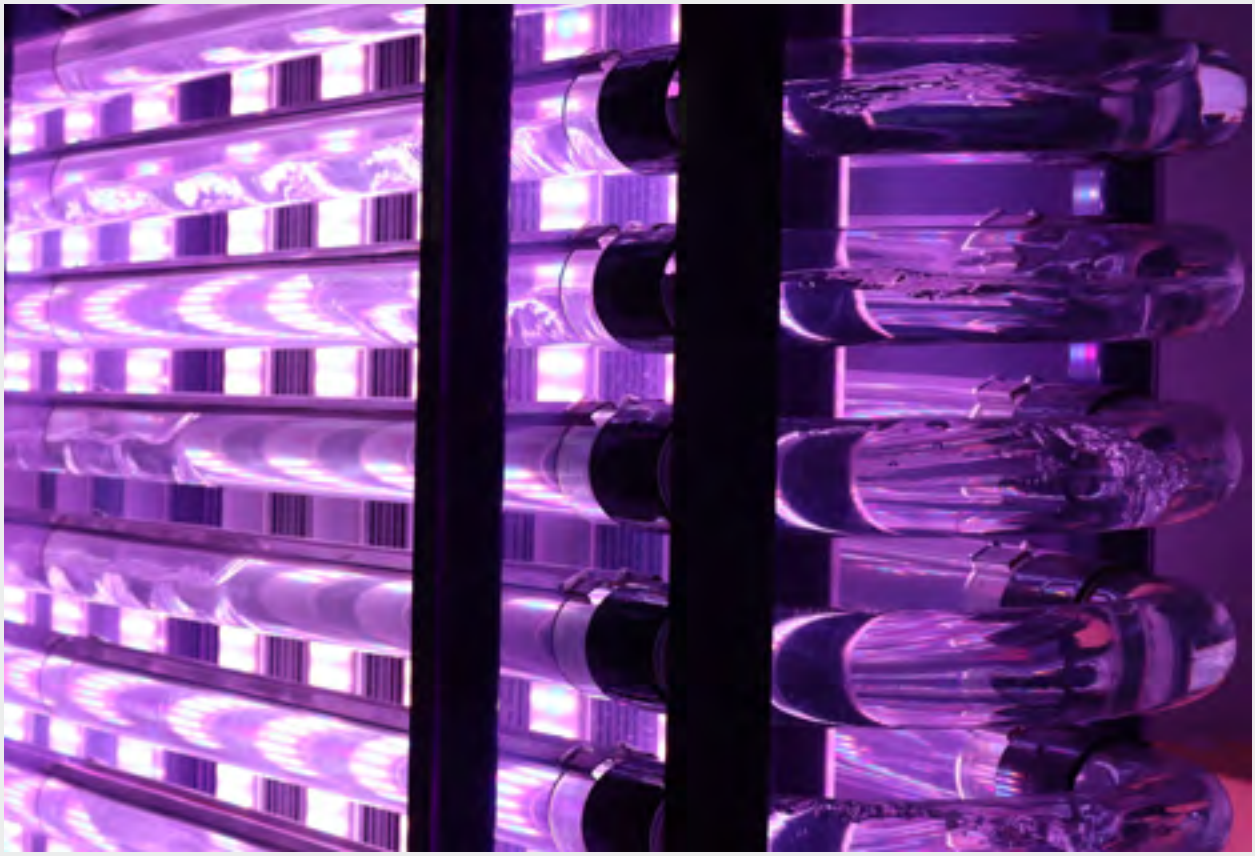


Abb. 1: Algenreaktor mit wasserkühlbaren und spektral regelbaren LED-Leuchten der DH Licht GmbH.

Fig. 1: Algae reactor with water-coolable and spectrally controllable LED-luminaires from DH Licht GmbH.

Diese Einheiten sollen Biomasse mit genau definierten Eigenschaften für lokale Wertschöpfungsketten liefern. Das Projekt ALGAE-MODULE 4.0 dient somit als Best-Practice-Beispiel, wie durch verfahrenstechnische Innovationen und neue prozessintegrierte Downstream-Konzepte, die Produktion und Verarbeitung von frischer Algenbiomasse mit konstanten und einstellbaren Eigenschaften für verschiedene Anwendungen ermöglicht werden können.

Die Besonderheit dieses Projekts besteht darin, dass die Zusammensetzung der frischen Biomasse nicht negativ durch Trocknung, Lagerung und Transport beeinflusst wird. Dies verspricht die Herstellung qualitativ hochwertiger Lebensmittel bei geringerem Energieaufwand. Um dieses Projektziel zu erreichen, wurde ein interdisziplinäres Konsortium aus Wissenschaft und Wirtschaft, entlang der gesamten Wertschöpfungskette, aufgebaut. Dieses Konsortium umfasst Partner, die sich mit dem Produktionsprozess, dem Prozessmonitoring, dem Downstream-Processing und der Produktverwertung befassen.

Das Projekt ALGAE-MODULE 4.0 konzentriert sich auf zwei Beispielprozesse: die Produktion des Cyanobakteriums Arthrospira platensis (mit Novel-Food-Zulassung) und die

These units are intended to supply biomass with precisely defined properties for local value chains. The ALGAE-MODULE 4.0 project therefore serves as a best-practice example of how process engineering innovations and new process-integrated downstream concepts can enable the production and processing of fresh algae biomass with constant and adjustable properties for various applications.

The special feature of this project is that the composition of the fresh biomass is not negatively affected by drying, storage and transport. This promises the production of high-quality food using less energy. In order to achieve this project goal, an interdisciplinary consortium of science and business was set up along the entire value chain. This consortium includes partners who deal with the production process, process monitoring, downstream processing and product utilization.

The ALGAE-MODULE 4.0 project focuses on two example processes: the production of the cyanobacterium Arthrospira platensis (with novel food approval) and the non-conventional microalga Chlorella zofingiensis (with high potential for novel food approval). From a process engineering perspective, the aim is to transition from conventional batch opera-

nicht-konventionelle Mikroalge Chlorella zofingiensis (mit hohem Potential für Novel-Food-Zulassung). Unter verfahrenstechnischen Gesichtspunkten wird ein Übergang von herkömmlichen Batch-Betriebsweisen zu kontinuierlichen Produktionsprozessen für Algenbiomasse angestrebt.

Für die Kultivierung von Mikroalgen in geschlossenen Räumen ist die künstliche Belichtung eine Grundvoraussetzung. Eine kontrollierte Belichtung, sowie konstante klimatische Bedingungen ermöglichen eine gleichbleibende und kontrollierbare Produktqualität.

Die DH Licht GmbH ist an der Erforschung der Auswirkungen künstlicher Beleuchtung auf die Mikroalgenproduktion und die Zusammensetzung der Biomasse direkt beteiligt. Dabei wird untersucht, wie sich Lichtintensität und Lichtspektrum auf die Biosynthese von Pigmenten und den Proteingehalt der Mikroalgen auswirken. Hierbei wird eine Screening-Plattform genutzt, um Mikroalgen unter verschiedenen Lichtbedingungen zu kultivieren.

Ein intelligentes Belichtungssteuerungssystem, aus der DH Licht LED-LE-Serie (LED-LE) wird eingesetzt, um die Lichtintensität und das Lichtspektrum der spektral regelbaren LED-Leuchten in Echtzeit anzupassen und das Algenwachstum zu überwachen.

Durch die Nutzung von wasserkühlbaren LED-Leuchten wird auch die Abwärme dieser Leuchten für die Temperierung der Mikroalgenkultur genutzt, was das Potenzial zur Energieeinsparung deutlich erhöht. Dies erfordert die Entwicklung neuer Komponenten in enger Zusammenarbeit mit den Projektpartnern. Ein Automatisierungskonzept wird erstellt, um die Temperierung von Leuchten und Kulturen an die variablen Wärmeströme anzupassen.

Das Forschungsvorhaben wird von einem interdisziplinären Team durchgeführt, das Hochschulpartner wie die TU Berlin, die TU Dresden und verschiedene Unternehmen einschließt. Diese Partner decken die gesamte Prozesskette ab und arbeiten gemeinsam an Innovationen im Rahmen von NewFood-Systems.

tions to continuous production processes for algae biomass.

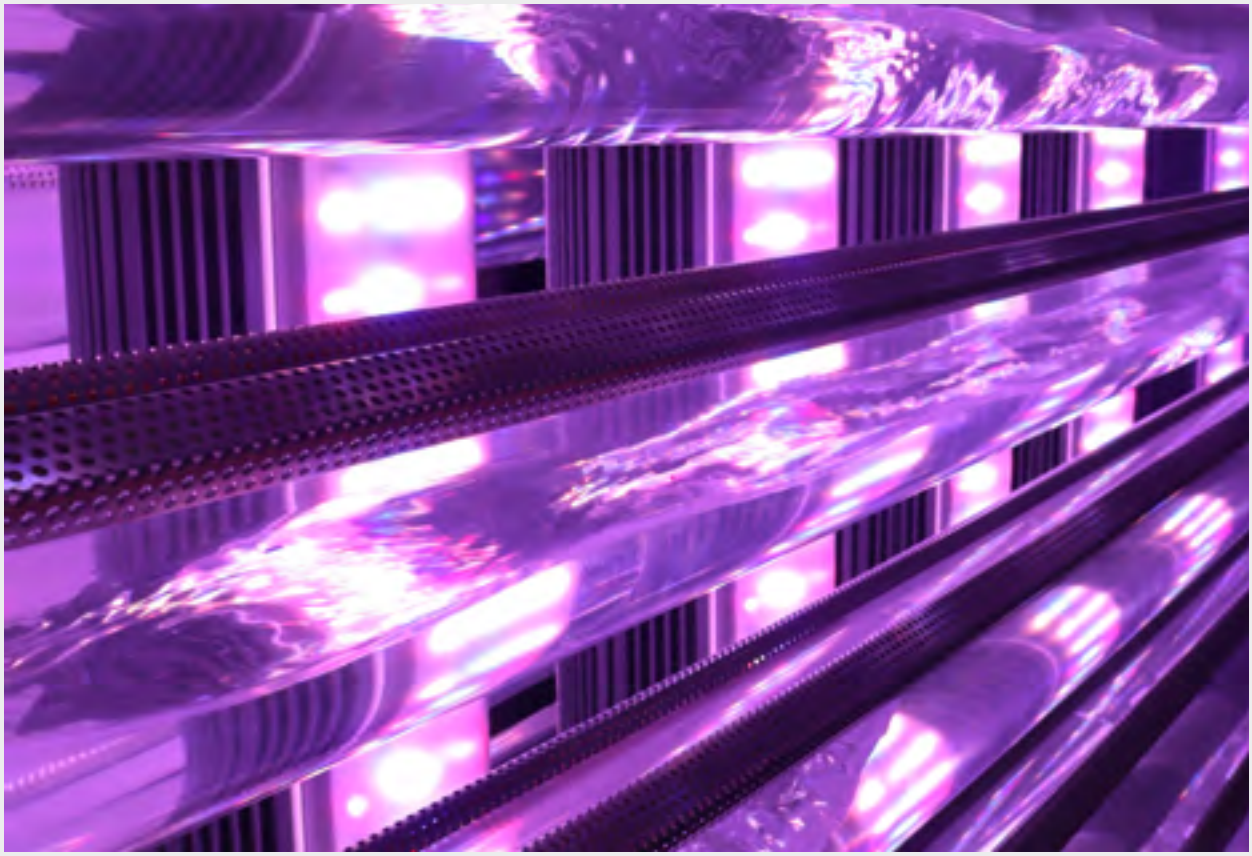
Artificial lighting is a basic requirement for the cultivation of microalgae in closed rooms. Controlled exposure and constant climatic conditions enable consistent and controllable product quality.

DH Licht GmbH is directly involved in researching the effects of artificial lighting on microalgae production and the composition of biomass. The study examines how light intensity and light spectrum affect the biosynthesis of pigments and the protein content of the microalgae. A screening platform is used to cultivate microalgae under different lighting conditions.

An intelligent exposure control system from the DH Licht LED-LE series (LED-LE) is used to adjust the light intensity and light spectrum of the spectrally controllable LED lights in real time and to monitor algae growth.

By using water-coolable LED lights, the waste heat from these lights is also used to control the temperature of the microalgae culture, which significantly increases the potential for energy savings. This requires the development of new components in close collaboration with the project partners. An automation concept is created to adapt the temperature control of lights and cultures to the variable heat flows.

The research project is carried out by an interdisciplinary team that includes university partners such as the TU Berlin, the TU Dresden and various companies. These partners cover the entire process chain and work together on innovations within NewFoodSystems.



GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

NewFoodSystems
Neue Lebensmittelsysteme

Dr. Felix Krujatz[1], Richard Bleisch1, Alexander Rudolph[2], Prof. Dr. Cornelia Rauh[2], Dr. Rayk Hassert[3], Jim Thorpe[4], Nicole Thorpe[4], Dr. Claudia Siemer[5], Marc Schmidt[5], Dr. Dominick Cholewa[6], Dr. Viktor Klassen[6], Dr. Oliver S. Dörr[7], Jens Wedel[8], Gunnar Mühlstädt[9]
[1] TU Dresden, [2] TU Berlin, [3] Bruker Optik GmbH , [4] Experior Micro Tech GmbH, [5] Elea Technology GmbH, [6] Algenium GmbH, [7] DH Licht GmbH, [8] endori food GmbH & Co. KG, [9] PUEVIT GmbH

LED vs Hochdruck-entladungs-Leuchten

LED vs high-pressure discharge-luminaires

Finalist des Deutschen Nachhaltigkeitspreises Design 2021
Foto: DNP/Frank Fendler

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. 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)**. Auch ein Einsatz von UV-Licht ist möglich, um gezielte pflanzenphysiologische Prozesse zu untersuchen **UV-LED-Leuchten (ab S.36)**.

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. 40)** eingesetzt. Für botanische Gärten, Forschungsgewächshäuser sowie für die Pflanzenindustrie eignet sich unsere **MGR-Serie (ab S. 42),** die einen hohen IP-Schutz von 65 aufweist und vielseitig einsetzbar ist.

Für den Einsatz von UV-Licht bieten wir verschiedene leistungsstarke Entladungs-Leuchten an **(ab S. 44)**.

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)***. 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 shelfing systems ***LED-MID (from p. 34)*** for the growing vertical farming market. t is also possible to use UV light to investigate specific plant physiological processes ***UV-LED-luminaires (from p. 36)***.

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. 40)*** are still used. Our ***MGR series (from p. 42)*** is suitable for botanical gardens, research greenhouses and the plant industry. It has a high IP protection of 65 and is very versatile.

We offer various powerful discharge-luminaires for the use of UV light ***(from p. 44)***.

Unser Nachhaltigkeits-versprechen

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.

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.

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-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. 800 µmol/s. Die LED-KE 300 lässt sich dank Amplitudendimmung von 100 % – 1 % Leistung flackerfrei dimmen. Bei der LED-KE Serie kann das Vorschalt- und Leuchtengehäuse miteinander verbunden oder separat voneinander montiert werden.

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. 800 µmol/s. The LED-KE 300 can be dimmed flicker-free thanks to amplitude dimming of 100% -1% output. With the LED-KE series, the ballast and luminaire housing can be connected or mounted separately.

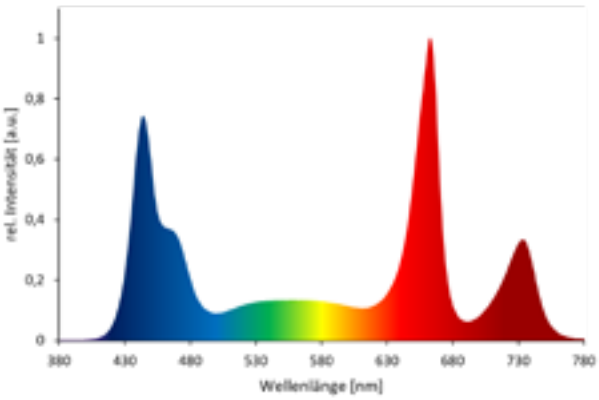
286 W

800 µmol/s

DALI

4 Lichtkanäle / *4 light channels*

Bauteile austauschbar / *interchangeable components*



Technische Daten / ***technical data****	**LED-KE 300**
Leistung / *power [W]*	286
Spannung / *voltage*	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / *photon flux [µmol/s]*	800
Schutzart / *protection class*	IP65
Lichtspektrum / *light spectrum*	BB, R, FR, W
Lichtkanäle / *light channels*	4
Gewicht / *weight [kg]*	11,9
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, 7

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / *these values are subject to technical changes*
** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 48 / *all details of the accessory hooks are on page 48*
Die Leuchten unterliegen dem Design- und Patentschutz / *the luminaires are subject to design and patent protection*

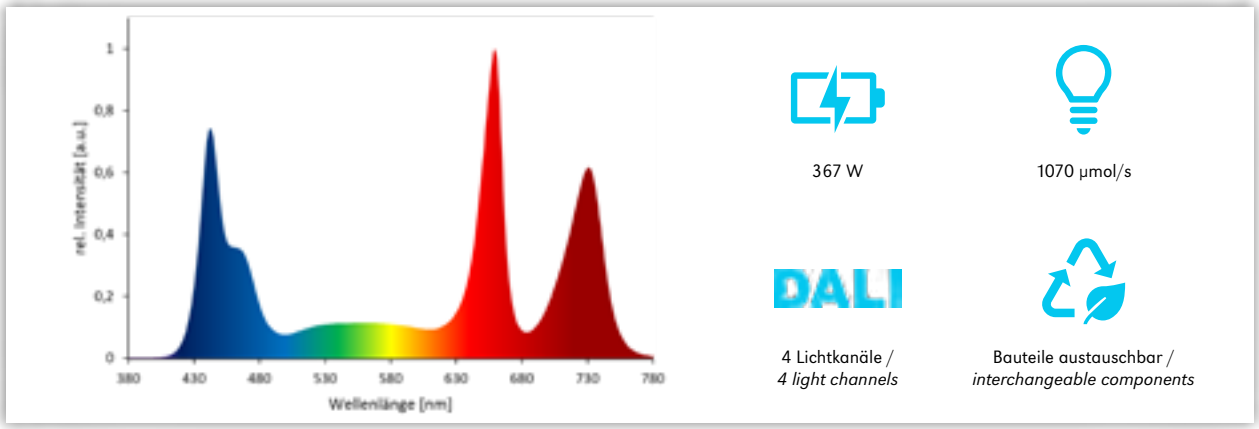
LED-KE 400 THC

LED-Leuchte für die Cannabisproduktion und Saatzucht

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. Aufgrund der spektralen Regelbarkeit ist die Leuchte für alle Wachstumsphasen geeignet. Die LED-KE 400 THC hat eine Anschlussleistung von 367 Watt und emittiert 1070 µmol/s. Aufgrund des hohen Gehalts an dunkelrotem Licht, ist die Leuchte auch für Saatzuchtbetriebe gut geeinget.

LED-luminaire for cannabis production and seed breeding industry

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). Due to the spectral controllability, the luminaire is suitable for all growth phases. The LED-KE 400 THC has a connected load of 367 watts and emits 1070 µmol/s. Due to the high content of far-red light, the luminaire is well suited for seed breeding industry.



Technische Daten / *technical data**	**LED-KE 400 THC**
Leistung / *power [W]*	367
Spannung / *voltage*	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / *photon flux [µmol/s]*	1070
Schutzart / *protection class*	IP65
Lichtspektrum / *light spectrum*	BB, R, FR, W
Lichtkanäle / *light channels*	4
Gewicht / *weight [kg]*	11,9
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, 7

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / *these values are subject to technical changes*
** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 48 / *all details of the accessory hooks are on page 48*
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. 750 µmol/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. 750 µmol/s. Each light channel can be dimmed flicker-free thanks to amplitude dimming from 100–1 % power.

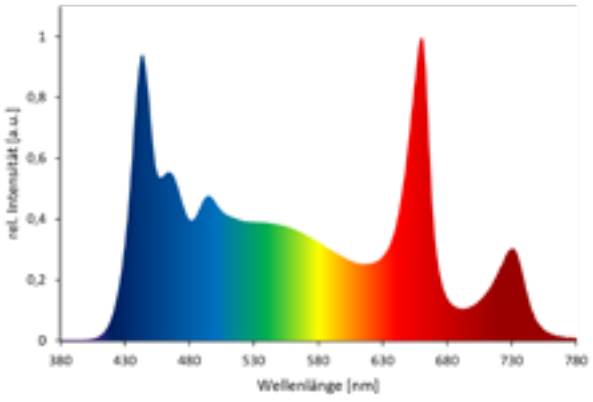
320 W

750 µmol/s

DALI

8 Lichtkanäle /
8 light channels

Bauteile austauschbar /
interchangeable components



Technische Daten / *technical data**	**LED-KE 308**
Leistung / *power [W]*	320
Spannung / *voltage*	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / *photon flux [µmol/s]*	750
Schutzart / *protection class*	IP65
Lichtspektrum / *light spectrum*	Vollspektrum / *Full spectrum*
Lichtkanäle / *light channels*	8
Gewicht / *weight [kg]*	12,7
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, 7

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / *these values are subject to technical changes*
** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 48 / *all details of the accessory hooks are on page 48*
Die Leuchten unterliegen dem Design- und Patentschutz / *the luminaires are subject to design and patent protection*

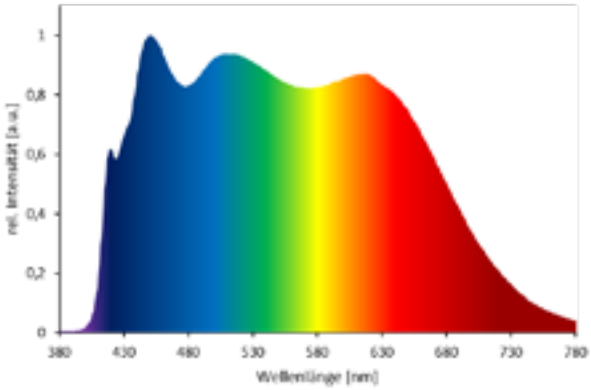
LED-KE 400 VSP

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 Treibertechnologie 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.



360 W

720 µmol/s

DALI

dimmbar / *dimmable*

Bauteile austauschbar / *interchangeable components*

Technische Daten / *technical data**	**LED-KE 400 VSP**
Leistung / *power [W]*	360
Spannung / *voltage*	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / *photon flux [µmol/s]*	720
Schutzart / *protection class*	IP65
Lichtspektrum / *light spectrum*	sonnenähnlich / *sun-like*
Lichtkanäle / *light channels*	4, fixes Lichtspektrum / *non-adjustable light spectrum*
Gewicht / *weight [kg]*	11,9
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, 7

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / *these values are subject to technical changes*
** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 48 / *all details of the accessory hooks are on page 48*
Die Leuchten unterliegen dem Designschutz / *the luminaires are subject to design protection*

LED-LE luftgekühlt / air cooled

Spektral regelbare LED-Leuchte für Mehrlagenkultursysteme

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 patented LED-LE lighting system 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.

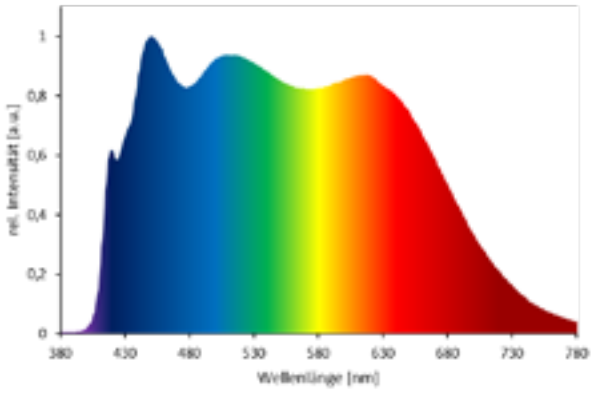
bis zu / *up to* 200 W

luftgekühlt / *air cooled*

DALI

bis zu 4 Lichtkanäle / *up to 4 light channels*

Bauteile austauschbar / *interchangeable components*



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 [µmol/s]*	bis zu 590 / *up to 590*
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 48 / *all details of the accessory hooks are on page 48*
Die Leuchten unterliegen dem Design- und Patentschutz / *the luminaires are subject to design and patent protection*

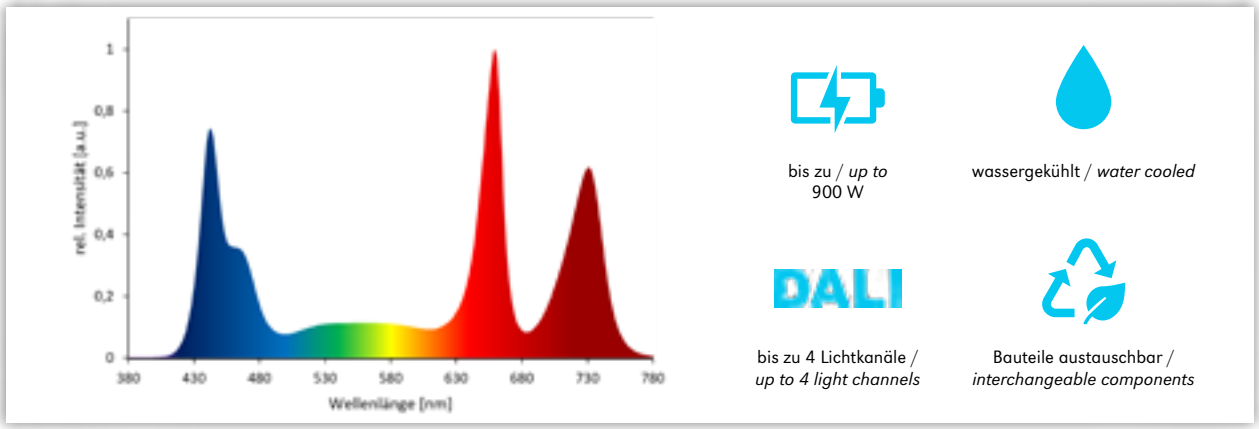
LED-LE wassergekühlt / water cooled

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 bis zu 2675 µmol/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 up to 2675 µmol/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**	**LED-LE wassergekühlt / *water cooled***
Leistung / *power [W]*	bis zu 900 / *up to 900*
Spannung / *voltage*	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / *photon flux [µmol/s]*	bis zu 2675 / *up to 2675*
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 48 / *all details of the accessory hooks are on page 48*
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.

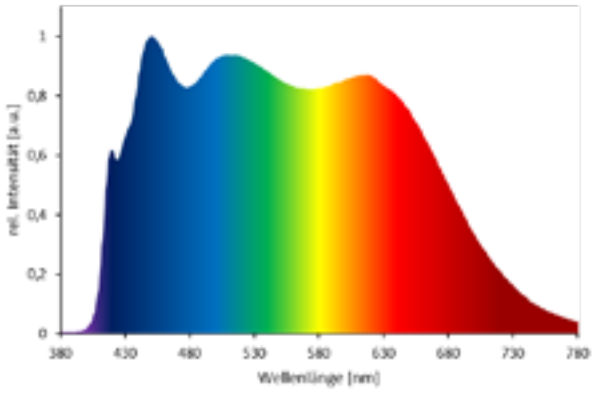
bis zu / *up to*
117 W

bis zu / *up to*
203 µmol/s

DALI

dimmbar /
dimmable

Bauteile austauschbar /
interchangeable components



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, 8	ZUB Haken 1-3, 5, 8	ZUB Haken 1-3, 5, 8
Zubehör / *accessory*	Stecker / *plug connector* 10514	Stecker / *plug connector* 10514	Stecker / *plug connector* 10514

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / *these values are subject to technical changes*
** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 48 / *all details of the accessory hooks are on page 48*
Die Leuchten unterliegen dem Designschutz / *the luminaires are subject to design protection*

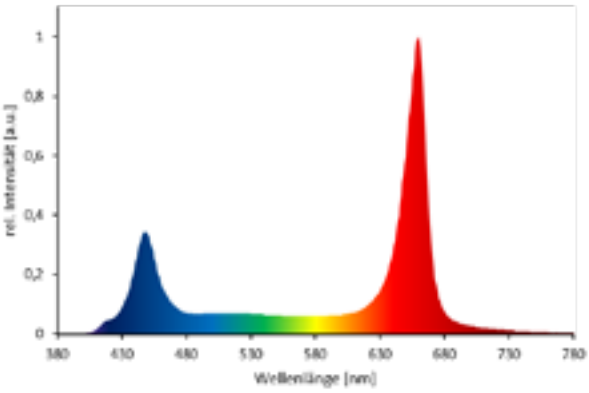
LED-MID RBW

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 µmol/J. Das Spektrum eignet sich insbesondere für den kommerziellen Anbau von Salaten, Kräutern und Microgreens im Bereich des vertikalen Anbaus (Mehrlagenkultursysteme). 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 µmol/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%.



bis zu / *up to* 95 W

bis zu / *up to* 264 µmol/s

dimmbar / *dimmable*

Bauteile austauschbar / *interchangeable components*

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 [µmol/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, 8	ZUB Haken 1-3, 5, 8	ZUB Haken 1-3, 5, 8
Zubehör / *accessory*	Stecker / *plug connector* 10514	Stecker / *plug connector* 10514	Stecker / *plug connector* 10514

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / *these values are subject to technical changes*
** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 48 / *all details of the accessory hooks are on page 48*
Die Leuchten unterliegen dem Designschutz / *the luminaires are subject to design protection*

LED-KE 100 UVA

Leistungsstarke UV-A-LED-Leuchte

Ultraviolettes (UV) Licht hat einen großen Einfluss auf pflanzenphysiologische Prozesse. Die LED-KE 100 UVA enthält einen leistungsstarken UV-A Lichtkanal und ist für Gewächshausanwendungen oder begehbare Klimakammern entwickelt worden. Sie kann mit vielen Leuchten-Systemen kombiniert werden, um ein breites Lichtspektrum zu erzeugen. Die Leuchte erzeugt UV-A Licht mit einer Anschlussleistung von 120 W mit 170 µmol/s.

Powerful UV-A-LED-luminaire

Ultraviolet (UV) light has a great influence on plant physiological processes. The LED-KE 100 UV contains a powerful UV-A light channel and was developed for greenhouse applications or walk-in climate chambers. The LED-KE 100 UVA can be combined with many lighting systems to generate a broad spectrum of light. The luminaire produces 170 µmol/s. UV-A light with a connected load of 120 W.

120 W

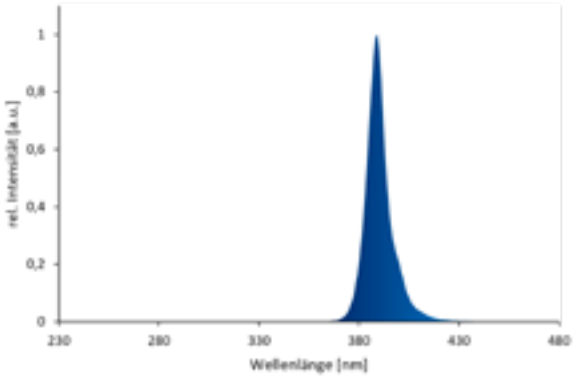
UV

170 µmol/s

DALI

dimmbar / *dimmable*

Bauteile austauschbar / *interchangeable components*



Technische Daten / *technical data**	**LED-KE 100 UVA**
Leistung / *power [W]*	120
Spannung / *voltage*	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / *photon flux [µmol/s]*	170
Schutzart / *protection class*	IP65
Lichtspektrum / *light spectrum*	UV-A
Lichtkanäle / *light channels*	1
Gewicht / *weight [kg]*	11,2
Maße L x B x H / *dimensions x w x h [mm]*	330 x 298 x 115, 330 x 115 x 125
Zubehörhaken / *accessory hooks***	ZUB Haken 1, 3, 5, 7

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / *these values are subject to technical changes*
** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 48 / *all details of the accessory hooks are on page 48*
Die Leuchten unterliegen dem Design- und Patentschutz / *the luminaires are subject to design and patent protection*

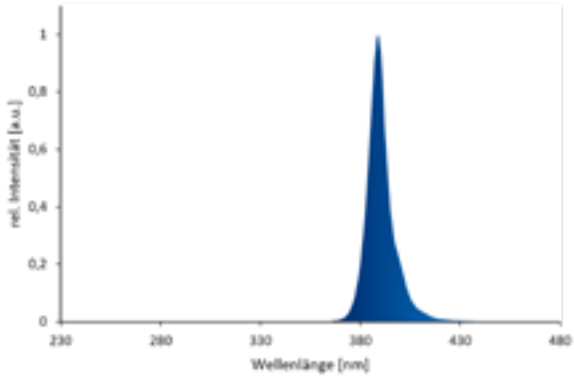
LED-MID UV-A

Flexible LED-Leuchte mit UV-A-Licht

Durch UV-Applikationen kann der Gehalt von pflanzlich sekundären Inhaltstoffen gesteigert und Phytopathogene reduziert werden. Mit der LED-MID UVA können solche Prozesse erforscht und der abiotische Strahlungsstress simuliert werden. Das LED-MID System kann zusammen mit unseren anderen Leuchten im Gewächshaus oder in der Klimakammer kombiniert werden und ist in verschiedenen Längen und Leistungsklassen erhältlich.

Flexible LED luminaire with UV-A light

UV applications can increase the content of secondary metabolites and reduce the impact phytopathogens. With the LED-MID UVA, such processes can be researched, and the abiotic radiation stress can be simulated. The LED-MID UVA system can be combined with our other lights in the greenhouse or in the climate chamber and is available in different lengths and performance classes.



bis zu / *up to* 35 W

UV

bis zu / *up to* 45 µmol/s

DALI

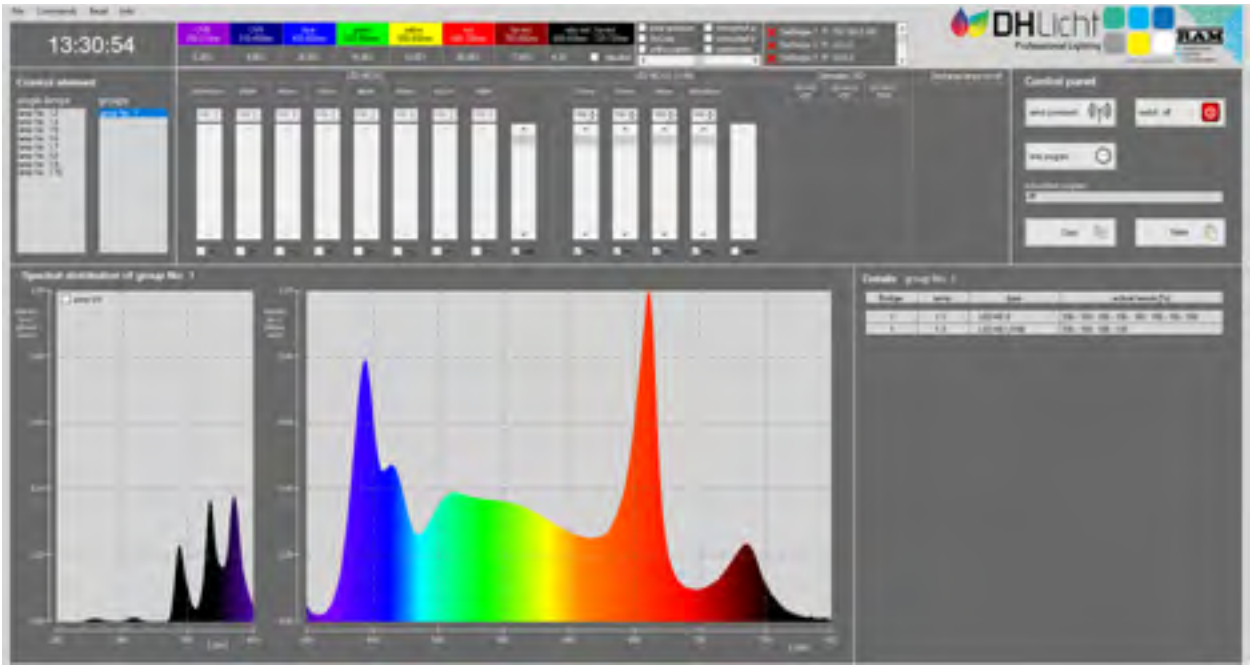
dimmbar / *dimmable*

Bauteile austauschbar / *interchangeable components*

Technische Daten / *technical data**	**LED-MID 600-UVA-SET**	**LED-MID 900-UVA**	**LED-MID 1200-UVA**
Leistung / *power [W]*	3x10	25	35
Spannung / *voltage*	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / *photon flux [µmol/s]*	3x15	30	45
Schutzart / *protection class*	IP65	IP65	IP65
Lichtspektrum / *light spectrum*	UV-A	UV-A	UV-A
Gewicht / *weight [kg]*	3x 1,3	2,3	3,1
Maße L x B x H / *dimensions l x w x h [mm]*	3x 450 x 85 x 70	770 x 85 x 70	1070 x 85 x 70
Zubehörhaken / *accessory hooks***	ZUB Haken 1-3, 5, 8	ZUB Haken 1-3, 5, 8	ZUB Haken 1-3, 5, 8
Zubehör / *accessory*	Stecker / *plug connector* 10514	Stecker / *plug connector* 10514	Stecker / *plug connector* 10514

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / *these values are subject to technical changes*
** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 48 / *all details of the accessory hooks are on page 48*
Die Leuchten unterliegen dem Design- und Patentschutz / *the luminaires are subject to design and patent protection*

VisuSpectrum



Vielseitige Software zur spektralen Regelung und Steuerung von LED-Leuchten

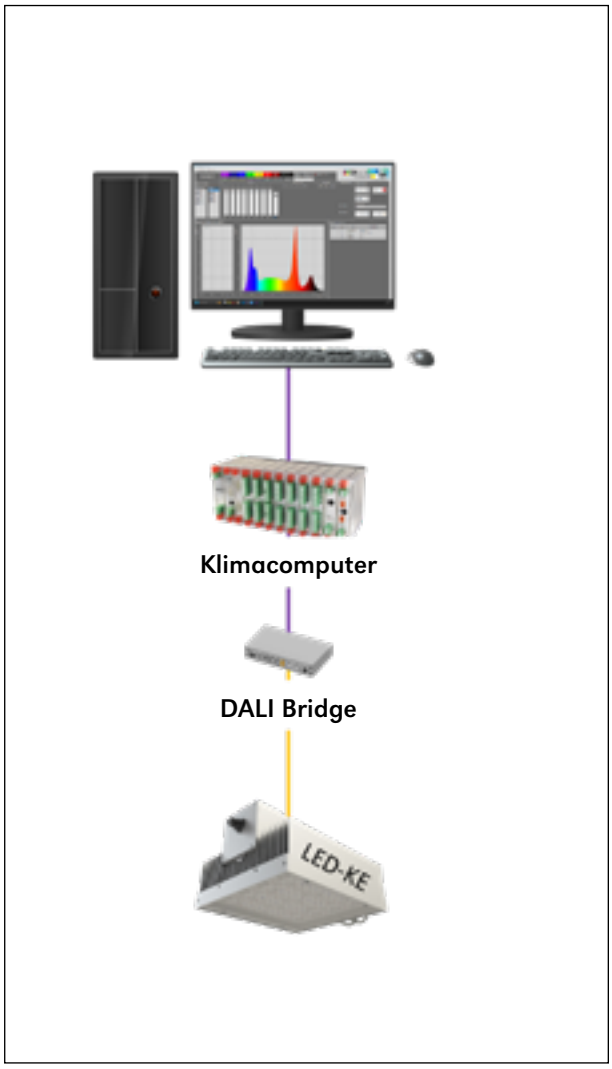
Die LED-VisuSpectrum Software, entwickelt in Zusammenarbeit mit RAM, bietet mit einer modernen Oberfläche die Möglichkeit der Einstellung eines individuellen Spektrums mit der für die Pflanzenentwicklung relevanten Photonenstrahlung. Die Software wurde speziell für die Leuchten LED-KE und LED-LE entwickelt 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 Hochdruckentladungs-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.

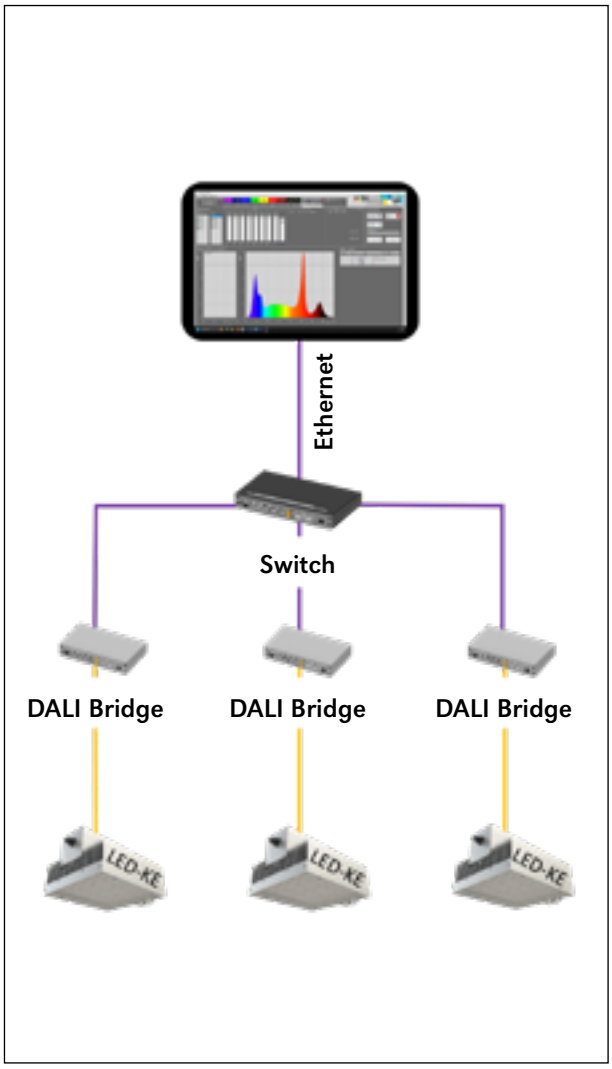
Der Anwender ist in der Lage, jede der angegebenen Wellenlängen, auf 1 % bis 100 % Leistung einzustellen. VisuSpectrum bietet die Möglichkeit, Leuchten einzeln oder in Gruppen zusammenzufassen und verschiedene Zeitprogramme mit unterschiedlichen Spektren zu speichern, die automatisch abgerufen werden. Zum Betreiben der Software ist ein handelsüblicher PC, ein Laptop oder ein RAM-Klimacomputer erforderlich. Um Software und Leuchten verbinden zu können, wird die DALI-Control-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 Licht 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 DALI-Control-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. Die Anzahl an steuerbaren Leuchten pro DALI Bridge richtet sich nach den entsprechenden Leuchtentypen bzw. der Anzahl an steuerbaren Lichtkanälen. Über die Anzahl an DALI Bridges und Softwarelizenzen lässt sich das System beliebig erweitern.

The illustration on this page shows a diagram for integrating our spectrally controllable and dimmable LED-luminaires. In addition to our VisuSpectrum software, the control can also conntrolled via a DALI-capable climate computer. The number of controllable luminaires per DALI Bridge depends on the corresponding light types or the number of controllable light channels. The system can be expanded as required by increasing the number of DALI bridges and software licenses.

Technische Daten / *technical data**	**VisuSpectrum Lite**	**VisuSpectrum Basis**	**VisuSpectrum Pro**
Steuerbare Lichtkanäle */controllable light channels*	4	8	12
Steuerung von Entladungs-Leuchten */ control of discharge-luminaires*	nein */ no*	nein */ no*	ja */ 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
Einstellungen speichern */ save settings*	nein */ no*	nein */ no*	ja */ yes*
Lizenz */ licence*	VisuSpectrum Lite Liz	VisuSpectrum Basis Liz	VisuSpectrum Pro Liz

Hardware	
DALI-Control-Bridge	bis zu 256 DALI-Adressen */ up to DALI addresses*

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

SON-K 400

Traditionelle Entladungs-Leuchte 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 Leuchtmittel ausgestattet.

Traditional discharge-luminaire for horticultural industry

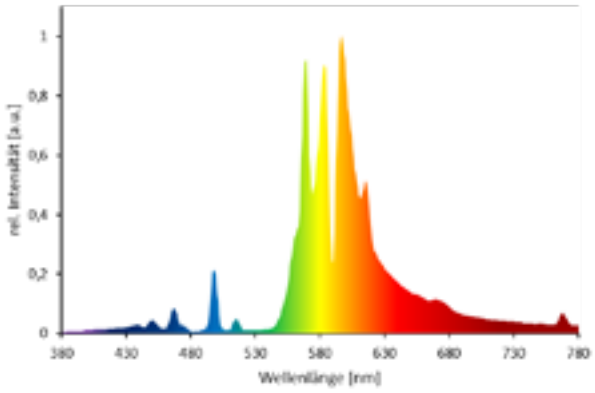
For many applications, conventional high-pressure sodium discharge-luminaires (HPS) are still the most economical assimilation luminaires. The SON-K 400 is a plant growing luminaire made of extruded aluminum with protection class IP23, excellent mechanical strength and high corrosion resistance. The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

465 W

725 µmol/s

für alle Kulturen geeignet / *suitable for all crops*

einfache Montage / *easy installation*



Technische Daten / *technical data**	**SON-K 400**
Leistung / *power [W]*	465
Spannung / *voltage*	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / *photon flux [µmol/s]*	725
Schutzart / *protection class*	IP23
Lichtspektrum / *light spectrum*	HPS
Gewicht / *weight [kg]*	10,0
Maße L x B x H / *dimensions l x w x h [mm]*	400 x 330 x 200
Leuchtmittel / *lamp*	SOD Agro 400
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 48 / *all details of the accessory hooks are on page 48*

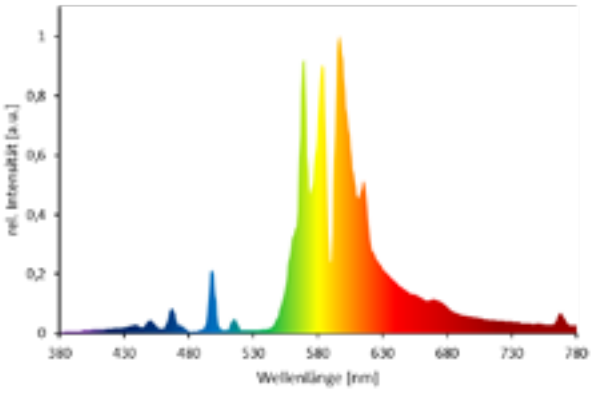
SON-K 600

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 ausgestattet, das Licht mit einer Leistung von 600 W emittiert. Die SON-K 600 wird mit 230 V betrieben.

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 lamp, which emits light with a power of 600 W. The SON-K 600 is operated with 230 V.



665 W

1.100 µmol/s

für alle Kulturen geeignet / *suitable for all crops*

einfache Montage / *easy installation*

Technische Daten / *technical data**	**SON-K 600**
Leistung / *power [W]*	665
Spannung / *voltage*	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / *photon flux [µmol/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
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 48 / *all details of the accessory hooks are on page 48*

MGR-K 400-CHD

Hochwertige Entladungs-Leuchte 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 Saatzuchtbetriebe. Das Vorschalt- und Leuchtengehäuse kann miteinander verbunden oder separat voneinander montiert werden. Bei der MGR-K 400-CHD ist das Leuchtmittel CHD Agro 400 enthalten, dass ein sonnenähnliches Lichtspektrum emittiert.

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

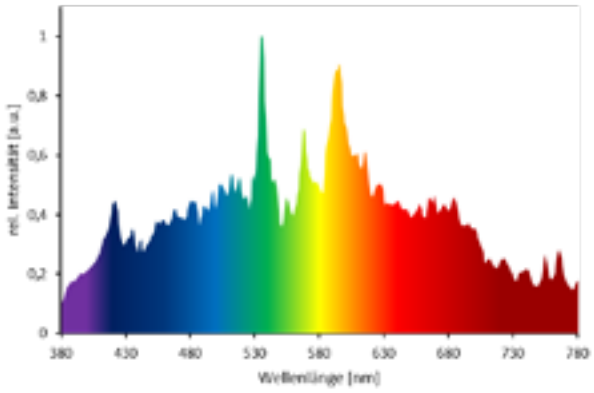
The discharge-luminaire series MGR stands for the highest quality in terms of operational safety and durability with a protection class of IP65. The luminaire is made of die-cast and extruded aluminum and meets the technical requirements for research greenhouses, botanical gardens or seed breeding companies. Ballast and luminaire housing can be connected or mounted separately from one another. The MGR-K 400-CHD contains the CHD Agro 400 lamp, which emits a sun-like light spectrum.

465 W

665 µmol/s

sonnenähnlich / *sun-like*

einfache Montage / *easy installation*



Technische Daten / *technical data**	**MGR-K 400-CHD**
Leistung / *power [W]*	465
Spannung / *voltage*	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / *photon flux [µmol/s]*	665
Schutzart / *protection class*	IP65
Lichtspektrum / *light spectrum*	sonnenähnlich /sun-like
Gewicht / *weight [kg]*	14,3
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*	CHD Agro 400
Zubehörhaken / *accessory hooks***	ZUB Haken 1, 3, 4, 5

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / *these values are subject to technical changes*
** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 48 / *all details of the accessory hooks are on page 48*
Die Leuchten unterliegen dem Designschutz / *the luminaires are subject to design protection*

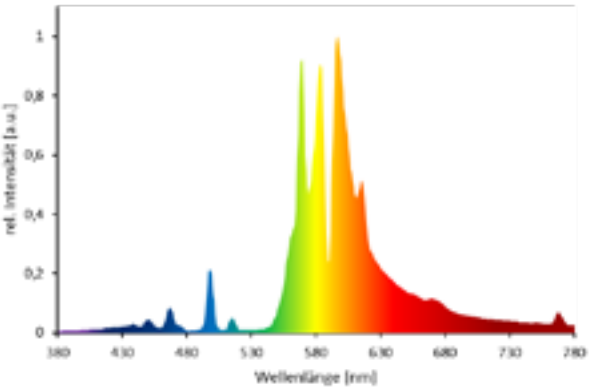
MGR-K 400-SOD

Modernste Entladungs-Leuchte mit klassischem Leuchtmittel

Die MGR-K 400-SOD enthält eine traditionelle Natriumdampf- Hochdruckentladungs-Lampe (SOD Agro 400). Im Vergleich zu anderen Natriumdampf-Hochdruckentladungs-Lampen emittiert das SOD Agro Leuchtmittel einen höheren Blaulichtanteil, der die Pflanzenqualität verbessert. Die MGR-K 400-SOD ist insbesondere für Saatzuchtbetriebe geeignet, die Leuchten mit einem IP65 Schutz benötigen, aber nicht auf den hohen Anteil an infrarotem Licht verzichten möchten.

State-of-the-art discharge-luminaire with traditional lamp

The MGR-K 400-SOD contains a traditional high-pressure sodium discharge-lamps (SOD Agro 400). Compared to other sodium vapor high-pressure discharge lamps, the SOD Agro lamp emits a higher proportion of blue light, which improves plant quality. The MGR-K 400-SOD is particularly suitable for seed breeding operations that require lights with IP65 including a high proportion of infrared radiation.



465 W

725 µmol/s

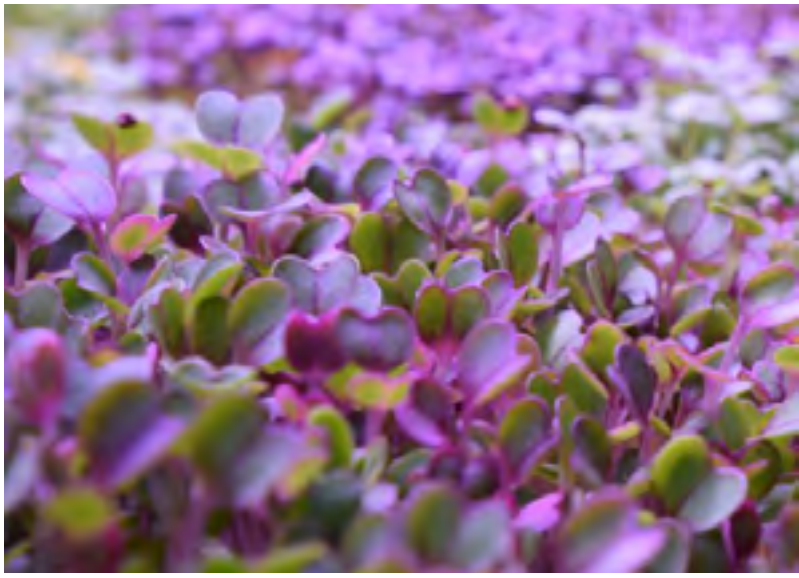
für alle Kulturen geeignet / *suitable for all crops*

einfache Montage / *easy installation*

Technische Daten / *technical data**	**MGR-K 400-SOD**
Leistung / *power [W]*	465
Spannung / *voltage*	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / *photon flux [µmol/s]*	725
Schutzart / *protection class*	IP65
Lichtspektrum / *light spectrum*	HPS
Gewicht / *weight [kg]*	14,3
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*	SOD Agro 400
Zubehörhaken / *accessory hooks***	ZUB Haken 1, 3, 4, 5

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / *these values are subject to technical changes*
** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 48 / *all details of the accessory hooks are on page 48*
Die Leuchten unterliegen dem Designschutz / *the luminaires are subject to design protection*

UVB-E 236



Flexible UV-B-Entladungs-Leuchte

Die UVB-E 236 erzeugt UV-B Licht mit einer Wellenlänge von ca. 310-315 nm. Sie ist vorzugsweise für den Forschungsbereich geeignet und für den Einsatz in abgeschirmten, geschlossenen Räumen konzipiert worden. Die UVB-E 236 besteht aus einem qualitativ hochwertigen Aluminium-Strangpress-Gehäuse mit einer Schutzart von IP23.

Flexible UV-B-discharge-luminaire

The UVB-E 236 generates UV-B light with a wavelength from about 310- 315 nm. It is particularly suitable for research and is designed for indoor usage. The UVB-E 236 consists of a high-quality extruded aluminum housing with an IP protection class of IP23.

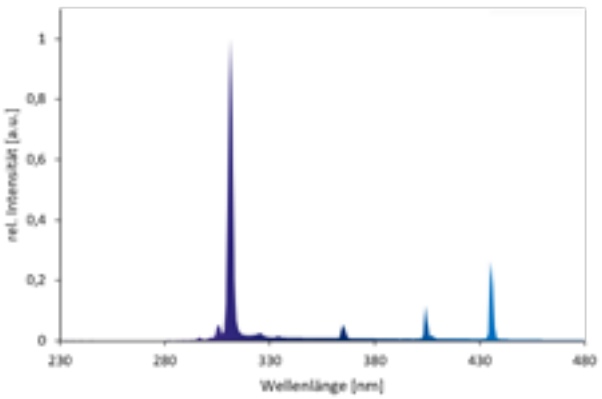
90 W

24 µmol/s

UV

UV-B

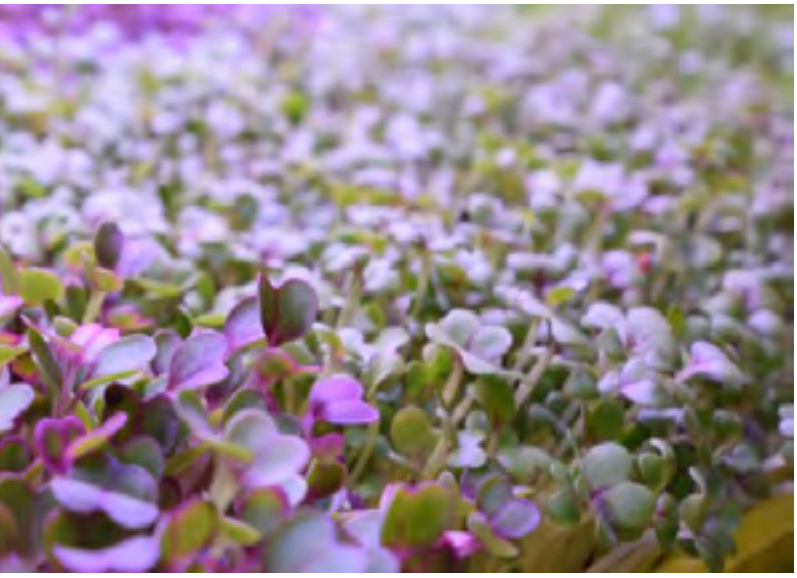
einfache Montage / *easy installation*



Technische Daten / *technical data**	**UVB-E 236**
Leistung / *power [W]*	90
Spannung / *voltage*	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / *photon flux [µmol/s]*	24
Schutzart / *protection class*	IP23
Lichtspektrum / *light spectrum*	UV-B
Gewicht / *weight [kg]*	2,8
Maße L x B x H / *dimensions l x w x h [mm]*	1070 x 85 x 70
Leuchtmittel / *lamp*	UVB 36 TC-L
Zubehörhaken / *accessory hooks***	ZUB Haken 1-3, 5, 8

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / *these values are subject to technical changes*
** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 48 / *all details of the accessory hooks are on page 48*
Die Leuchten unterliegen dem Designschutz / *the luminaires are subject to design protection*

MGR-K UV & MGR-E UV

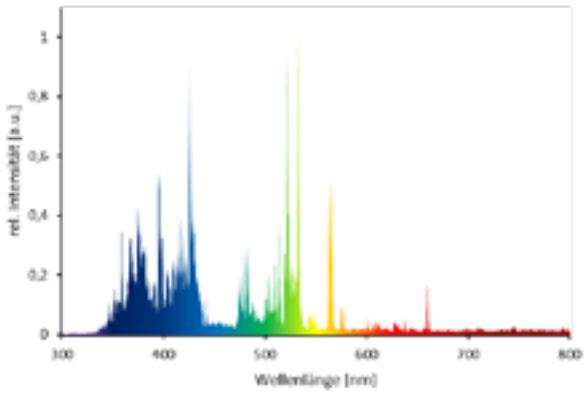


Leistungsstarke UV-A-Entladungs-Leuchte

Mit der MGR-K 400-UV ist es möglich UV-A Licht zu erzeugen. Das enthaltene Leuchtmittel emittiert auch einen gewissen Anteil in dem sichtbaren Lichtbereich. Mit einer Leistung von 400 Watt, betrieben an einem konventionellem Vorschaltgerät, ist dieses Leuchtmittel für intensive oder großflächige Bestrahlung optimal geeignet. Die MGR-E 424-UV-DI erzeugt UV-A Strahlung im Wellenlängenbereich von 315-400 nm. Die Leuchte ist zwischen 1-100 % Leistung an einer DALI-Schnittstelle dimmbar.

Powerful UV-A-discharge-luminaire

With the MGR-K 400-UV it is possible to generate UV-A light. The included lamp also emits a certain proportion in the visible light range. With an output of 400 watts, operated on a conventional ballast, this lamp is ideally suited for intensive or large-area irradiation. The MGR-E 424-UV-DI generates UV-A radiation in the wavelength range of 315-400 nm. The luminaire can be dimmed between 1-100% power by a DALI interface.



bis / *up to* 465 W

bis / *up to* 250 µmol/s

UV

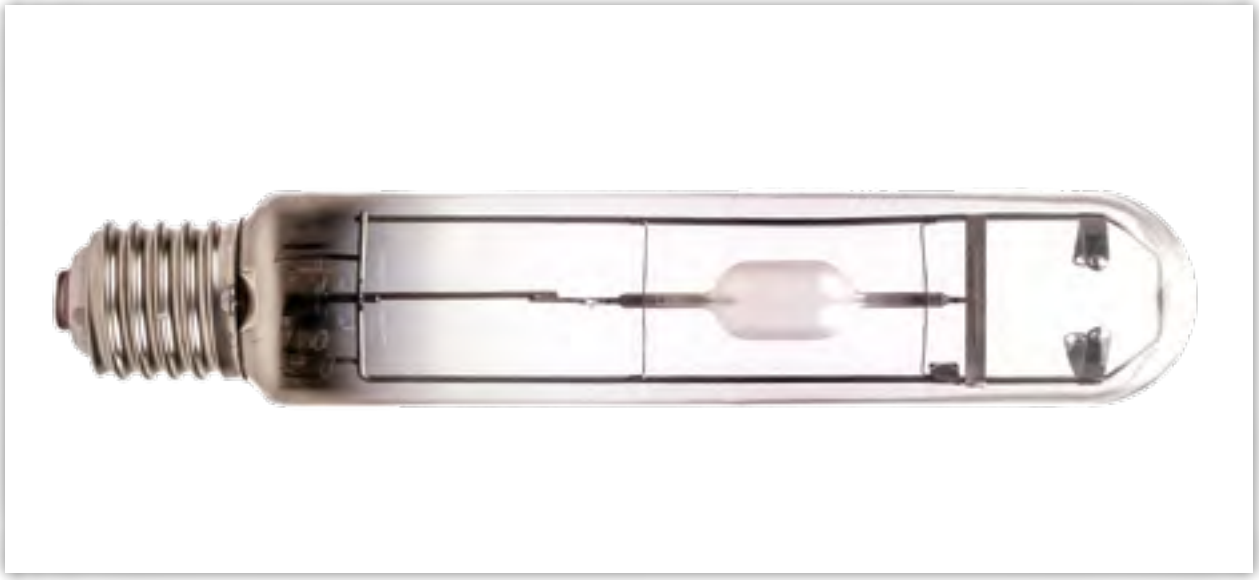
UV-A

einfache Montage / *easy installation*

Technische Daten / *technical data**	**MGR-K 400-UV**	**MGR-E 424-UV-DI**
Leistung / *power [W]*	465	120
Spannung / *voltage*	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz
Photonenfluss / *photon flux [µmol/s]*	250	64
Schutzart / *protection class*	IP65	IP65
Lichtspektrum / *light spectrum*	UV-A	UV-A, dimmbar
Gewicht / *weight (kg)*	14,3	6,0
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
Leuchtmittel / *lamp*	UVA 400 QM1	4 x UVA 24 TC-L
Zubehörhaken / *accessory hooks***	ZUB Haken 1, 3, 4, 5	ZUB Haken 1, 3, 4, 5

* genannte Werte vorbehaltlich technischer Änderungen / *these values are subject to technical changes*
** sämtliche Details der Zubehörhaken befinden sich auf der Seite 48 / *all details of the accessory hooks are on page 48*
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-Hochdruckentladungs-Lampen 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. 42)**.

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

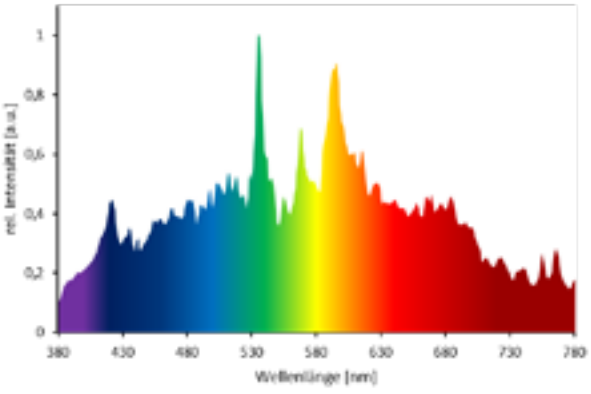
*Ceramic-metal halide discharge-lamps generate a continuous sun-like light spectrum that is close to daylight with a CRI (Color Rendering Index) of up to 96. Due to the high color rendering, the colors appear natural and assessments can easily be carried out under the light. The CHD Agro 400 is the most 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. 42)**.*

400 W

665 µmol/s

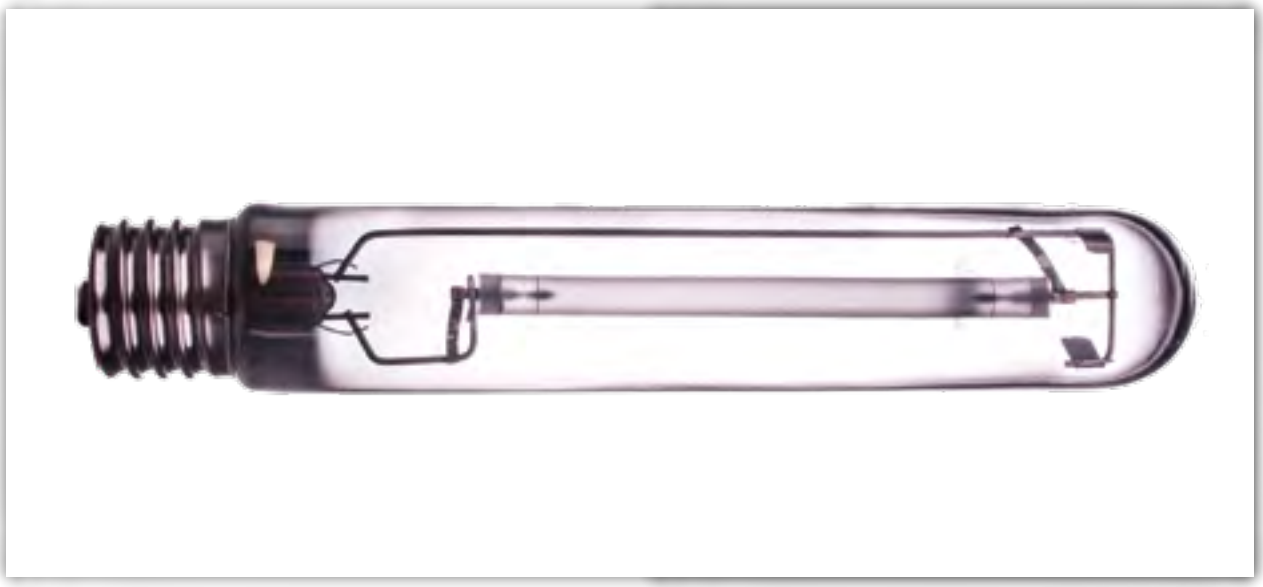
sonnenähnlich / *sun-like*

einfache Montage / *easy installation*



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

SOD Agro

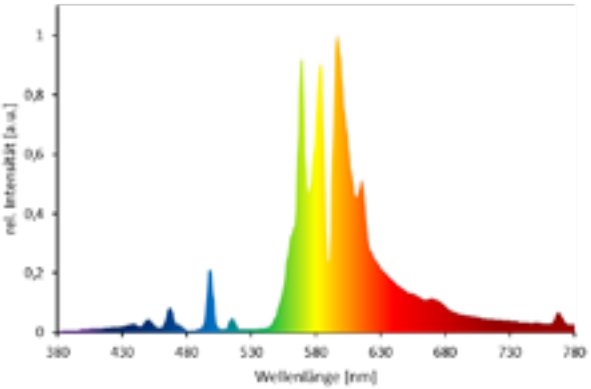


Traditionelles Leuchtmittel für die kommerzielle Pflanzenproduktion

Die SOD Agro Leuchtmittel sind traditionelle Natriumdampf-Hochdruckentladungs-Lampen, die in der SON-K **(ab S. 40)** und MGR-K 400-SOD **(S. 43)** 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. 40)*** *and MGR-K 400-SOD* **(p. 43)**. *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.*



bis zu / *up to* 600 W

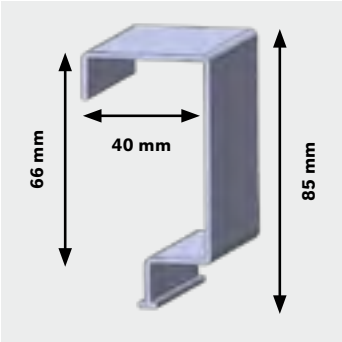
bis zu / *up to* 1.150 µmol/s

für alle Kulturen geeignet / *suitable for all crops*

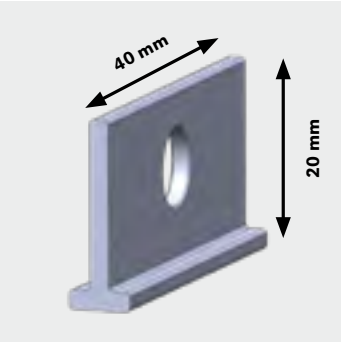
einfache Montage / *easy installation*

Artikel-Nr. *art.-no.*	**Leistung [W]** *power [W]*	**Lichtstrom [lm]** *luminous flux [lm]*	**Photonenfluss [µmol/s]** *photon flux [µmol/s]*	**Lichtfarbe [K]** *light colour [K]*	**Lebensdauer [h]** *life time [h]*	**Sockel** *holder*
SOD Agro 400-230	400	56.500	725	2.000	12.000	E40
SOD Agro 600-230	600	90.000	1.100	2.000	12.000	E40
SOD Agro 600-400	600	92.000	1.150	2.000	12.000	E40

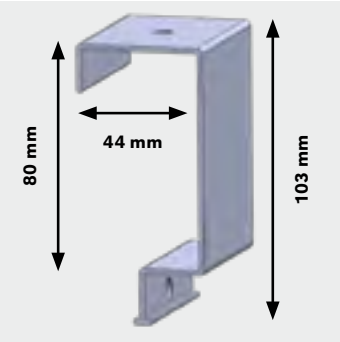
Haken *Hooks*



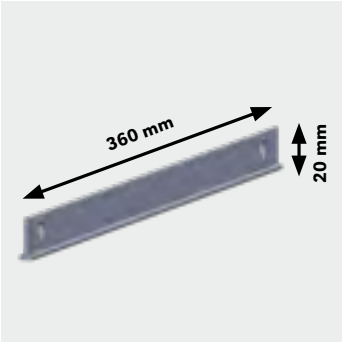
ZUB Haken 1 / ***ACC hook 1***



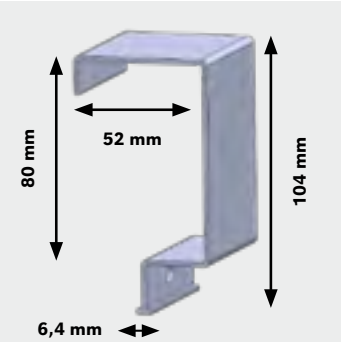
ZUB Haken 2 / ***ACC hook 2***



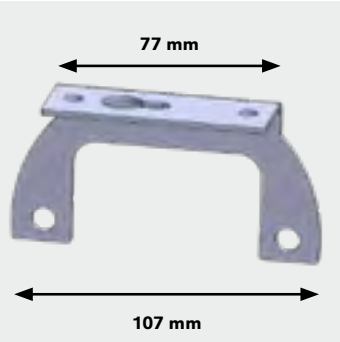
ZUB Haken 3 / ***ACC hook 3***



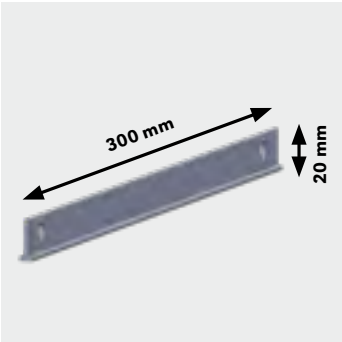
ZUB Haken 4 / ***ACC hook 4***



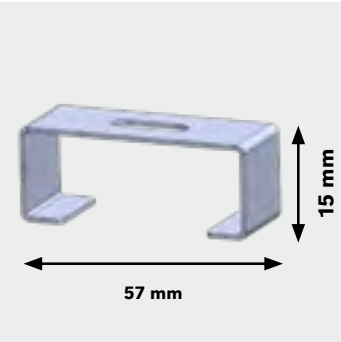
ZUB Haken 5 / ***ACC hook 5***



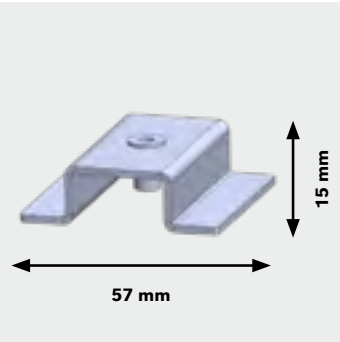
ZUB Haken 6 / ***ACC hook 6***



ZUB Haken 7 / ***ACC hook 7***



ZUB Haken 8 / ***ACC hook 8***



ZUB 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 und 7) 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 and 7) 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, UVB-E 236
ZUB Haken 2 / *ACC hook 2*	Haken für Kettenaufhängung mittels S-Haken / *Aluminium hook for chain suspension*	LED-MID, UVB-E 236
ZUB Haken 3 / *ACC hook 3*	Haken für Hiltischiene / *Aluminium hook for profile rail with 44 mm or chain*	LED-KE, LED-MID, MGR, UVB-E 236
ZUB Haken 4 / *ACC hook 4*	Haken für Kettenaufhängung mittels S-Haken, Länge 360 mm / *Aluminium hook for chain suspension, length 360 mm*	MGR
ZUB Haken 5 / *ACC hook 5*	Haken für Profilschiene / *Aluminium hook for profile rail*	LED-KE, LED-MID, MGR, UVB-E 236
ZUB Haken 6 / *ACC hook 6*	Montagewinkel zur direkten Regalmontage / *Mounting bracket for direct shelf moun*	LED-LE
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
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, UVB-E 236
ZUB Haken SON-K / *ACC hook SON-K*	Haken zur Kettenmontage / *Aluminium hook for chain suspension*	SON-K

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

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

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

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.

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.

Hochwertige Materialien
Alle Bauteile kommen aus Deutschland oder benachbarten europäischen Ländern. Wir setzen nur die hochwertigsten Materialien ein.

High-quality materials
All components come from Germany or neighboring European countries. We only use the highest quality materials.

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

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.

Verbesserte Pflanzenqualität
Mit den spektralregelbaren DH Licht LED-Leuchten kann die innere und äußere Pflanzenqualität gezielt beeinflusst werden.

improved plant quality
With our spectrally adjustable LED-luminaires, the internal and external plant quality can be specifically influenced.

Hohe Effizienz
Die LED-Leuchten von DH Licht emittieren Licht mit einer sehr hohen Effizienz. Im Vergleich zu klassischen Hochdruckentladungs-Leuchten oder Leuchtstofflampen kann deutlich mehr Licht mit gleicher Anschlussleistung erzeugt werden.

high efficiency
The LED-luminaires from DH Licht emit light with a very high efficiency. Compared to classic high-pressure sodium discharge-luminaires or fluorescent lamps, significantly more light can be generated with the same connected load.

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

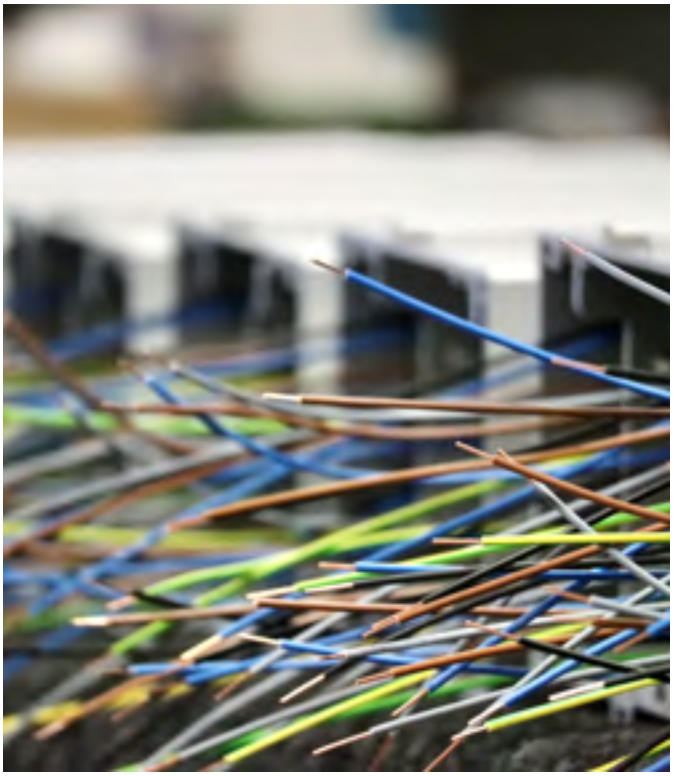
high protection class
Due to the high protection class, all DH Licht luminaires can be used in a wide variety of conditions.

Regelbarkeit
Alle LED-Leuchten lassen sich über DALI steuern. Eine Integration am Klimacomputer kann problemlos erfolgen, um so die Lichtintensität in Abhängigkeit zur Außenstrahlung anzupassen. Eine spektrale Regelung ist mit vielen Produkten möglich.

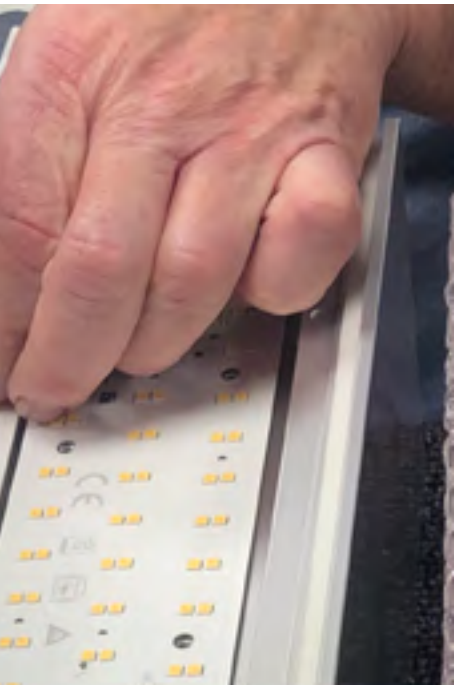
controllability
All LED- luminaires can be controlled via DALI. They can be easily integrated into the climate computer in order to adjust the light intensity depending on the outside radiation. Spectral control is possible with many products.

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

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



DHLicht



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

www.dhlicht.de

© 2024