FUTURELED

VERTICO SEMINAR

INHALTSVERZEICHNIS

4 **FUTURELED GmbH**
Professional Lighting Solutions made in Berlin

6 **Sonnenlichtspektrum**
Wir stellen unser LED-Spektrum der nächsten Generation vor!

8 **Optimale Lichtsummen**
Die tägliche Lichtsumme als Leitwert für eine optimierte Pflanzenproduktion

12 **Jungpflanzenanzucht**
Wie die Lichtsumme die Anzucht von Jungpflanzen beeinflusst!

16 **Zierpflanzen-Produktion**
Das effektivste Assimilationslicht

20 **Kräuter-Produktion**
Wachstum und Aroma fördern

24 **Microgreen-Produktion**
Termingerechte Produktion mit dem richtigen Licht

24 **Sonderkulturen**
Wenn Licht zum kritischen Faktor wird!

28 **DLI-Tabelle**
Einleitungstext zur Tabelle

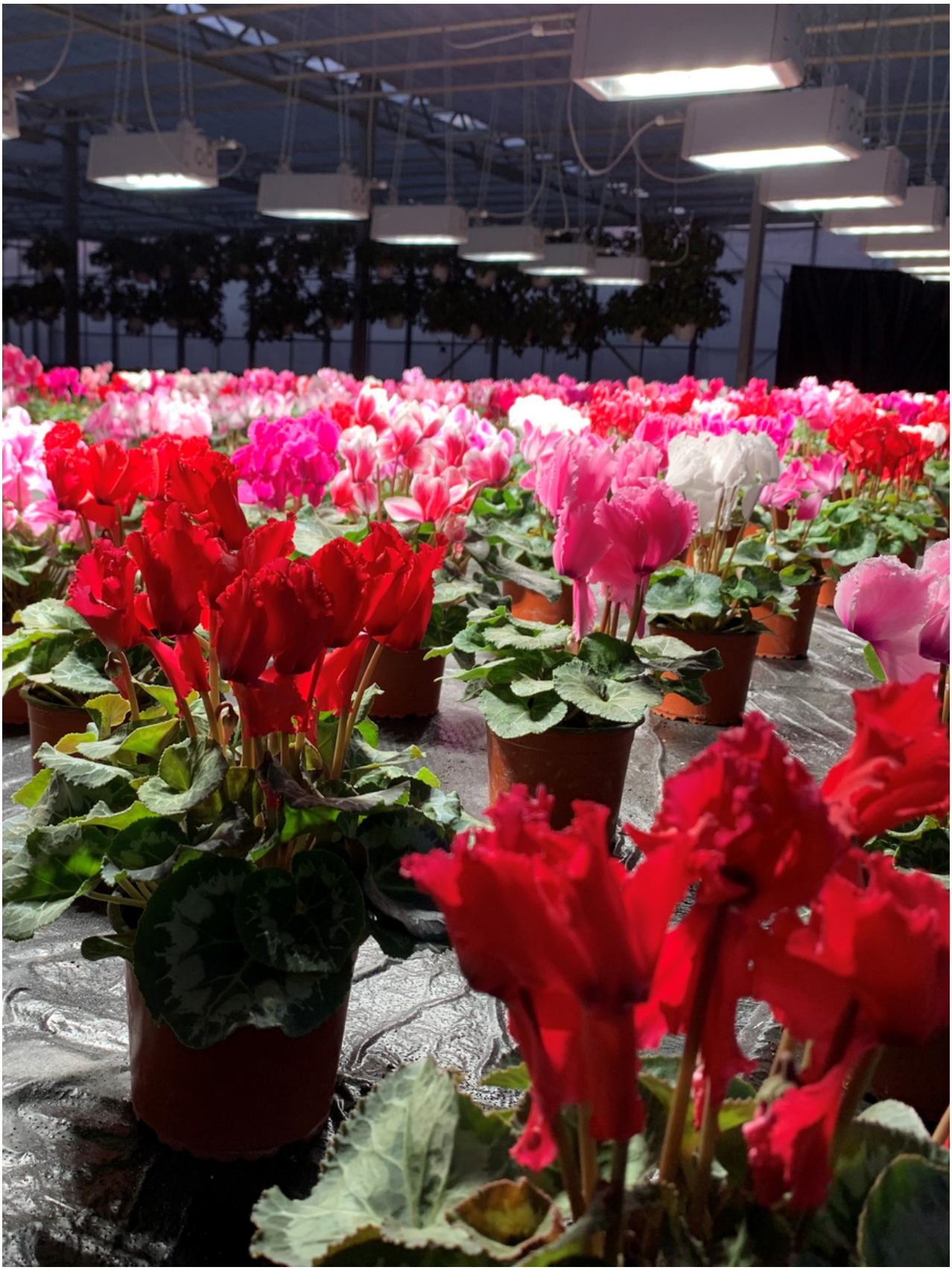
28 **Prozesshelligkeit**
Die richtige Prozesshelligkeit finden und erhalten

32 **Homogenität und Intensität**

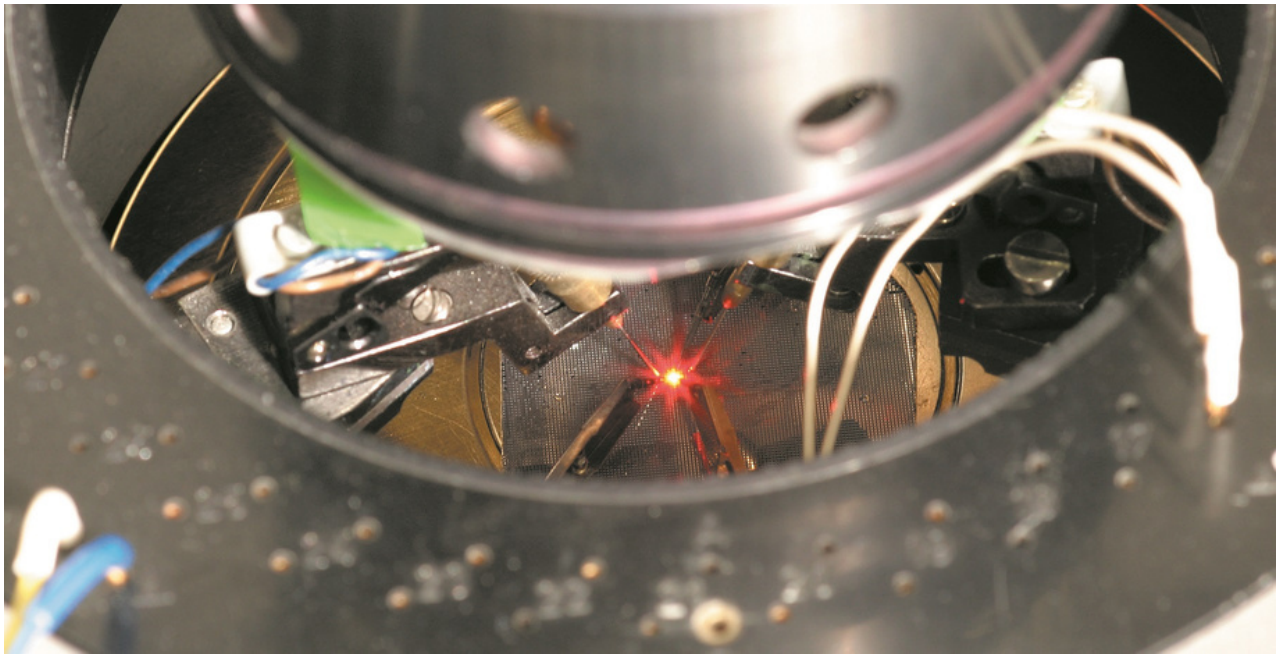
34 **Investitionsrendite**
430 W P1 Grow Light vs. HPS 1000 W Light

38 **Investitionsrendite**
430 W P1 Grow Light vs. HPS 1000 W Light

gefördert durch:
EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
eip-agri



Zierpflanzenanbau unter LED-Systemen der FUTURELED hier am Beispiel *Begonia*.



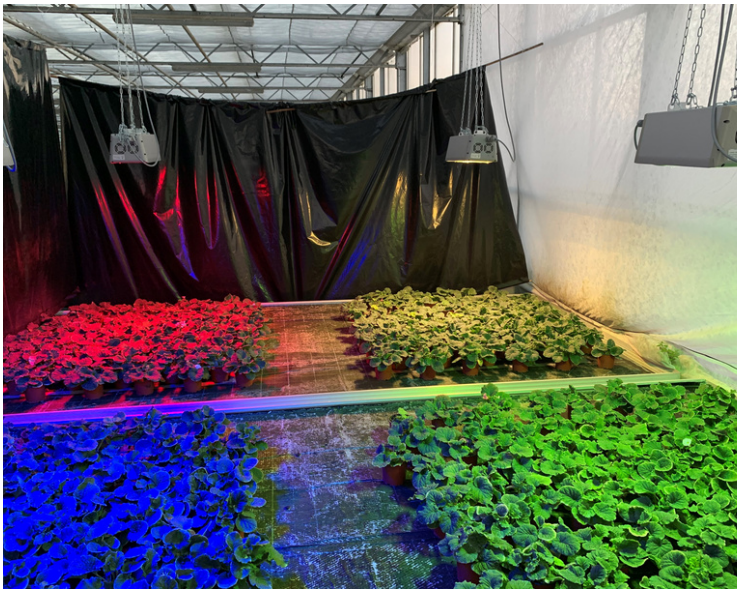
PROFESSIONAL LIGHTING SOLUTIONS

FUTURELED ist ein führender LED- und Systemlösungshersteller mit 30-jähriger technischer Expertise in den Bereichen Spezial-LEDs, Farbwandler-LEDs und LED-basierter Lösungen für verschiedene Märkte und Anwendungen. Umfassendes Knowhow in Design, Betrieb, Montage und Lebensdauer machen FUTURELED zum richtigen Partner für High-End-LED und kundenspezifische LED-Lösungen. FUTURELED bringt dieses Knowhow seit über 10 Jahren in seine verschiedenen Produkte ein. FUTURELED hat ein fundiertes Wissen vom Prototypen bis zum vollständigen Anlagenbau im Bereich des Gartenbaus aufgebaut.

Egal, ob Sie Ihren Tag oder Ihre Saison verlängern, FUTURELED hat die Produkte mit der Kraft, Energieeffizienz und Haltbarkeit, um von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang oder sogar nachts zu wachsen. Produzieren Sie das ganze Jahr über ohne Ausnahme. Perfekte Lösungen für alle Anwendungen, ob in Gewächshäusern oder in Hochregal-Innenanlagen. Von Kräutern bis hin zu Zierpflanzen das richtige Spektrum und die richtige Intensität.

GEWÄCHSHAUS/VERTICAL FARMING

Den besonderen Ansprüchen des Gartenbaus werden die Produkte der FUTURELED in besonderem Maße gerecht. Energieeffizienz und Haltbarkeit sind in der Assimilationsbeleuchtung neben dem richtigen Spektrum und einem durchdachten Lichtplan die wichtigsten Eigenschaften. FUTURELED fertigt die gesamte Belichtungsanlage selbst und kann so sehr flexibel auf Kundenwünsche eingehen.



ARZNEI- UND AROMAPFLANZEN

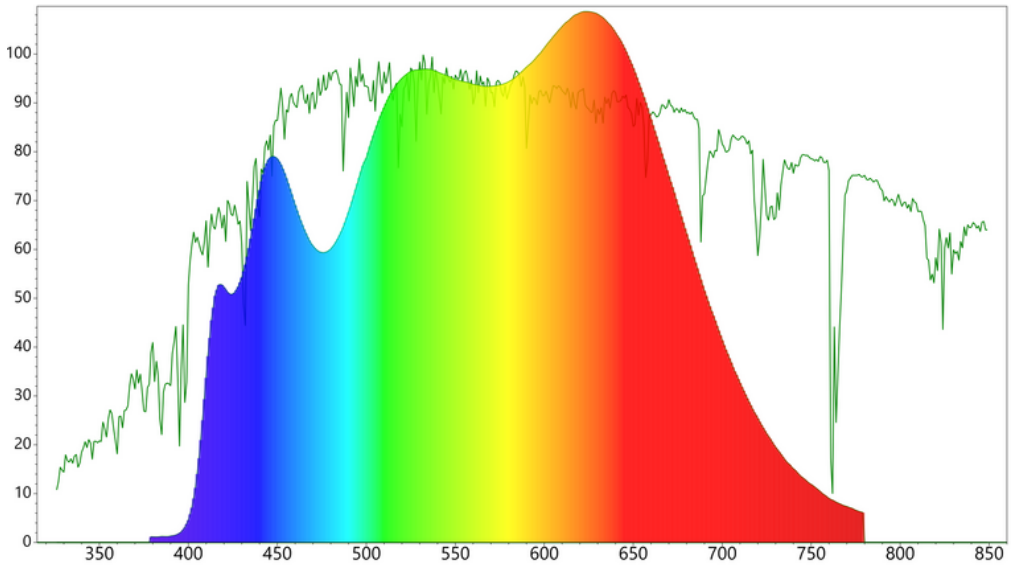
Der Anbau von Arzneipflanzen erfordert eine ausgezeichnete Homogenität und hohe Intensitäten. Eine hervorragende Homogenität, ein tiefes Eindringen in den Bestand und die richtige spektrale Zusammensetzung des Lichts sind Schlüsselfaktoren für die erfolgreiche Kultivierung von Arznei- und Aromapflanzen.

FORSCHUNG

Ob im Gewächshaus, in der Klimakammer oder auf dem Feld - ob universitäre oder betriebsinterne Forschung - ob Züchtungs- oder Vermehrungsbetrieb FUTURELED hat die LED-Lösungen für Ihre wissenschaftlichen Fragestellungen. spektralsteuerbare LED-Systeme, spezifische Wellenlängen von UV bis IR oder hohe Intensitäten - untersuchen Sie die für Sie entscheidenden Faktoren, wir realisieren die perfekte Umsetzung.

SONNENLICHTSPEKTRUM

Wir stellen unser LED-Spektrum der nächsten Generation vor!

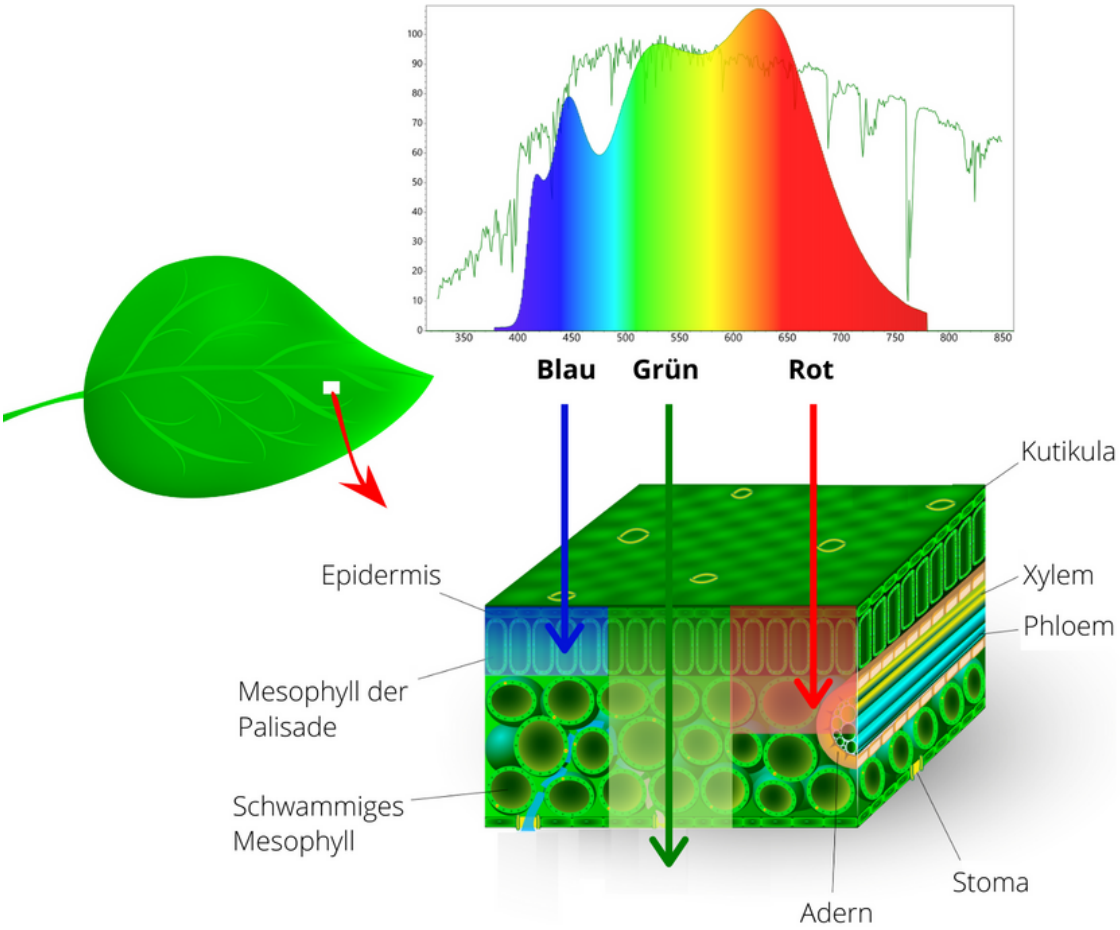


- **Bis zu 150% höhere Wachstumsrate**
- **Bis zu 30 cm tiefere Eindringtiefe des Lichts**
- **Kompaktes Pflanzenwachstum**
- **Stark verbesserte Ausfärbung**

Sonnenlicht stellt die beste Grundlage für pflanzliches Wachstum dar. Bisher wurde der Gartenbau durch Verwendung von HPS Lampen in seiner Leistungsfähigkeit eingeschränkt. Mit der Apollo Serie ändert sich dies nun, denn neben dem Einsparpotential, dass auf die Verwendung von LED zurückzuführen ist, liegt nun erstmals ein ideales Spektrum vor, dass dem, des Sonnenlichts, entspricht. Dies führt zu einem stressfreien Umschalten auf Assimilationsbeleuchtung und einem konstant fortgesetzten Wachstum. An Sonnenlicht sind alle Pflanzen adaptiert, so dass mit der Apollo Serie alle Pflanzen kultiviert werden können, von Jungpflanzen über Gemüsepflanzen und Zierpflanzen bis hin zu Sonderkulturen. Lassen Sie sich von der Überlegenheit des Sonnenlichtspektrums der Apollo Serie überzeugen.

PHOTONENWIRKUNG

Wirkung des SUNtech-Spektrums – Herstellung natürlicher Lichtbedingungen



Photonen verschiedener Wellenlängen wirken unterschiedlich tief in das pflanzliche Zellgewebe ein. Insbesondere die Wirkung auf den Pflanzenbestand kann durch mono- oder bispektrale Belichtung negativ beeinflusst werden. Optimale Versuchsergebnisse werden durch phytophysiologisch abgestimmte Verhältnismäßigkeiten der eingesetzten Wellenlängen erreicht. Während das SUNtech-Spektrum die Vergleichbarkeit sicherstellt, führt die GND Solutions auch Simulationen durch, die bei der wellenlängenspezifischen Abstimmung von Versuchsspektren anderer Zusammensetzung helfen Fehler zu verursachen. Gerne berät Sie unser Team zu Beratungsleistungen der GND Solutions.

Durch den Einsatz des SUNtech-Spektrums werden natürliche Bedingungen auch unter künstlicher Belichtung erreicht, die neben einer hohen Vergleichbarkeit, eine Verringerung der Prozessveränderungen verursachen. Durch das SUNtech-Spektrum werden hervorragende Ergebnisse von Tag 1 des Einsatzes des Spektrums in der Assimilationsbelichtung erzielt und umfangreiche Versuche und Anpassungen entfallen. Vor allem ist das SUNtech-Spektrum arten- und sortenunspezifisch erfolgreich. Jede Kultur gelingt. Nutzen Sie diese enormen Vorteile für Ihr Unternehmen und Ihre Versuche.

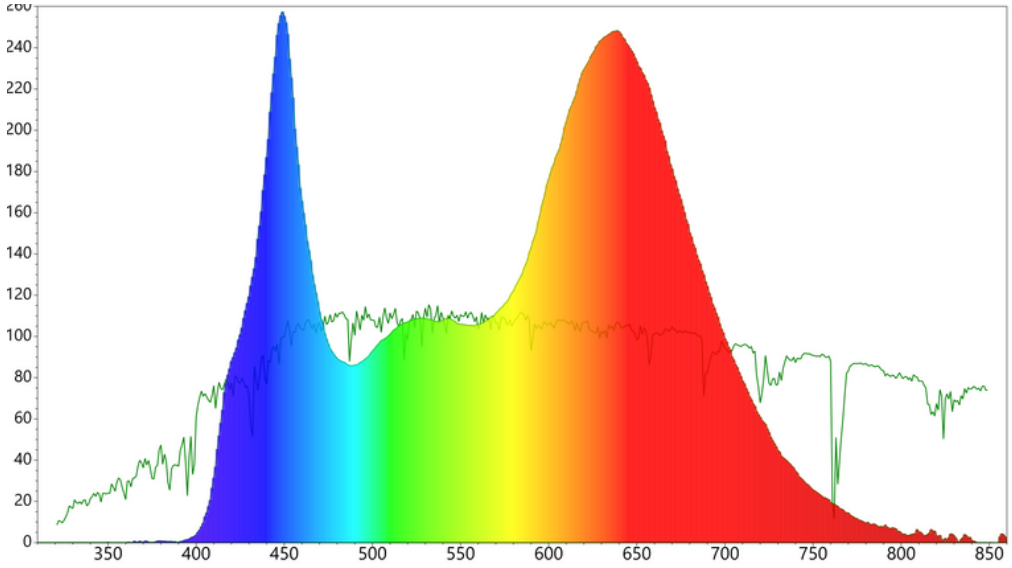
SUNTECH-SPEKTRUM

Vorteile des Einsatzes des SUNtech-Spektrums

- **Perfektes Assimilationslicht** durch Sonnenlichtspektrum
- **Flexibel einsetzbar** für Jungpflanzen, Gemüsepflanzen, Kräuter, Zierpflanzen und Sonderkulturen - Einsetzbar mit jeder Kultur und Sorte
- **Kein Adaptionsstress** führt zu verbessertem Pflanzenwachstum
- **Bessere Pflanzenqualität** - Wissenschaftlich nachweisbar verbessertes Inhaltsstoffprofil und gleichmäßigere Ausfärbung
- **Gesündere Pflanzenbestände**
- **Verbessertes vegetatives Wachstum** - Erhöhte Wachstumsraten
- Gleichermaßen für **Langtag**- und **Kurztag-Pflanzen** einsetzbar
- **Hohe Intensitäten** erlauben auch Kultur von lichtliebenden Pflanzen
- **Dimmbar** und damit an Tageslichtintensität adaptierbar (Optionaler Cloud-Sensor) - Für maximale Flexibilität im Umgang mit Ihren Kulturen
- **Arbeitsschutz** - Stark verbessertes Arbeitslicht, dass ermüdungsfreies Arbeiten erlaubt
- **Nicht Qualitätsverzerrend** - Sortierung und Bonitierung auch unter künstlicher Beleuchtung möglich
- **Flickerfrei** - Führt zu stetigem Pflanzenwachstum und verbesserte Früherkennung von Pathogenen
- **Verringerte Lockwirkung** auf eine Vielzahl von Pathogene
- **Stark verbesserte Wirkung** von Leimtafeln (Gelb- und Blautafeln)
- **Störungsfreier Einsatz von Nützlingen**
- **Verringerter Wärmeeintrag** ins Gewächshaus/Klimakammer bei stark verringertem Verbrauch
- **Vollständig Schirmkompatibel** - keine Probleme mit Energieschirmen, Schattierungen und Verdunkelungen
- Höhere Schutzart als HPS-Systeme mit **IP55**
- **Keine Aufwärmphase** - Direktes Einschalten möglich - Sonnenlicht auf Knopfdruck

SUNTECH PLUS SPEKTREN

Individuelle spektrale Anpassung für gesteigerte Qualität!

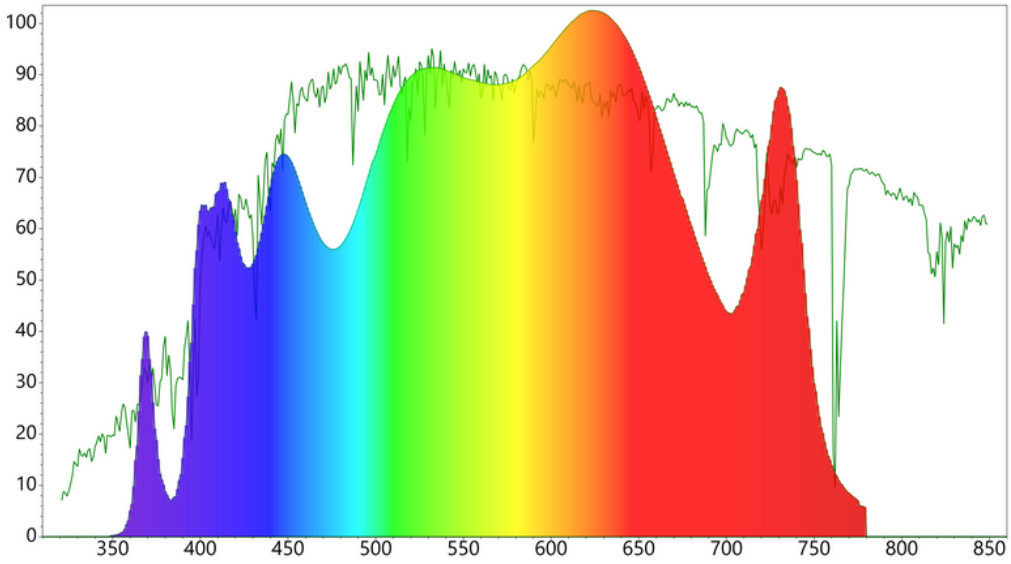


- **Bis zu 150 % höhere Wachstumsrate**
- **Schnellere Ausfärbung**
- **Erhöhtes Blattwachstum**
- **Verbesserte Aromen**

Obwohl das Sonnenlicht mittels SUNtech-Technologie bereits umfangreiche Vorzüge besitzt, kann es aus verschiedenen Gründen von Vorteil sein, dieses zu ergänzen. SUNtech Plus gibt Ihnen diese Möglichkeit. Fördern Sie mittels dunkelroter und NIR-Wellenlängen das Blattwachstum zusätzlich, erzielen Sie eine schnellere Ausfärbung durch Ergänzung im blauen Bereich oder verändern Sie gezielt das Aroma durch Verwendung zusätzlicher UV-Wellenlängen.
Durch Verwendung des SUNtech Plus Spektrums werden Pflanzen durch die gezielte Zugabe von spezifischen Wellenlängen steuerbar. Diese hochspezifische Anwendung erlaubt die gezielte Steigerung der Qualität Ihrer Kulturen.

SUNTECH FULL SPEKTRUM

Standardisiertes Sonnenlichtspektrum für Vergleichbarkeit und Züchtung

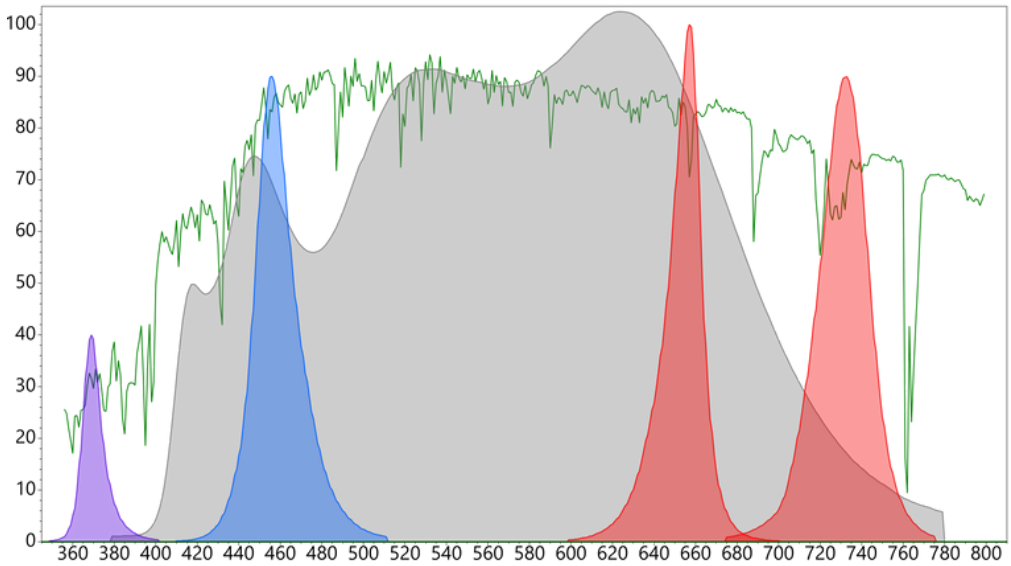


- **Standardisiertes Sonnenlichtspektrum**
- **Vergleichbarkeit über Sorten- und Arten-Grenzen**
- **Präzise Intensitätsregelung**
- **Nach ASTM 1.5G genormt**

Das SUNtech Full Spektrum erlaubt die Nutzung des vollständigen Sonnenlichtspektrums nach ASTM 1.5G und damit die Nutzung eines genormten Spektrums, dass die Vergleichbarkeit der Reaktion von Pflanzenarten weltweit sicherstellt. Auf diese Weise können Vergleiche angestellt werden, die sich ohne weitere Untersuchungen übertragen lassen. Die physiologische und habituelle Reaktion der Pflanzen auf das Licht als wichtigstem Wachstumsfaktor wird auf diese Weise vollständig vergleichbar. Anpassungen können durch die feine Justierung der Lichtintensität vorgenommen werden. In allen Bereichen in denen eine Vielzahl von Individuen, Sorten, Arten und Genotypen verglichen werden müssen, wie bspw. in botanischen Gärten oder auch in züchtenden Unternehmen, die international agieren.

TUNEABLE SPEKTRUM

Das steuerbare Spektrum für Forschung und Wissenschaft

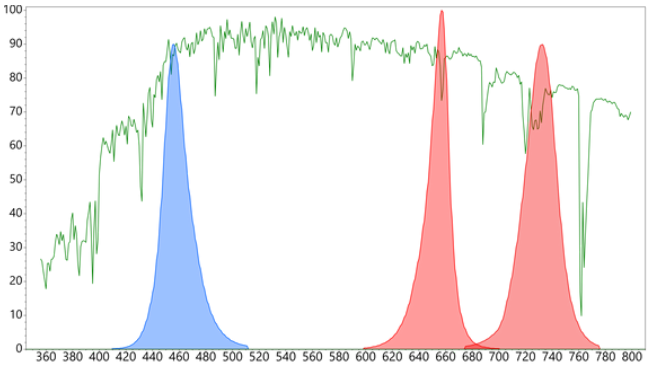


- **Wellenlängenspezifische Steuerung**
- **Von 250 bis 1200 nm Wellenlänge**
- **Feinjustierbar und abstimmbar**
- **Hohe Intensitäten über 1200 µmol/s PPF**

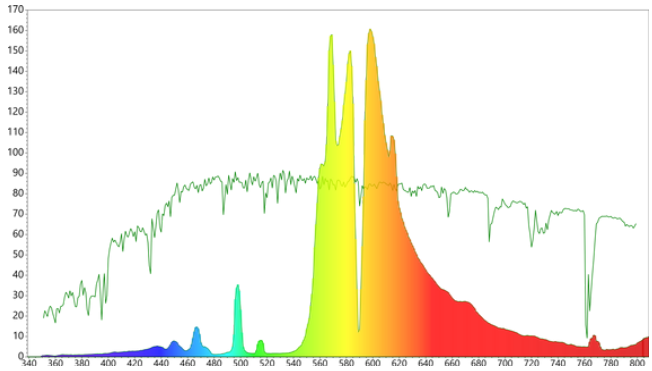
Die Anpassung des LED-Spektrums an Ihre spezifische Kultur oder Ihre Forschungsfragen ist für uns problemlos möglich. Hierdurch erhalten Sie die Möglichkeit die Wellenlängen aus denen Sie Ihr Spektrum erstellen möchten zu definieren und sind dank der PHYTOSPEC Steuerungssoftware in der Lage dieses in seiner Zusammensetzung zu definieren. Durch Anpassung der spektralen Zusammensetzung nach Ihren Wünschen, entsteht das optimale System für Ihre Anwendung oder Forschungsfrage. Dabei wird Ihnen ein Wellenlängenbereich von 250 bis 1200 nm und Intensitäten zwischen 100 und über 2000 µmol/s PPF zur Auswahl eröffnet. Gerne beraten wir zu den Möglichkeiten und technischen Lösungen, die Sie mittels des TUNEable-Spektrums LED-Systemen erhalten.

HYBRID SPEKTRUM

Das LED-Spektrum für die kombinierte Nutzung mit HPS-Lampensystemen



+



- **Einfache, schnelle technische Ergänzung**
- **Effektivität vom ersten Tag**
- **Stark verbesserte Pflanzenqualitäten**
- **Verbessertes, gesünderes Wachstum**

Häufig scheitert die Umstellung auf bessere Spektren und die LED-Technik in produzierenden Betrieben aufgrund einer vollständigen Umrüstung auf LED. Verbesserte Ergebnisse lassen sich auch mit Hybrid-Lösungen erzielen für die ein geringerer Aufwand in der technischen Umrüstung betrieben werden muss. Das HYBRID Spektrum ergänzt das Spektrum der konventionellen HPS um die fehlenden Spektralbereiche, welche ein optimiertes Wachstum ermöglichen. Durch gezielte lichttechnische Vermessung des vorhandenen HPS-Settings erzielen die Lösungen der FUTURELED durch Einsatz des HYBRID Spektrums stark verbesserte Wachstumsergebnisse. Insbesondere im Bereich der Pflanzengesundheit, des qualitativen Aufbaus der Pflanzen und der Neigung zur Ausbildung eines optimaleren Flors lassen sich noch weitere qualitative Vorteile durch den Einsatz des HYBRID Spektrums erzielen.

OPTIMALE LICHTSUMMEN

Die tägliche Lichtsumme als Leitwert für eine optimierte Pflanzenproduktion

Häufig werden gärtnerische Kulturen in Deutschland mit einer nicht ausreichenden Lichtsumme und einem ungeeigneten Lichtspektrum kultiviert. Die Lichtsumme hat aber einen direkten Einfluss auf Keimung, Anwuchsverhalten, Habitus und Blühverhalten der Pflanzen. Werden Bedingungen geschaffen, die auch in den dunkleren Jahreszeiten eine ausreichende Lichtsumme garantieren, werden verbesserte Qualitäten erreicht und durch kompaktere Pflanzen weitere wirtschaftliche Vorteile erreicht.

Der Einsatz optimaler Lichtsummen und des richtigen Spektrums erlaubt die Erzielung konstant verbesserte Qualitäten und Quantitäten

Kompaktere Pflanzen

- Verzicht auf Wachstumsregulatoren
- Geringere Flächenkosten je Pflanze
- Höhere Packdichten (geringere Transportkosten)

Vermeidung von Geiztrieben

- Kein arbeitsaufwendiges Ausbrechen nötig
- Geringere Arbeitskosten je Pflanze

Frühere Blüte und kürzere Kulturdauer

- geringere Flächeninanspruchnahme, geringere Heizkosten usw.

Schnellere/bessere Bewurzelung

- kürzere Bewurzelungsdauer, höhere Jungpflanzenausbeute

Ausfärbung und Aroma werden stark verbessert

OPTIMALE LICHTSUMMEN

Die tägliche Lichtsumme als Leitwert für eine optimierte Pflanzenproduktion

Immer mehr gärtnerische Betriebe messen regelmäßig die Lichtmenge im Gewächshaus und verschaffen sich mit einem Lux-Meter einen Überblick über die herrschende Beleuchtungsstärke ihrer Kulturen. Neben der herrschenden Beleuchtungsstärke ist die Lichtsumme jedoch entscheidender bei der Führung einer Kultur.

Die heute am häufigsten verwendete Messung in Lux birgt jedoch einen großen Nachteil bei der Lichtsummen-Bestimmung: Das Lux (lx) ist die Einheit der Beleuchtungsstärke, d. h. des Lichtstroms, der auf ein Fläche trifft und ist als 1 lm/m^2 definiert. Das Lumen (lm), als Maßeinheit für den Strahlungsfluss wird über einen Faktor, der berücksichtigt, dass das menschliche Auge je nach Wellenlänge des Lichts unterschiedlich empfindlich ist, bestimmt. Manche Farben bzw. Wellenlängen des Lichts nehmen wir jedoch heller wahr als andere; diesem Umstand wurde bei der Lichtmessung in Lux Rechnung getragen. Die Lichtempfindlichkeit des menschlichen Auges und die photosyntheseaktive Beleuchtungsstärke weichen jedoch von einander ab, so dass bei einer Lichtsummen-Bestimmung stets ein Fehler enthalten ist, solange in Lux gemessen wird.

Für Pflanzen sind Photonen im Wellenlängenbereich von 400 bis 700 nm für die Photosynthese gleichwertig: Sie tragen alle in gleichem Maße zur Photosynthese bei. Darum ist es logisch, die Lichtmenge als Photonenmenge anzugeben, denn Pflanzen "sehen" Photonen nicht, sie verwerten diese als Energieträger in der Photosynthese, so dass jedes Photon zählt. Es ist also sinnvoll jene Photonenmenge zu bestimmen, die von den Pflanzen verwertet wird. Die genutzte Größe, die Stoffmenge Mol (mol), entspricht $6x10^{23}$ photosynthetisch nutzbarer Photonen. Der zugehörige Wert wird als photosynthetisch aktive Photonenflussdichte (PPFD) bezeichnet und drückt aus, wie viele pflanzenverwertbaren Photonen auf eine Fläche von einem Quadratmeter pro Sekunde auftreffen. Er wird in $\mu mol/m^2/s$ angegeben. International wird dieser Wert als Photosynthetic Photon Flux Density (PPFD) bezeichnet und eignet sich in besonderem Maße zur Bestimmung von täglichen Lichtsummen.

Moderne PAR-Meter können heute PPFD-Werte ausgeben. Basierend auf diesen PPFD-Werten lassen sich geeignete Lichtsummen, international als Daily Light Integral (DLI) bezeichnet, berechnen. Der DLI-Wert bzw. die Lichtsumme wird als Summe der über einen Tag bestimmten PPFD-Werte bestimmt und wird als $mol/m^2/d$ angegeben. Dabei beschreibt die Größe d die Tageslänge in Stunden.
In dieser Anleitung werden Sie optimale Lichstummenangaben zu verschiedenen Kulturen, als DLI-Größen vorfinden, die auf neusten wissenschaftlichen Ergebnissen beruhen. Gerne unterstützen wir Sie bei der Berechnung der von Ihnen benötigten optimalen Lichtsumme. Als wichtige Vereinfachung bieten wir Ihnen auch den **FUTURELED CloudSensor** an. Dieser Sensor summiert die stetig einfallenden PPFD-Werte und sichert mittels direkter Steuerung Ihrer Lumitronics LED-Beleuchtung eine optimale Lichtsumme (DLI) ihrer Kulturen, dabei legen Sie die angestrebte Tageslänge selbst fest, so dass sich dieses Vorgehen auch für Kurztag-Kulturen anbietet.

JUNGPFLANZENANZUCHT

Wie die Lichtsumme die Anzucht von Jungpflanzen beeinflusst!

Vorteile

- **Bessere Keimungsraten (Auflaufverhalten)**
- **Erhöhte Schädlingsresistenz**
- **Stark verbesserte Bewurzelung**
- **Kompakter Wuchs**
- **Hervorragende Ausfärbung**
- **Spektrum SUNtech, SUNtech Plus, HYBRID**

Die ganzjährige Produktion von Jungpflanzen stellt hohe Ansprüche an die Durchlässigkeit des Bedeckungsmaterials eines Gewächshauses, wenn keine Assimilationsbeleuchtung genutzt wird. Häufig verringert das Bedeckungsmaterial die verringerte photosynthetisch aktive Strahlung innerhalb eines Gewächshauses. Mit der Lumitronics P1 überwinden Sie Einschränkungen, die durch das Bedeckungsmaterial verursacht werden und erreichen hervorragende Jungpflanzenqualitäten.

Wie die richtige Lichtsumme die Anzucht von Jungpflanzen beeinflusst!

Die Lichtsumme, die Summe der pflanzenverwertbaren Photonen pro Tag, beeinflusst das Wurzel- und Sprosswachstum, die Verzweigung, die Stieldicke, die Höhe der Jungpflanze und sogar die Anlage der Blüten. Für Jungpflanzenproduzenten, die Sämlinge oder Stecklinge produzieren, haben Pflanzen, die unter höheren Tageslichtintegralen angezogen werden, typischerweise eine bessere Wurzelbildung und sind weniger lang als solche, die unter niedrigeren Lichtsummen vermehrt werden. So entwickelt beispielsweise Salbei unter 6 mol/m^2/d weniger Wurzeln und längt sich deutlich stärker, als Setzlinge unter 16 mol/m^2/d.
Neben der Steigerung der Pflanzenqualität kann der Anbau von Jungpflanzen unter höheren Lichtsummen auch die Produktionszeit verkürzen. Die folgende Abbildung zeigt *Impatiens neuguinea* Stecklinge nach 16 Tagen Bewurzelung, die in einem Bereich von 1,3 bis 10,8 mol/m^2/d Lichtsumme (DLI) angebaut wurden. Die Wirkung der Lichtsumme ist deutlich zu erkennen, so hatten die unter höheren Werten kultivierten Stecklinge ein verstärktes Wurzel- und Sprosswachstum und waren in weniger als der Hälfte der Zeit vermarktbar als solche, die unter den niedrigsten Summen angebaut wurden.
Durch Verwendung des SUNTech-Spektrums, dass dem Sonnenlichtspektrum entspricht, lassen sich deutlich bessere Ergebnisse in der Anzucht von Jungpflanzen erzielen, denn diese emittieren Photonen in der vollen Breite des für die Pflanzen nutzbaren Lichts. Sichern Sie Ihre Jungpflanzenproduktion gegen Ausfälle ab, erhöhen Sie die Qualität Ihrer Jungpflanzen und verkürzen Sie effektiv die Anzuchtzeit.

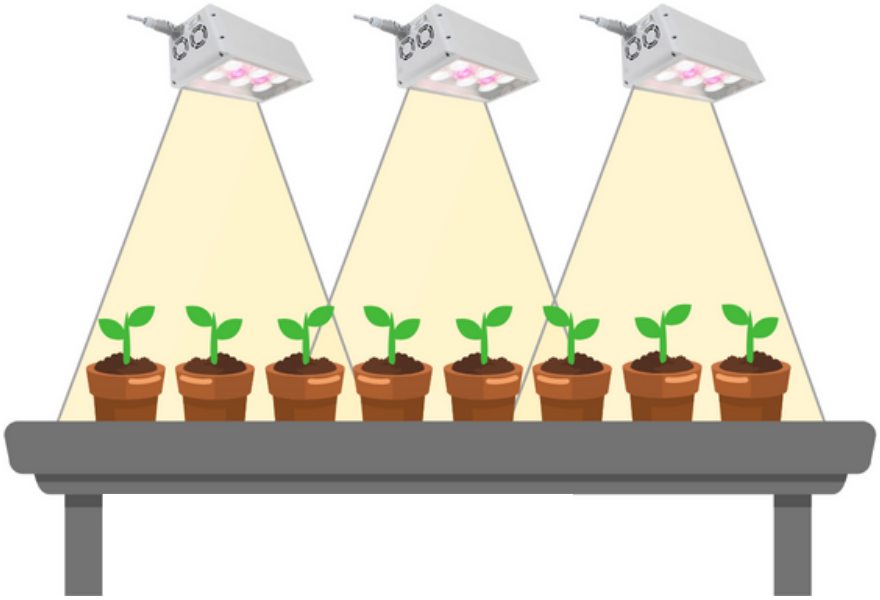
Michigan State University

Die zu erzielenden Lichtsummen

Die Kultur von Jungpflanzen entlang von optimalen Lichtsummen zu führen ist sehr sinnvoll und steigert Qualität und Erträge. In der Umsetzung bedeutet dies die richtigen Messwerte zu Grunde zu legen. In Abhängigkeit von dem eingestrahlten Sonnenlicht sollte in der Jungpflanzenkultur eine zusätzliche Assimilationbeleuchtung erfolgen. Wie aktuelle Messwerte mittels eines PAR-Messgeräts zu interpretieren sind, lässt sich mittels der unten angegebenen Tabelle einschätzen. So kann eine konstante Einstrahlung von 90 - 100 µmol/m²/s bereits ausreichend sein, um frisch gesteckte Stecklinge in der Bewurzelung mit ausreichend Licht zu versorgen, ohne dass eine Assimilationsbeleuchtung notwendig werden würde. Aber bereits Lichtsummen von 6 und 10 mol/m²/d sind bereits deutlich schwerer zu erreichen. Die Leistung der Lumitronics P1 erlaubt es Ihnen selbst völlig bedeckte kurze Tage, in denen die Sonne als wichtigster Photonenlieferant ausfällt, durch die Lichtleistung der Lumitronics P1 zu überwinden.

Jungpflanze	Lichtsumme (mol/m²/d)	Entspricht (µmol/m²/s für 12h)
Frisch gesteckte vegetative Stecklinge	4 - 6	93 - 139
Bewurzelte vegetative Stecklinge	6 - 10	139 - 231
Sämlinge (Keimblätter)	6 - 10	139 - 231
Sämlinge (Laubblätter)	10 - 15	231 - 347

Jungpflanzen-Anzucht: Apollo-Serie im Einsatz



Die für eine homogene und ausreichend intensive Beleuchtung benötigte Menge an Apollo-Systemen hängt von verschiedenen Faktoren ab. Wichtig ist die Erzielung ausreichender Lichtsummen (siehe Tabelle). Grundsätzlich ist der Lichtbedarf art- und sortenspezifisch und unterschiedet sich demnach. Eine bestmögliche Flexibilität erreichen Sie, wenn Sie sich an den höheren Lichtsummen orientieren und sich für eine dimmbare Apollo-Belichtungseinheit entscheiden. Hierdurch ist sichergestellt, dass Sie stets die Lichtsumme erreichen, die für Ihre Kultur ein Optimum bedeutet. Gerne beraten wir Sie zu spezifischeren Lichtsummenwerten, optimalen Abständen zur Kultur und einem geeigneten Steuerungskonzept.

Intensität im Abstand	**Ausleuchtung auf Fläche**
75 cm ≙ 350 µmol	≙ 1,5 m² (1,225x1,225 m)
100 cm ≙ 260 µmol	≙ 2,5 m² (1,58x1,58 m)
150 cm ≙ 180 µmol	≙ 4 m² (2x2 m)
200 cm ≙ 80 µmol	≙ 9 m² (3x3 m) optimal

ZIERPFLANZEN-PRODUKTION

Das effektivste Assimilationslicht

Vorteile

- **Kompaktere Pflanzen**
- **Vermeidung von Geiztrieben**
- **Frühere Blüte und kürzere Kulturdauer**
- **SUNtech Plus, TUNEable**

Zierpflanzen stellen besondere Ansprüche an eine Assimilationsbeleuchtung. Mit der richtigen Beleuchtung Ihrer Kulturen mittels des SUNTech-Spektrums erreichen Sie bei Verwendung der Lumitronics P1 deutlich gesteigerte Lichtsummen und erzielen mit allen Zierpflanzen-Kulturen deutlich bessere Produktionsergebnisse. Erzielen Sie kompaktere Pflanzen, eine frühere Blüte und stark reduzierte Geiztriebe.

Das effektivste Assimilationslicht

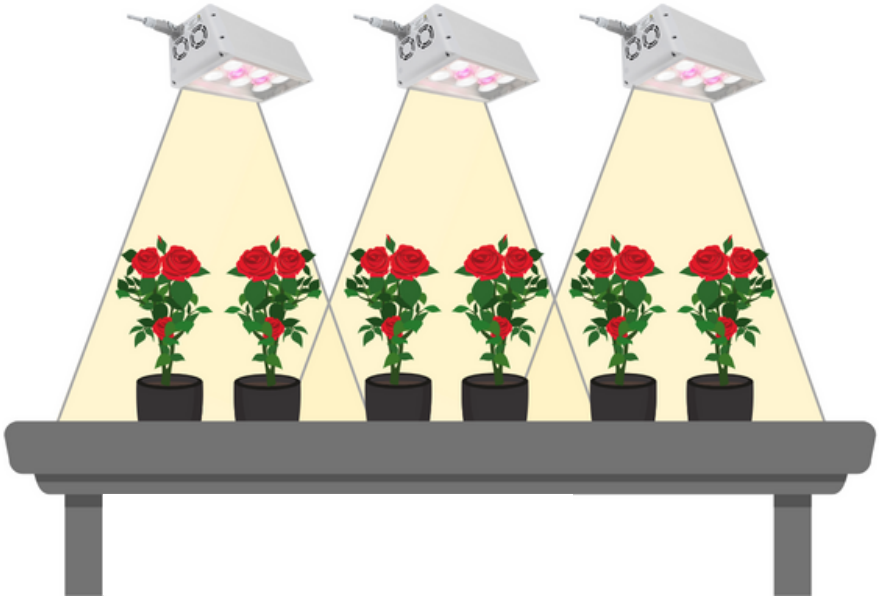
Die Zierpflanzenproduktion ist in Deutschland der Herausforderung ausgesetzt, dass Tageslicht sinnvoll zu ergänzen, um auch in den Wintermonaten produzieren zu können. In Abhängigkeit von der geographischen Lage des Betriebs kann eine Zusatzbelichtung bis in den April notwendig sein. Die Vielfalt der verschiedenen Sorten und Arten, die heute kultiviert werden, machen die Assimilationsbelichtung zu einer besonderen Herausforderung, die sowohl qualitative und quantitative Unterschiede ausmachen kann und vor allem eine ökonomische rausforderung darstellen kann. Mittels der Apollo-Serie lassen sich bis zu 50% der entstehenden Stromkosten bei deutlich verbessertem Lichtspektrum sparen. Dies führt zu mehreren Vorteilen: Neben den gesunkenen Produktionskosten lassen sich, aufgrund des besseren Spektrums, und der bei gleichen Kosten verdoppelbaren Belichtungszeit, deutlich qualitativere Pflanzen produzieren.
Lichtrezepte, also angepasste Belichtungsstrategien mit spezifischen Spektren, die mit LED-Systemen heute problemlos realisierbar sind (siehe hierzu TUNEable Sepktrum), erlauben Einfluss auf den Habitus der Pflanze zunehmen und können ein manuelles Pinzieren oder den Einsatz von Wachstumsregulatoren überflüssig machen. Gleichzeit lassen sich Arbeitsaufwand und die Abhängigkeit von Pflanzenschutz-Zulassungen stark reduzieren.
Unabhängig davon, ob sie eine Kurztagspflanze, wie *Euphorbia pulcherrima* oder *Chrysanthemum x grandiflorum*, kultivieren oder typische Langtagkulturen, wie *Callistephus chinensis*, die Qualität und Intensität des zusätzlich verabreichten Lichts sind entscheidend für ein qualitatives Produkt. So spielt es für *Euphorbia pulcherrima* eine entscheidende Rolle, wie intensiv das Licht während des Kurztags ist und welches Spektrum währenddessen genutzt wird. Hohe DLI-Werte erhöhen nicht nur die Biomasse bei kompakterem Habitus, sondern die Brakteen-Ausfärbung gelingt auch deutlich gleichmäßiger und früher. Die wirtschaftlichen Vorteile der richtigen Lichtapplikation summieren sich.

Die zu erzielenden Lichtsummen

In der Zierpflanzenkultur ist, insbesondere, wenn es sich um Zierpflanzen mit zierendem Flor oder entsprechender Ausfärbung der Blätter handelt, das Erzielen optimaler Lichtsummen von besonderer Wichtigkeit, weil sowohl die Ausfärbung als auch die Anlage der Knopsen/Blüten direkt von der Lichtsumme abhängen. Dies trifft auch Kurztag-Pflanzen, wie beispielsweise *Euphorbia pulcherrima*, zu. Optimale Lichtsummen müssen bei Kurztag-Pflanzen in einer verkürzten Tageslänge erreicht werden, so dass hohe Intensitäten während der Kurztage von besonderer Bedeutung sind. An *Euphorbia pulcherrima* lässt sich auch eine Sortenabhängigkeit in der Wirkung der Tageslänge beobachten, die bei dunkellaubigen Sorten durchaus als kritisch bezeichnet werden kann. Die erzielbare Lichtleistung ist für solche Kulturen also als kritisch einzustufen. In der nachfolgenden Tabelle haben wir besondere Zierpflanzenkulturen zusammengefasst, um das weite Spektrum der benötigten Lichtsummen aufzuzeigen und Orientierung zu geben.

Zierpflanze	Lichtsumme (mol/m²/d)	Entspricht (µmol/m²/s für 12h)
Euphorbia pulcherrima	22	370
Antirrhinum majus	12	278
Verbena × hybrida	10	231
Streptocarpus	8	185

Zierpflanzen-Anzucht: Apollo Serie im Einsatz



Die Erzielung ausreichender Lichtsummen ist art- und sortenspezifisch verschieden wichtig und hängt stark vom Bedachungsmaterial und der Exposition des von Ihnen genutzten Gewächshauses ab. Die nachfolgenden Informationen erlauben Ihnen abzuschätzen, wie viele Apollo Einheiten Sie für eine optimale Assimilationsbeleuchtung in der Kultur von Zierpflanzen benötigen. Gerne beraten wir Sie in diesem Bereich. Eine Vermessung mittels unserer Spektrometer und die Berechnung optimaler Lichtsummen bezüglich ihrer Kulturen führen wir gerne für Sie durch. Gerne beraten wir Sie zu spezifischeren Lichtsummenwerten, optimalen Abständen der LED-Systeme zur Kultur und einem geeigneten Steuerungskonzept und der Einbindung unserer Live-Steuerung mittels des FUTURELED CloudSensor.

Intensität im Abstand	**Ausleuchtung auf Fläche**
75 cm ≙ 350 µmol	≙ 1,5 m² (1,225x1,225 m)
100 cm ≙ 260 µmol	≙ 2,5 m² (1,58x1,58 m)
150 cm ≙ 180 µmol	≙ 4 m² (2x2 m)
200 cm ≙ 80 µmol	≙ 9 m² (3x3 m) optimal

KRÄUTER-PRODUKTION

Wachstum und Aroma fördern

Vorteile

- **Festigkeit der Pflanze/Standfestigkeit stark verbessert**
- **Harmonischer, kompakter Pflanzenaufbau**
- **Kulturzeitverkürzung**
- **Deutlich verbesserter Aromagehalt**
- **SUNtech, SUntech Plus, HYBRID**

Der Kräuter-Trend ist ungebrochen. Ob als getopfte Ware für die frische Küche, als Besonderheit im Balkonkasten oder als abwechselungsreiche Ampel. Kräuter werden sogar als Zierpflanzen blühend vermarktet mit der Chance der sinnvollen Weiternutzung im Anschluss an die Blüte. Kräuter so zu produzieren, dass sie sich am wachsenden Markt differenzieren, stellt auch neue Ansprüche an eine sinnvolle Assimilationsbeleuchtung, denn Kräuter lassen sich hervorragend ganzjährig vermarkten.

Wachstum und Aroma fördern

Der Produktionsumfang von Topfkräutern und frischer Schnittware in Deutschland nimmt zu, ebenso wie die Nachfrage nach immer neuen Kräutern und Varietäten. Frische Kräuter, insbesondere getopfte Ware, sind aus dem Einsatz in der Küche nicht mehr wegzudenken. Um so wichtiger ist es, sich als produzierendes Unternehmen am Markt mit außergewöhnlicher Ware und besonderer Qualität zu positionieren. Die häufig aus warmen Klimaten stammenden Kräutervarietäten stellen nicht nur einen hohen Anspruch an das herrschende Klima sondern sind überdies vor allem durch Lichtintensität und -spektrum in ihrer Qualität steuerbar. Eine deutliche Qualiätssteigerung wird durch den Einsatz einer modernen Zusatzbeleuchtung möglich, die Lichtsummen von 12 bis 15 mol/m²/d DLI ermöglicht. Möglich wird eine solche das Aroma und das Wachstum fördernde Beleuchtung mit der Apollo Serie.

Bekämpfung von Pilzerkrankungen

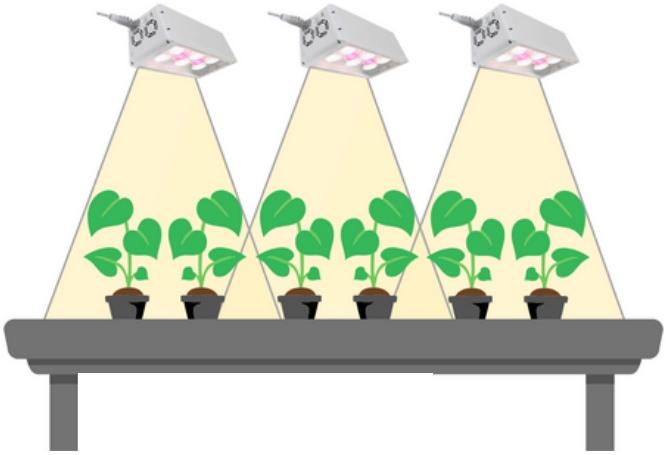
Pilzerkrankungen spielen in der Kräuterproduktion eine besondere Rolle, da sie schnell zu einem vollständigen Produktionsausfall führen können. Die FUTURELED hat als erstes Unternehmen weltweit eine lichtbasierte Lösung entwickelt, die Ihnen eine proaktive Eindämmung von Pilzsporen auf und in Ihren Pflanzenbeständen erlaubt, ohne das Sie zu Fungiziden greifen müssen. Alles was Sie zur Bekämpfung von Pilzen benötigen ist das richtige Licht. Dieses erlaubt es Ihnen Pilzsporen und andere Schaderreger nachhaltig zu schädigen ohne dabei die Pflanzen in Ihrem Wachstum einzuschränken. Regelmäßig eingesetzt können Sie durch Verwendung des FUTURELED Spore-Cleaners die Keimzahl in Ihren Beständen unter ein schädliches Maß reduzieren und so einen Ausbruch in Ihrem Bestand verhindern. Auch nach einem Ausbruch kann das System, nach Entfernen der erkrankten Pflanzen aus dem Bestand, genutzt werden, um eine Desinfektion der Pflanzen durchzuführen und den Keimdruck auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Auf diese Weise verhindern Sie eine weitere Ansteckung effektiv. Der Einsatz des FUTURELED Spore-Cleaners ist dabei ungefährlich für die Umwelt und kann bedenkenlos im Gewächshaus durchgeführt werden.

Die zu erzielenden Lichtsummen

In der Kräuterkultur sind ein kompakter Wuchs und ein überzeugendes Aroma wichtige Qualitätsmerkmale, die sich ohne eine ausreichende Lichtsumme nur schwer realisieren lassen. Vor allem im Frühjahr und Winter werden frische Topfkräuter in größeren Mengen nachgefragt. Insbesondere, wenn mit den ersten Produkten des Frühling, wie dem Bleichspargel oder zu Ostern, die ersten Feste und saisonalen Produkte des neuen Jahres auf den Markt kommen, ist auch die Zeit für den vermehrten Absatz von Topfkräutern zu rechnen. So früh im Jahr macht die richtige Assimilationsbeleuchtung den Unterschied. Viele Kräuter lassen sich zwar auch ohne eine Assimilationsbeleuchtung kultivieren, aber die Qualität sinkt stark ab, so lassen sich 7 mol/m²/d als minimale Untergrenze der Lichtsumme definieren. Für viele Kräuter hat die Lichtsumme einen deutlich stärkeren Qualitätseinfluss, als die herrschende Temperatur oder Düngung. Eine an der PAR-Strahlung orientierte Lichtsummen-Steuerung hat direkten Einfluss auf die Qualität der erzeugten Kräuter. Ein weiterer Vorteil der Produktion unter ausreichenden Lichtsummen ist die gesteigerte Vitalität und Stresstoleranz der Kräuter.

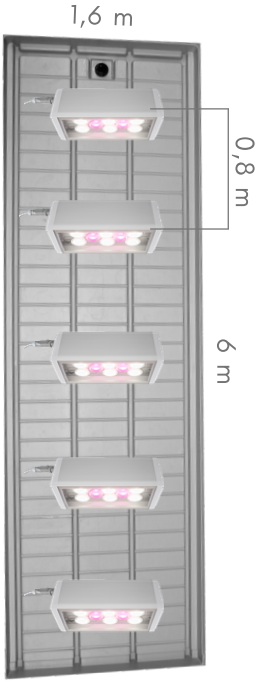
Kräuter	Lichtsumme (mol/m²/d)	Entspricht (µmol/m²/s für 18h)
Ocimum basilicum	22	340
Coriandrum sativum	19	293
Petroselinum crispum	15	231
Anthriscus cerefolium	14	216

Kräuter-Anzucht: Apollo Serie im Einsatz



Die richtige Lichtsumme macht im Hinblick auf Kräuter den Unterschied und hilft sowohl hohe Qualitäten, als auch eine quantitative Produktion gleichermaßen zu fördern. Unter optimalen Lichtsummen wird sowohl eine höhere Stengelfestigkeit und Kompkatheit erreicht als auch ein deutlich verbessertes Aroma. Gleichzeitig wird die Vitalität gefördert und die Stresstoleranz verbessert. Letzteres ist insbesondere für die Produktion von Biotopfkräutern von besonderer Wichtigkeit. Werden auch mehrjährige bzw. verholzende Kräuter kultiviert, wie *Lavandula angustifolia* (Lavendel), *Artemisia dracunculus* (Estragon) und *Rosmarinus officinalis* (Rosmarin) hat die Assimilationsbeleuchtung einen besonders positiven Einfluss auf Wachstum und Aroma, wie unser Studien in Kooperation mit dem Julius Kühn-Institut ergeben haben. Neben deutlich erhöhten Zuwächsen von bis zu 150% gegenüber konventioneller Beleuchtung konnten auch die wertgebenden Inhaltsstoffe deutlich erhöht werden.

Intensität im Abstand	**Ausleuchtung auf Fläche**
75 cm ≙ 350 µmol	≙ 1,5 m² (1,225x1,225 m)
100 cm ≙ 260 µmol	≙ 2,5 m² (1,58x1,58 m)
150 cm ≙ 180 µmol	≙ 4 m² (2x2 m)
200 cm ≙ 80 µmol	≙ 9 m² (3x3 m) optimal



MICROGREEN-PRODUKTION

Termingerechte Produktion mit dem richtigen Licht

Vorteile

- **Termingerechte Produktion auch bei schlechten Lichtverhältnissen**
- **Verkürzte Produktionszeiten**
- **Kurze Hypokotyle**
- **Erhöhte Trockenmasse & verbessertes Aroma**
- **Reduzierter Schimmelbefall**
- **SUNtech, SUNtech Plus, TUNEable, HYBRID**

Die Microgreen-Produktion gewinnt an wirtschaftlicher Bedeutung, über die Sprossenkultur hinaus, werden unter diesem Begriff auch sehr junge Gemüse- und Gewürzpflanzen verstanden, die als Blattgemüse und frische Würzpflanzen vermarktet werden. Durch Verwendung der Lumitronics P1 lassen sich Microgreens deutlich schneller, bei gesteigerter Qualität und termingerecht produzieren.

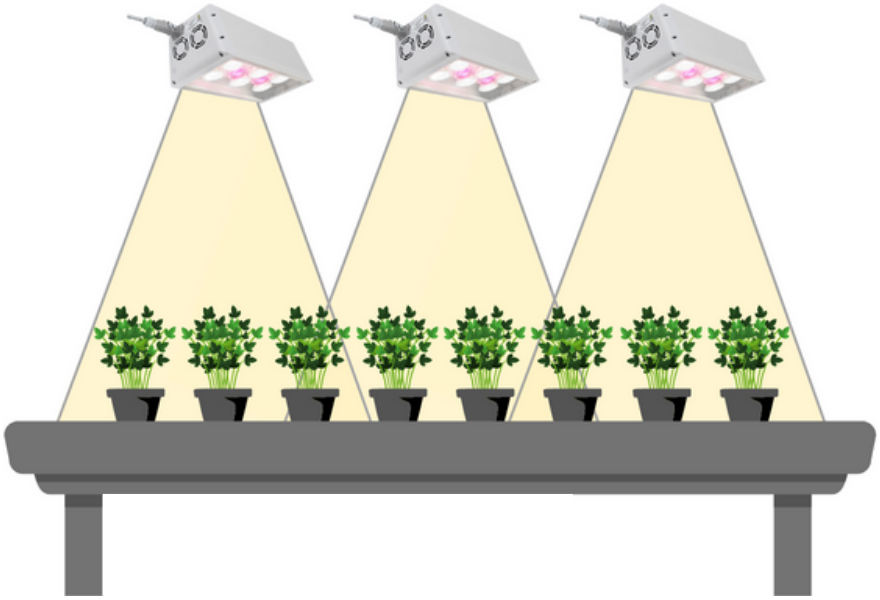
Unter dem Begriff der Microgreens werden international verschiedenste Kulturformen zusammengefasst, so dass es eine genaue Definition sehr schwierig ist. Während sowohl reine Sprossenkulturen unter diesem Begriff fallen, also Kulturen bei denen es noch zu keiner oder einer sehr geringen Ausbildung der Keimwurzel gekommen ist, werden unter diesem Begriff auch jüngste Pflanzen vor Ausbildung der ersten Laubblätter verstanden. Zusätzlich werden viele Microgreens bis zur vollständigen Ausbildung des ersten Laubblatts kultiviert, die international auch als "baby leafs" bezeichnet werden. Allen diesen Kulturformen ist jedoch gleich, dass sie einen gestiegenen Absatz verzeichnen und eine völlig neues Produkt für den Gartenbau darstellen, dass aufgrund seiner vielfältigen Nutzbarkeit in der Küche eine besondere Zukunftsfähigkeit besitzt. Das Angebot wächst beständig und der Anteil der nachgefragten Produkte nimmt ständig zu. Heute werden zahlreiche Sorten, Varietäten und Arten als Microgreens und Baby Leafs nachgefragt. Das prominenteste Beispiel für eine etablierte Microgreen-Kultur ist sicherlich die seit Jahren in Deutschland erfolgreich produzierte und verkaufte Kresse (Lepidium sativum), die kurz vor Ostern ihren Absatzhöhepunkt erreicht. Bei all diesen Microgreen-Kulturen ist der Gärtner den gleichen Herausforderungen ausgesetzt: Geschmackvolle Jungpflanzen mit kurzem Hypokotyl termingerecht zu produzieren. Eine termingerechte Produktion ist hierbei von höchster Bedeutung. Durch eine Zusatzbelichtung mit dem richtigen Spektrum wird die termingerechte Produktion bei gesteigerter Qualität un langanhaltender Frische möglich. Durch Verwendung einer Apollo Beleuchtung können die Hypokotyle effektiv kurz gehalten werden und die Trockenmasse gesteigert werden. Durch Dimmung kann die sensitive Phase des Auflaufens der verschiedenen Saaten ohne Lichtstress erfolgen und eine anschließende Adaption an die höheren Lichtsummen erlaubt eine stark beschleunigte Produktion. Auf diese Weise lässt sich die Produktionszeit von Microgreens und Keimlingen um bis zu 7 Tage verkürzen.

Umfangreiche betriebsinterne Versuche haben nachgewiesen, dass die Lichtsumme, gemessen als DLI, einen signifkanten Einfluss auf die Qualität und die termingerechte Produktion von Microgreens haben. In Bezug auf das Wachstum zeigten die Ergebnisse unserer Studien, dass die Lichtsumme (DLI) den größten Einfluss auf die von uns produzierten Microgreens hatte. Wir fanden heraus, dass Microgreens, die unter den höheren Lichtsummen produziert wurden verkürzte Hypokotyl-Längen und gesteigerte Trockengewichte aufwiesen. Getestet wurden Kresse-, Senf-, Brokkoli- und Rauke-Saaten auf einem Anzuchtflies und Perlit. Das breite SUNTech-Spektrum erlaubte dabei auch die Ausfärbung der verschiedenen Sprossen zu fördern, so dass auch in diesem sensitiven Bereich sichergestellt ist, dass eine verbesserte qualitative Produktion auch unter schlechten natürlichen Lichtbedingungen des Frühjahrs möglich wird.

Eine genaue Angabe der benötigten Lichtsumme ist aufgrund des breiten Sortiments der verschiedenen Microgreens, die kultiviert werden können nicht, möglich. Grundsätzlich ist eine Dimmung der Apollo zu empfehlen, um eine Adaption der jungen Pflanzen zu ermöglichen. Grundsätzlich ist auf die Sortenwahl zu achten, denn nicht jede Sorte taugt auch als Microgreen. In diesem Zusammenhang kann mittels des Einsatzes der richtigen Lichtsumme aber auch Einfluss auf das Wachstumsverhalten in den ersten Tagen genommen werden. Eine ausreichende Lichtsumme in den ersten Tagen der Keimung kann ein unerwünschtes Streckungswachstum grundsätzlich verhindern. Insbesondere, wenn das richtige Spektrum gegeben wird. Das SUNTech-Spektrum verfügt über einen expliziten Grünanteil, der eine tiefe Eindringung in den dicht gesäten Keimlingsbestand garantiert, so dass vitale und aromareiche Keimlinge heranwachsen. Dieser Effekt ist von besonderer Wichtigkeit, denn die Keimlinge sind weniger anfällig für Schimmel und Auflaufkrankheiten, welche zusätzlich mit dem **FUTURELED Spore-Cleaner** ohne den Einsatz von Pestiziden unterdrückt werden können.

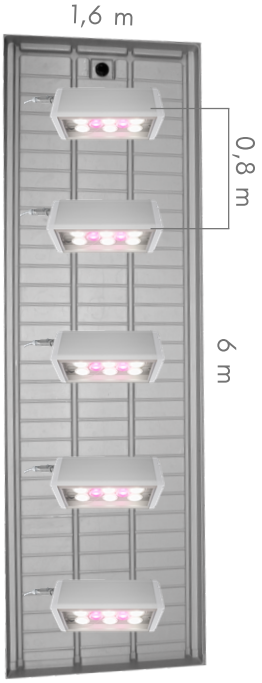
Microgreens	Lichtsumme ($mol/m^2/d$)	Entspricht ($\mu mol/m^2/s$ für 18h)
Dunkelkeimer nach dem Auflaufen	6	92
Dunkelkeimer (Laubblätter)	10	154
Lichtkeimer nach dem Auflaufen	12	185
Lichtkeimer (Laubblätter)	14	216

Microgreen-Anzucht: Apollo Serie im Einsatz



Um die Qualität und eine ganzjährige termingerechte Produktion von Microgreens zu ermöglichen empfehlen wir den Einsatz einer Assimilationsbeleuchtung auf Basis der Apollo Serie. Aufgrund der Diversität der verschiedenen Microgreens sollte eine dimmbare Variante aus der Apollo Serie genutzt werden mit der den verschiedenen Ansprüchen der Microgreens gerecht geworden werden kann. Gerne beraten wir Sie zu dem zusätzlichen Einsatz des FUTURELED **Spore-Cleaner**s, der Ihnen eine effektive Reduktion des Keimdrucks durch Pilzsporen und anderen Pathogenen ohne großen manuellen Aufwand erlaubt.

Intensität im Abstand	**Ausleuchtung auf Fläche**
75 cm ≙ 350 µmol	≙ 1,5 m² (1,225x1,225 m)
100 cm ≙ 260 µmol	≙ 2,5 m² (1,58x1,58 m)
150 cm ≙ 180 µmol	≙ 4 m² (2x2 m)
200 cm ≙ 80 µmol	≙ 9 m² (3x3 m) optimal



SONDERKULTUREN

Wenn Licht zum kritischen Faktor wird!

Vorteile

- **Universell anwendbares SUNTech-Spektrum**
- **Sichere Kulturführung mittels Gruppensteuerung**
- **Veränderung der spektralen Zusammensetzung**
- **UV-Applikation erhöht Aroma und Ausfärbung**
- **TUNEable, SUNtech Plus Spektren**

Unter dem Begriff der Sonderkulturen im Gartenbau fassen wir außergewöhnliche Zierpflanzen sowie Gewürz- und Arzenikräuter zusammen. Eine Assimilationsbeleuchtung macht für diese Kulturen besonderen Sinn, denn sie wirkt sich direkt auf die Qualität der Kulturen aus. Darüberhinaus kann die Verwendung der Lumitronics R1 einen großen Unterschied machen, denn neben dem grundsätzlich veränderbaren Lichtspektrum dieses Systems, kann mittels der Apollo über die Verwendung von ultraviolettem Licht ein großer Qualitätsunterschied erzielt werden.

Wenn Licht zum kritischen Faktor wird!

Die ökonomischen Risiken in gartenbaulichen Sonderkulturen sind weit aus höher, als in anderen Bereichen des Gartenbaus. Zusatzbelichtung kann einen besonderen Faktor zur Risikominimierung beitragen. Die FUTURELED hat mit ihren LED-Beleuchtungssystemen bereits früh auch die Sonderkulturen des Gartenbaus im Fokus ihrer Entwicklung gehabt und kann aufbauend auf die gewonnenen Erfahrungen in der gartenbaulichen Forschung Systeme anbieten, die dem besonderen Anforderungsprofil des Sonderkulturen produzierenden Gartenbaus gerecht werden.

Beispiel Sukkulenten-Kultur: Die Sukkulenten-Kultur stellt in Deutschland eine besondere Herausforderung dar, weil häufig die benötigten Lichtsummen nicht erreicht werden. Gleichzeitig sind, insbesondere unter Kakteen, die kultivierten Arten sehr unterschiedlich zu behandeln, so dass unterschiedlichste Ansprüche in einem Gewächshaus abgebildet werden müssen. Die Apollo Serie kann zu diesem Zweck in verschiedenen Gruppen angesteuert werden, so dass bestimmte Bereiche eines Gewächshauses individuell gesteuert werden können. Hierdurch wird es möglich den sehr unterschiedlichen Kulturanforderung der verschiedenen in Deutschland kultivierten Sukkulentenarten gerecht zu werden, ohne das umfangreiche technische Anpassungen vorgenommen werden müssen.

Beispiel Gewürz- und Arzneikräuter: Der Anbau von Gewürz- bzw. Arzneikräutern findet in der Regel in landwirtschaftlicher Feldkultur statt, dennoch finden immer mehr gärtnerische Betriebe im Bereich der Gewürz- und Arzneikräuter deckungsbeitragsstarke Kulturen, so dass der geschützte Anbau in Deutschland für diese Kulturen zunimmt. Eine der großen Stärken des geschützten Anbaus ist die effektivere Verhinderung von Kontaminationen, so dass viele der weiterverarbeitenden Unternehmen bereit sind diesen sicheren Weg der Produktion zu beschreiten. In Kooperation mit einem deutschen Sonderkultur-Betrieb konnte die FUTURELED nachweisen, dass sich der Einsatz der Apollo Serie zur Förderung spezifischer Inhaltsstoffe eignet und sich so eine bessere Qualität erzielen lässt als im Feldanbau.

Die zu erzielenden Lichtsummen

In den Sonderkulturen besteht die Herausforderung ganzjährig die optimale Lichtsummen zu erreichen, um eine ausreichendes Wachstum zu erzielen. Werden als Beispielkultur Sukkulenten herangezogen, so sind Lichtsummen von mindestens 20 mol/m²/d zu erreichen, um ein ausreichendes Wachstum sicherzustellen. Bei diesem Beispiel bleibend, kann spezifischer am Beispiel der Echeverien-Kultur aufgezeigt werden, wie wichtig eine Assimilationsbeleuchtung sein kann, denn für Echeverien wurden optimale Lichtsummen von 30 bis 50 mol/m²/d ermittelt. Diese hohen Lichtsummen lassen sich auch in Deutschland erreichen, wenn das Tageslicht durch eine entsprechend starke Assimilationsbeleuchtung, wie sie die Apollo Serie liefert, ergänzt wird.

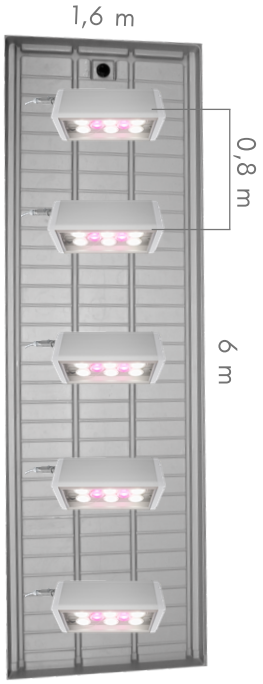
Für die Produktion von Gewürz- und Arzneikräutern, insbesondere, wenn die weiterverarbeitende Industrie aus der Pharmazie stammt, ist das Aromaprofil und die entahltenden Inhaltsstoffe maßgeblich. Die Erzielung entsprechender Qualitäten ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Herausstechend ist jedoch die Lichtsumme und die Qualität des Lichtes und damit das Spektrum. Diese Problematik wird von der Apollo Serie mit TUNEable Spektrum aufgelöst, denn neben einer hervorragenden Lichtleistung vermag, dieses Apollo Modell, auch veränderte Lichtspektren zu emittieren. Als wichtigster Faktor ist hier die Gabe von ultraviolettem Licht zu nennen, dass die deutlichsten qualitativen Effekte in der Kultur von Arzeniepflanzen aufzeigt. Hierdurch werden gärtnerische Unternehmen in die Lage versetzt hochklassige Aroma- und Arzneipflanzen zu produzieren, die qualitativ selbst solche Pflanzen schlagen, die in Regionen mit optimalem Klima angezogen wurden.

Sonderkulturen	Lichtsumme (mol/m²/d)	Entspricht (µmol/m²/s für 18h)
Echeveria agavoides	30 - 50	463 - 772
Echinacea	30 - 50	540 - 772

Sonderkultur-Produktion: Apollo Serie im Einsatz

Häufig ist in den Sonderkulturen die Lichtintensität der begrenzende Faktor in der Produktion in Mitteleuropa. Dennoch ist diese Produktion solcher Kulturen mit hohem Deckungsbeitrag auf konstant hohem Niveau möglich, wenn eine geeignete Assimilationsbeleuchtung genutzt wird. Die teils enorm hohen Lichtsummen, die für ein qualitativ hochwertiges Ergebnis erzielt werden müssen, lassen sich beispielsweise durch eine Nachtunterbrechung auch auf anderem Wege erreichen. So werden selbst unter den schwierigen Bedingungen des Winters und Frühjahrs in Mitteleuropa sehr gute, vor allem aber konkurrenzfähige Produktionsergebnisse erzielen. Kontaktieren Sie uns, damit wir mit Ihnen gemeinsam das Lichtoptimum für Ihre Kulturen ermitteln und Ihre Sonderkultur-Produktion auf ein neue Ebene heben.

Intensität im Abstand	**Ausleuchtung auf Fläche**
75 cm ≙ 350 µmol	≙ 1,5 m² (1,225x1,225 m)
100 cm ≙ 260 µmol	≙ 2,5 m² (1,58x1,58 m)
150 cm ≙ 180 µmol	≙ 4 m² (2x2 m)
200 cm ≙ 80 µmol	≙ 9 m² (3x3 m) optimal

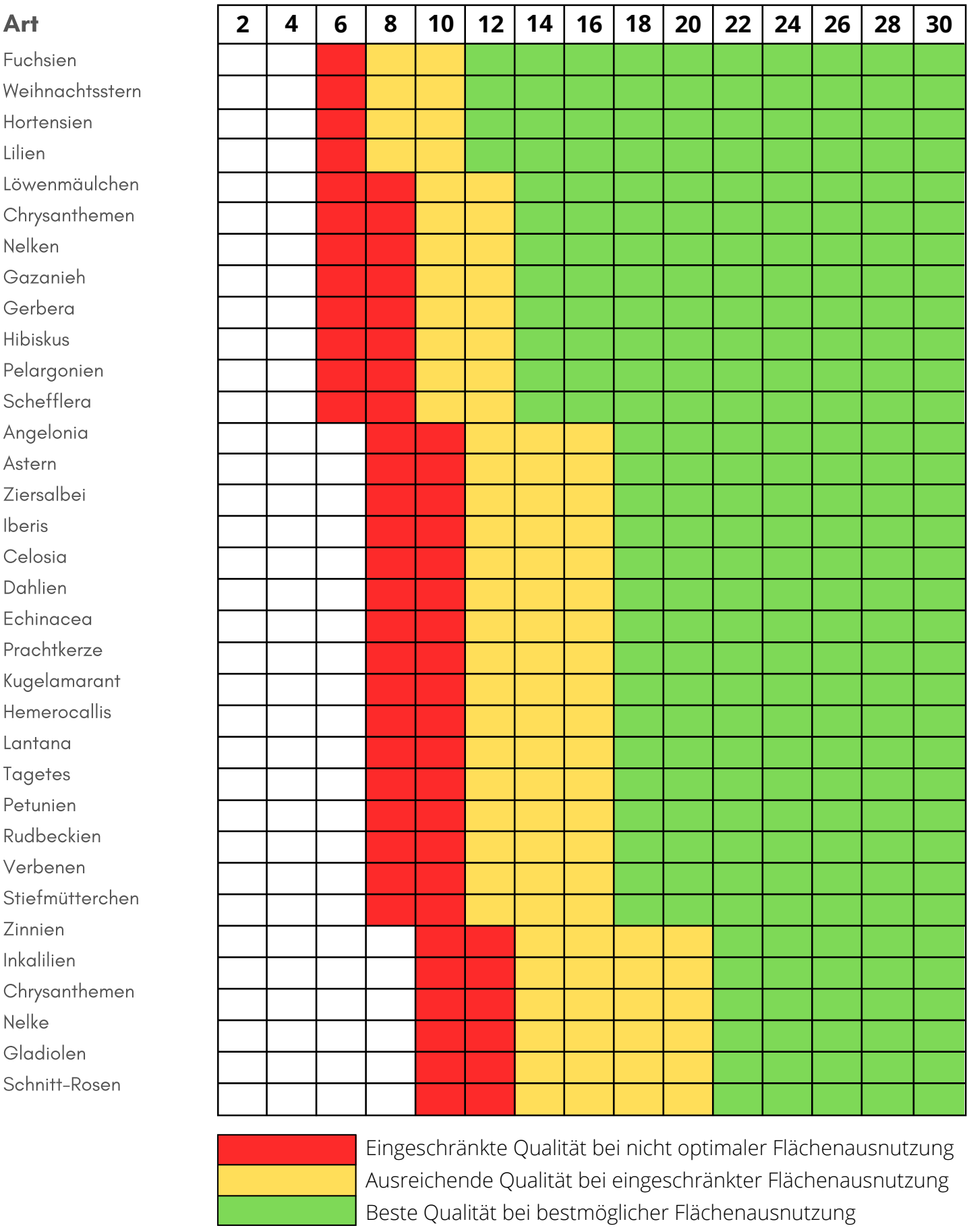


Einleitungstext zur Tabelle

Gerne möchten wir Ihnen einen Überblick über die wissenschaftlich ermittelten Optima der Lichtsummen zu verschiedenen Zierpflanzen geben. Entnehmen Sie aus unserer Liste grün eingefärbt jene Lichtsummen, die zu einem optimalen Ergebnis hinsichtlich der Vermarktbarkeit führen. Während die gelben Bereiche zu tolerablen Ergebnissen führen oder eine gesteigerte Stand- bzw. Kultivierungszeit bedeuten können. Alle roten Bereiche sind hingegen durch eine längere Kulturdauer, einen weiteren Stand undniedrigere Qualitätsklassen betroffen. Bei einheitlichen Jungpflanzen und optimalen Lichtsummen, wie sie mittels der **Apollo Serie** in Kombination mit dem **CloudSensor** vollautomatisch erzielt werden können, reduziert sich auch der Sortier- und Boniturаufwand erheblich, weil der Anteil höchster Qualitätsklassen deutlich zunimmt.

Durchschnittliche Lichtsumme (mol/m²/Tag)

Art	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Phalaenopsis															
Usambaraveilchen															
Spathiphyllum															
Hyazinthen															
Osterglocke															
Tulpen															
Aglaonema															
Bromelien															
Kaladien															
Dieffenbachien															
Drachenbaum															
Schwertfarne															
Streptokarpus															
Funkien															
Elatior-Begonien															
Gloxinien															
Schlumbergera															
Cyclamen															
Blaues Lieschen															
Heuchera															
Impatiens															
Iris															
Kalanchoe															
Lobelien															
Primeln															


Art
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
Fuchsien
Weihnachtsstern
Hortensien
Lilien
Löwenmäulchen
Chrysanthemen
Nelken
Gazanieh
Gerbera
Hibiskus
Pelargonien
Schefflera
Angelonia
Astern
Ziersalbei
Iberis
Celosia
Dahlien
Echinacea
Prachtkerze
Kugelamarant
Hemerocallis
Lantana
Tagetes
Petunien
Rudbeckien
Verbenen
Stiefmütterchen
Zinnien
Inkalilien
Chrysanthemen
Nelke
Gladiolen
Schnitt-Rosen
Eingeschränkte Qualität bei nicht optimaler Flächenausnutzung
Ausreichende Qualität bei eingeschränkter Flächenausnutzung
Beste Qualität bei bestmöglicher Flächenausnutzung

Prozesshelligkeit messen und definieren!

Die richtige Prozesshelligkeit finden und erhalten

Der wichtigste Wachstumsfaktor in der Produktion von Pflanzen ist das Licht, das seine Wirkung über einen qualitativen Anteil und einen quantitativen Anteil entfaltet.

Die qualitative Wirkung des Lichts - Die Wirkung des Spektrums

Künstliche Lichtquellen besitzen verschiedene Spektren und fordern Pflanzen auf diese Weise in besonderem Maße heraus. Ähnlich wirkt das Bedeckungsmaterial von Gewächshäusern, dass wie ein Filter das Spektrum des einfallenden Sonnenlichts verändert. Während Bedeckungsmaterialien bereits nach Ihrem Transmissionsgrad ausgewählt werden und sich ständig neue Entwicklungen darstellen, stets mit dem Ziel das Sonnenlicht so unverfälscht wie möglich in das Gewächshaus einfallen zu lassen, wird diese Diskussion im Bereich der künstlichen Beleuchtung kaum geführt. Die LED-Technologie besitzt das Potential hier ein Veränderung herbeizuführen, allerdings häufig zu Ungunsten des Gartenbaus, denn während sich die Wissenschaft häufig auf die Ermittlung spezifischer Spektren für einzelne Kulturen konzentriert, fordert der Gartenbau zu recht eine Lösung die allgemein bessere Ergebnisse erlaubt. Das Spektrum der Apollo Serie ist dem Sonnenlicht nachempfunden und emittiert dieses mit nur einem LED-Typ. Hierdurch wird die Entscheidung zu einer künstlichen Beleuchtung mittels LED deutlich vereinfacht, denn die hervorragende Wirkung des Sonnenlichts muss nicht weiter erläutert werden. Auf diese Weise ist die Apollo Serie bereits allen Konkurenzprodukten überlegen, denn eine Adaption
der Pflanzen an ein abweichendes Spektrum entfällt. Sonnenlicht wird von allen Pflanzen richtig verstanden. Dies schließt den zusätzlichen Einsatz eines erweiterten Spektrums nicht aus, sondern macht diesen erst sinnvoll, denn soll eine besondere Wirkung des Lichts erzielt werden, kann diese zusätzlich erfolgen und muss nicht mitgekauft werden.

Die quantitative Wirkung des Lichts - Die Wirkung der Lichtsumme

Kann qualitativ hochwertiges Licht, wie durch die Apollo Seire mit SUNtech-Spektrum, emittiert werden, ist sicherzustellen, dass die Pflanzen genug Licht erhalten. Hierbei ist es wichtig Messungen durchzuführen, um die ideale Lichtsumme zu ermitteln. Am geeignetsten hierfür sind moderne, digitale PAR-Meter, also Spektrometer, die die photosynthetisch aktive Strahlung in einem Gewächshaus vermessen können. Eine Vermessung auf Basis der quantitativen Menge der einfallenden Photonen ist hierbei zu bevorzugen, um Vergleichswerte zu erzielen und eine eigene Prozesshelligkeit zu definieren. Der anzustrebende und aussagestärkste Wert ist die photosynthetisch aktive Photonenflussdichte, die international als PPFD abgekürzt wird. Der PPFD-Wert trifft eine Aussage darüber, wie viele photosynthetisch aktive Photonen pro Sekunde auf einen Quadratmeter treffen. Da Pflanzen im Rahmen bestimmter Wellenlängen fast alle auf das Blatt treffenden Photonen für die Photosynthese nutzbar machen, kann mittels des PPFD-Werts bestimmt werden, wie gut sich das einfallende Licht eignet eine Kultur mit Lichtenergie zu versorgen. Die photosynthetisch aktive Lichtsumme (DLI) eines Tages errechnet sich als Summe aus dieser Momentaufnahme. Um jedoch einen möglichst realistischen Wert zu erhalten ist es sinnvoll mehrere Messungen an verschiedenen Stellen des Gewächshauses durchzuführen und diese situationsangepasst zu wiederholen.

Einflussfaktoren auf die Lichtsumme

Die Lichtsummen in Deutschland variieren in Abhängigkeit von der Jahreszeit, der nördlichen und örtlichen Lage des Gewächshauses und sind direkt von den baulichen Gegebenheiten des Gewächshauses und dessen Exposition abhängig. Weitere Faktoren sind benachbarte Bauten, wie Windkraftanlagen und andere, oder auch Heizungselemente und aufgehängte Ampeln. So variieren die von uns bisher im Frühjahr und Winter gemessenen Lichtsummen in deutschen Gewächshäusern zwischen 5 und 30 mol/m²/d DLI. In den Sommermonaten liegen diese Werte deutlich höher zwischen 10 und 60 mol/m²/d DLI. Entscheidenden Einfluss hat neben den genannten Faktoren der Reflexionsgrad der Bedeckung, dessen Sauberkeit, Diffusität und dessen Alter. Verluste zwischen 40 und 70% der einfallenden Strahlung sind hierbei nicht selten. Schnell werden dann, vor allem im Winter/Frühjahr, optimale Lichtsummen unterschritten, die durchschnittlich bei mindestens 12 bis 16 mol/m²/d liegen. Die durchschnittlich durch uns ermittelten Werte lagen häufig bei nur 2 bis 5 mol/m²/d. Einen weiteren häufig unterschätzten Einfluss auf die Lichtsumme nimmt das Wetter in Form des herrschenden Bedeckungsgrads. Wetterphasen mit trüben Wetter nehmen in vielen Regionen zu und verfälschen häufig die Erzielung optimaler Tageslichtsummen.

Die Prozesshelligkeit definieren und erhalten

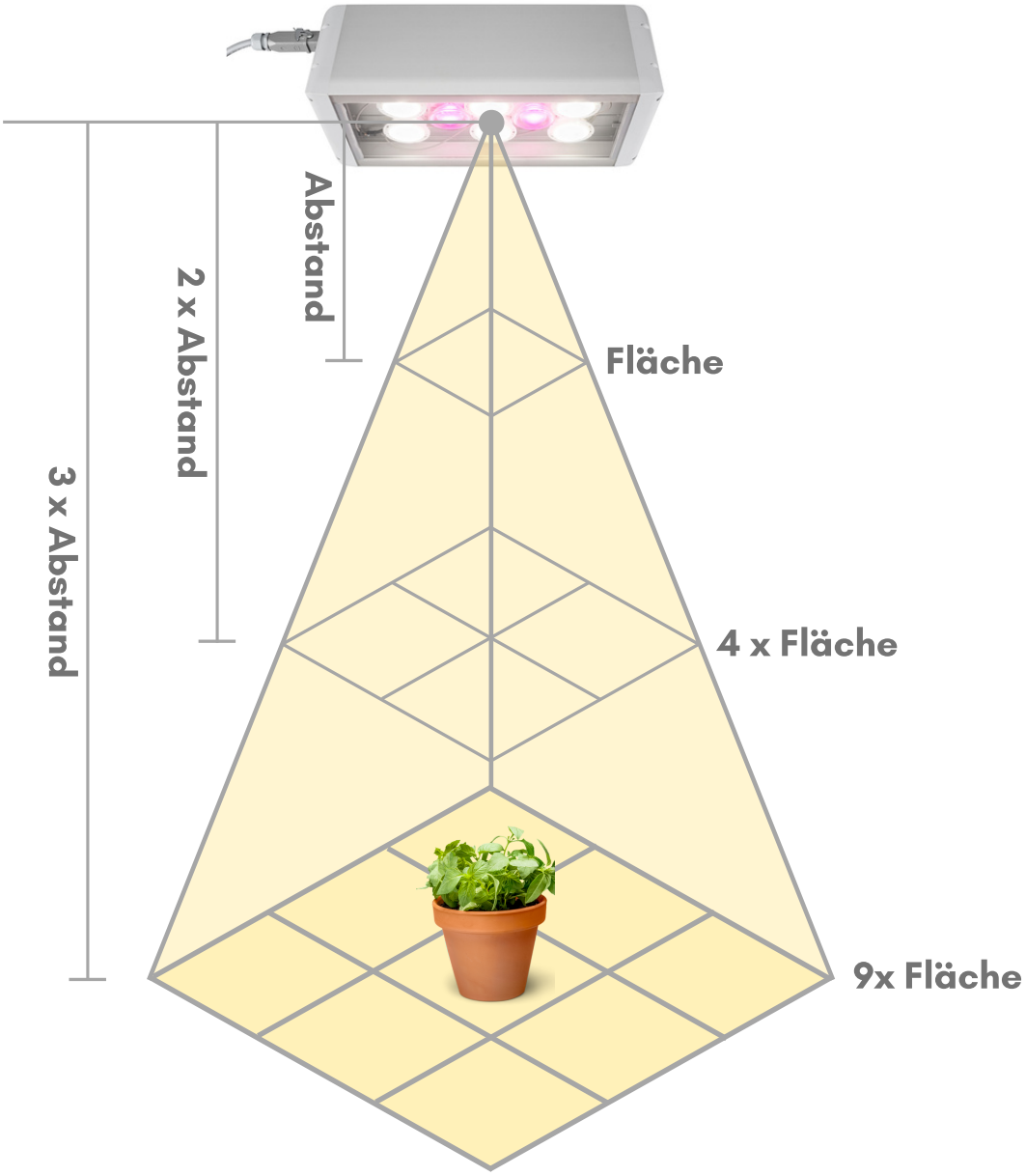
Die optimale Prozesshelligkeit lässt sich nur innerhalb des Gewächshauses definieren, denn hier kommen alle Einfluss nehmenden Faktoren zusammen. Um einen Überblick über die Lichtsituation zu verschiedenen Tageszeiten und eventuell stärker beschattete Bereiche im Gewächshaus zu erhalten, sollten Messpunkte festgelegt werden, an denen wiederholt gemessen wird. Eine Drittelung des Tages und die Messung zu verschiedenen Jahreszeiten und Wettersituationen ist dabei sinnvoll und empfehlenswert. Alternativ lässt sich die Apollo Serie mittels des CloudSensors, einem regelmäßig messenden Spektrometer, in Echtzeit ansteuern. Die Apollo-Systeme werden dann softwareseitig gedimmt bzw. bei ausreichendem Lichteinfall ausgeschaltet, so dass eine optimale Lichtsumme ohne Aufwand erreicht und Kosten deutlich gesenkt werden können.

Unterstützung bei der Ermittlung der optimalen Prozesshelligkeit

Gerne unterstützt unser Team aus Gartenbauingenieuren und Lichttechnikern Ihr Vorhaben der Verbesserung Ihrer Prozesshelligkeit. Dabie hilft unser umfangreiches Wissen gärtnerischer Kulturen ebenso, wie unsere Technik, denn gerne versenden wir zur Aufnahme der Lichtsituation in Ihrem Betrieb unsere vollautomatischen CloudSensoren, die Sie in Ihren Bestand stellen können und die Lichtsituation aufzeichnen. Mittels des Einsatzes schon weniger Sensoren sind wir in der Lage Ihnen einen umfangreichen Bericht zur Ausleuchtung Ihres Gewächshauses zu geben und Ihnen Empfehlungen zu unserer Assimilationbeleuchtung zu geben. Unsere Empfehlungen richten sich dabei nach Ihren Wünschen und sind stets auf Ihre Kulturen abgestimmt. Dabei können wir darüber hinaus auch in den Bereichen angepasster Arbeitsprozesse, Düngung und Energieeinsparung beraten. Wir freuen uns auf Ihre Anfrage.

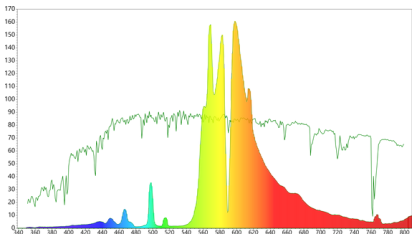
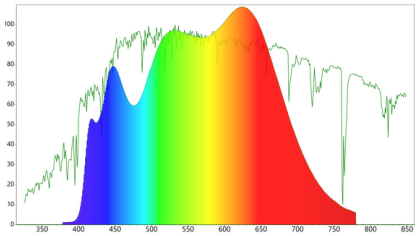
Homogenität und Intensität

Um eine homogene, ausreichend starke Beleuchtung Ihrer Kulturen zu ermöglichen ist es wichtig einige Faktoren der Assimilationsbeleuchtung zu kennen: Der wichtigste Faktor ist der Abstand zu Ihrer Kultur, denn wenn Sie den Abstand von der Lichtquelle verdoppeln, muss das Licht die vierfache Fläche ausleuchten. Wenn Sie den Abstand verdreifachen, sogar die neunfache Fläche. Dieses Abstandsgesetz beschriebt wie die Beleuchtungsstärke über die Distanz abnimmt. Wenn wir die Entfernung 2 zum Quadrat nehmen, erhalten wir 4, umgekehrt wäre das 1/4, ein Viertel der ursprünglichen Lichtleistung - nicht nur die Hälfte. Das Licht fällt also nicht linear, sondern quadratisch mit dem Abstand ab. Erhöht man den Abstand um das Dreifache, wird zwar eine neunfach so große Fläche ausgeleuchtet, aber die Lichtstärke beträgt nur noch 1/9 vom Ursprungswert. In der Folge sinkt der PPFD-Wert und für die gleiche Lichtsumme muss eine längere Beleuchtungszeit erzielt werden oder es werden Lampen miteinander kombiniert.



INVESTITIONSRENDITE

430 W P1 GROW LIGHT VS. HPS 1000 W LIGHT

Leuchten		
	HPS 1000 W	APOLLO
Spektren		
Menge	1 Stk.	1 Stk.
Preis 1 Stk.	€ 300	€ 860
Kosten für den Lampenwechsel in fünf Jahren	€ 56 x 5 a = € 280	€ 0
Arbeitskosten für den Lampenwechsel in fünf Jahren	€ 20 AKh x 5 a = € 100	€ 0
Stromkosten in fünf Jahren € 0,15/kWh x 15h/d	€ 2,25 x 365 d x 5 a = € 4.106,25	€ 0,97 x 365 d x 5 a = € 1.770,25
Gesamt	**€ 4.786,25**	**€ 2.630,25**
Fazit	Sie sparen **€ 2.156** mit der P1 in fünf Jahren.	

FUTURELED Assimilationsbelichtung = Ihr Kostenvorteil

Der Betrieb einer FUTURELED LED-Belichtungsanlage spart vom ersten Tag an bares Geld!

Die Apollo-Serie liefert nicht nur ein besseres Spektrum, sondern kann deutlich häufiger zum Einsatz kommen als eine Natriumdampflampe mit 1000 W (1000 W HPS), dem am häufigsten eingesetzten Lampentyp in der gartenbaulichen Assimilationsbeleuchtung.

Der um 50% niedrigere Energieverbrauch erlaubt ein häufigeres Zuschalten, als die vergleichbare 1000 W HPS, so dass Sie Ihre Kultur bei dennoch niedrigeren Kosten häufiger beleuchten können. Bei gleich häufigem Einsatz sind die Energiekosten um über die Hälfte gesenkt.

Ein Leuchtmittelaustausch, der bei einer 1000 W HPS notwendig ist, entfällt bei der Apollo-Serie vollständig. Mit einer gleichbleibenden Leistung von 50.000 Stunden und mehr sind LEDs deutlich langlebiger als die Leuchtmittel klassischer Assimilationslampen. Abgesichert wird diese Leistung durch das ausgereifte Kühlungskonzept der Lumitronics P1, das selbst widrigsten Bedingungen widersteht.

In Summe führt dies über einen Abschreibungszeitraum von 5 Jahren zu einem Einsparpotential von 2.156,00 € pro eingesetztem Apollo-System.

Hinzukommen weitere geldwerte Vorteile, die in diese Rechnung noch nicht eingeflossen sind:

- Das Erzielen deutlich höherer Intensitäten wird u.a. aufgrund des höheren Schutzstandards IP55 der Apollo möglich, den HPS-Lampen nicht gewährleisten. Auf diese Weise sind die Apollo deutlich näher an der Kultur führbar, ohne das arbeitstechnische Risiken auftreten würden.
- Durch die optionale Dimmbarkeit lässt sich ein weiteres Energiesparpotential nutzen, denn der Verbrauch sinkt bei gedimmten LED-Systemen. Erfolgt überdies die Dimmung und Schaltung über den Cloudsensors so kann jede noch so kurze natürlich helle Phase ohne den Einsatz der Zusatzbeleuchtung genutzt werden. Da sich FUTURELED LED-Systeme ohne Verzögerungen schalten lassen, werden Sie flexibel. Dieses Einsparpotential kann weitere 30 % bedeuten, so dass sich die Mehrinvestition sehr schnell rentiert.
- Das bessere Spektrum und die erreichbaren Lichtsummen führen zu einer deutlichen Steigerung der Qualität Ihrer Pflanzen. Erzielen sie zukünftig deutlich bessere Verkaufspreise Ihrer Ware und sparen Sie zusätzlich Geld.
- Verringern Sie den Ausschuss, bewurzeln Sie effektiver und reduzieren Sie den Stress Ihrer Pflanzen in den dunkleren Jahreszeiten effektiv.

FUTURELED

FUTURELED GmbH
Holzhauser Str. 139
13509 Berlin

+49 (0) 30 - 57708920

sales@futureled.de

www.futureled.de

EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Landwirtschaftsfonds
für die Entwicklung des
ländlichen Raums

eip-agri
AGRICULTURE & INNOVATION