

# Lichtsysteme für „Growing businesses“

Stefan Kwetkat (CTO), SCAUT-Symposium, 17.09.2019

- Start-up (\* 2018)
- Markteinführung der STRONGERTUBE in 2016
- 100% Tochter der Zalux / Trilux Lighting Gruppe, BU “farming”
- LED plant and animal centric illumination



**TRILUX**  
SIMPLIFY YOUR LIGHT.





## **Animal farming**

(Poultry / Pig / Cattle )



## **Greenhouse farming**

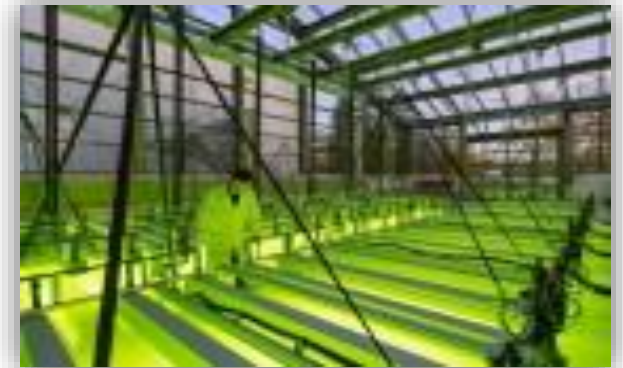
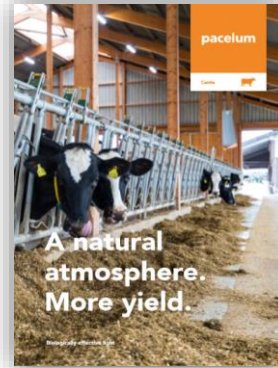
(High bay / interleave / shelf lighting)



## **Algae breeding / industrial farming**

# Unsere Vision

- The best light for growing business
- Spektral optimiertes Licht > Tierwohl > Zuchterfolg
- Bindeglied zwischen Forschung und Industrie



# Inhalt der Präsentation

- Was ist LICHT?
- „Sieht“ eine Pflanze anders?
- Welche Vorteile bringt die Gewächshaus-Zucht?
- Was macht eine hohe Qualität der Beleuchtung im Gewächshaus aus?





**pacelum**





**pacelum**



A photograph of a dense, moss-covered forest floor. Sunlight filters through the trees, creating a hazy, ethereal atmosphere. Large tree roots are visible on the ground, and the vegetation is thick with moss and ferns. The scene is captured from a low angle, looking up towards the canopy.

pacelum



A photograph of two mushrooms growing in a forest. The mushrooms have light-colored, gilled caps and thick, textured stems. They are surrounded by lush green foliage and moss. Sunlight filters through the leaves, creating a dappled light effect. In the top right corner, there is an orange rectangular box containing the word "pacelum" in white lowercase letters.

**pacelum**



# Licht als Rhythmus der Natur

pacelum





# Licht als physikalisches Spektrum

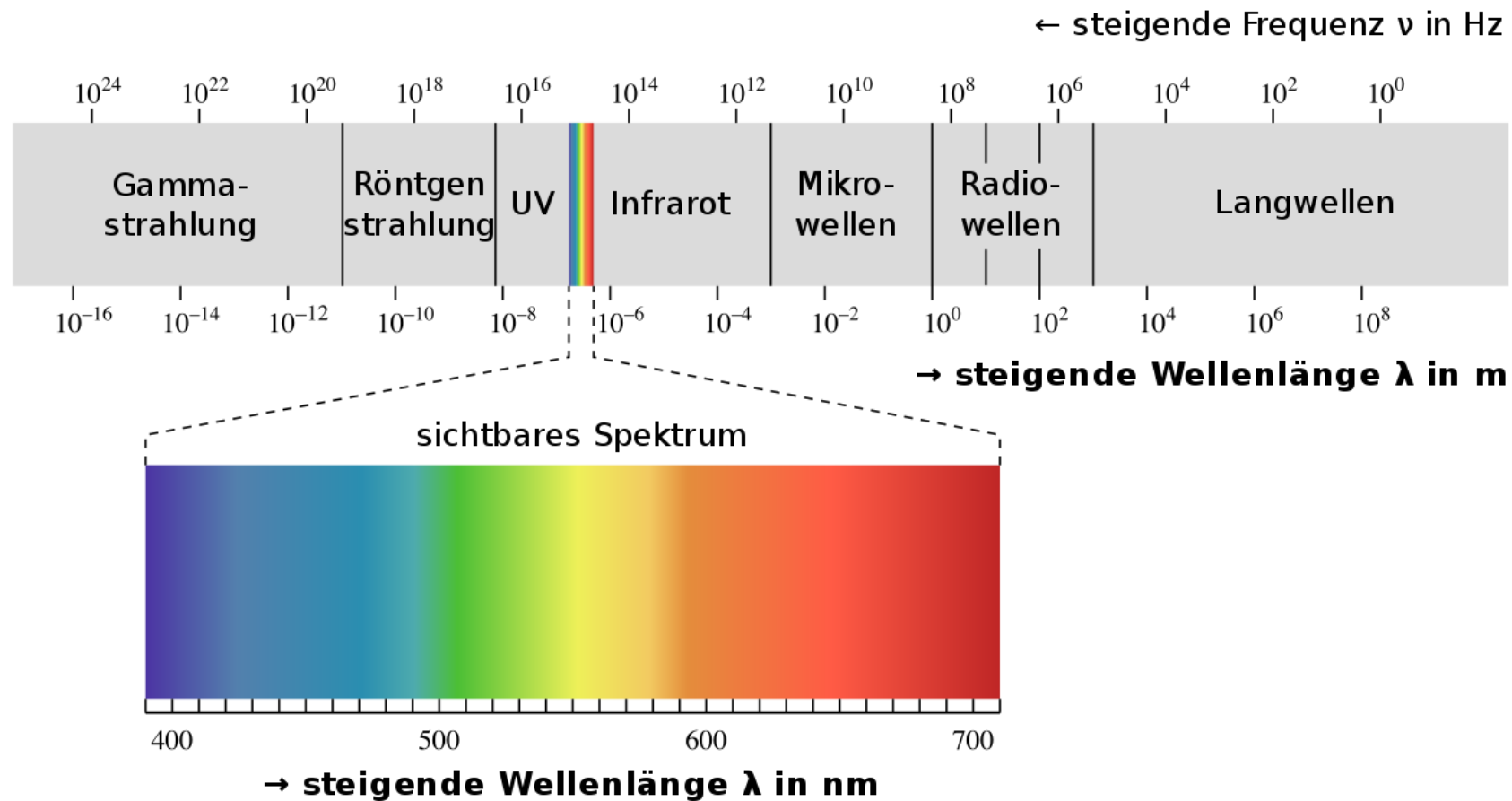
pacelum



# Was ist LICHT?

## Elektromagnetische Strahlung

pacelum



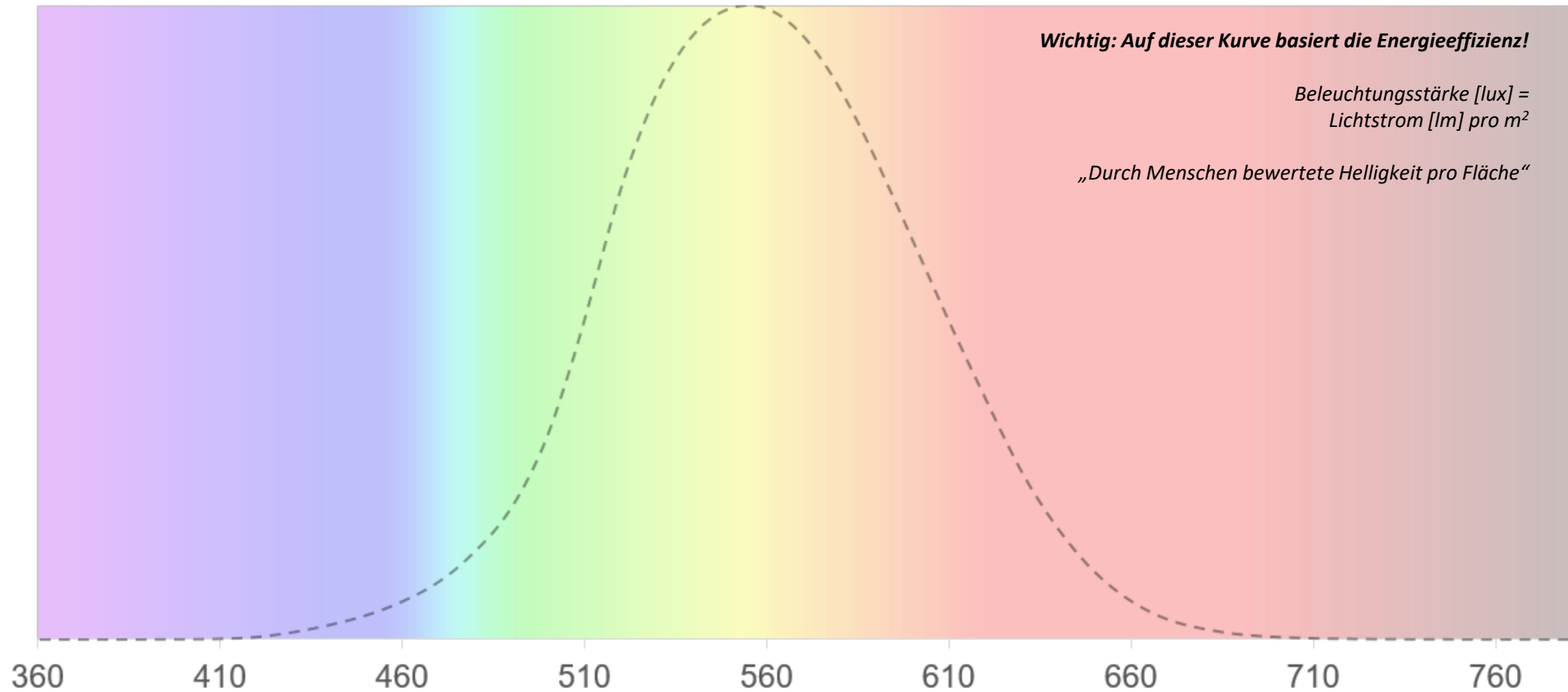


# Was ist LICHT?

pacelum

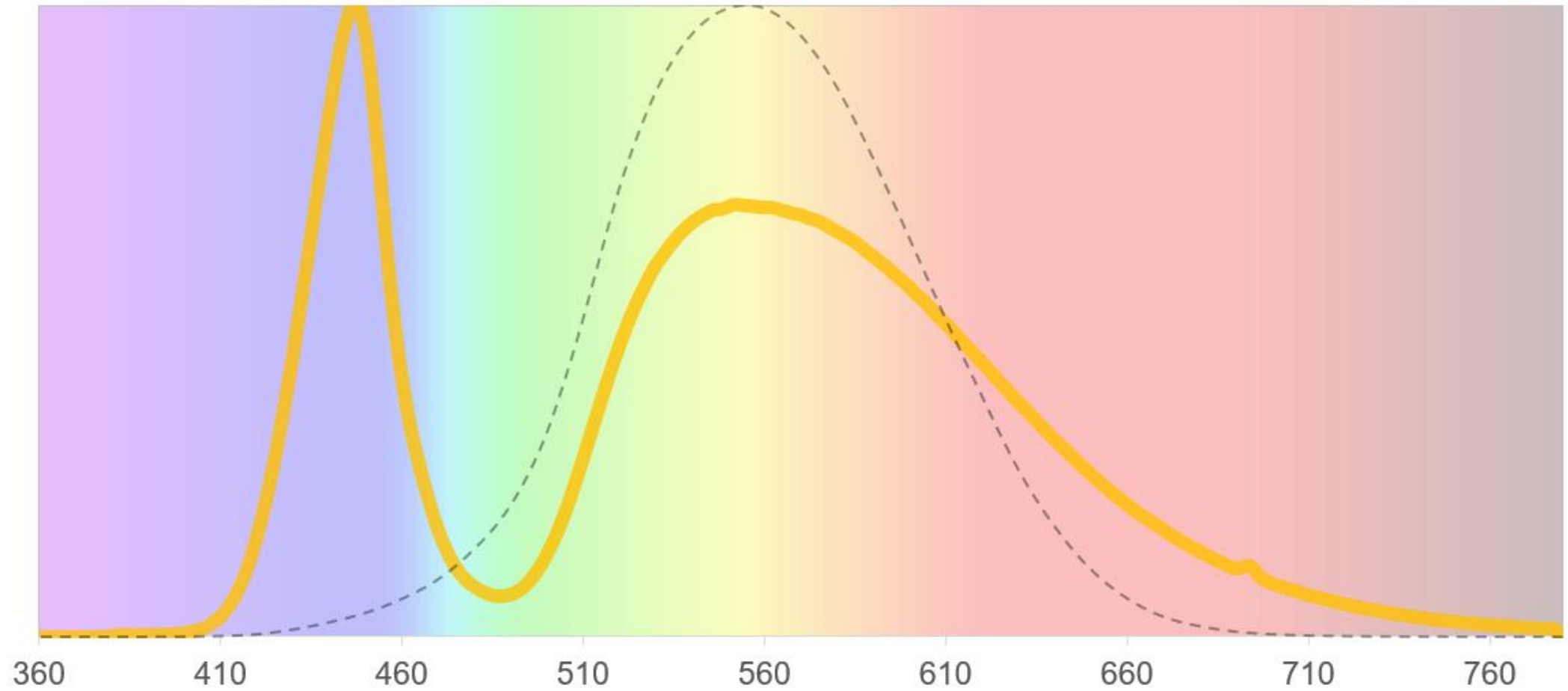


Elektromagnetische Strahlung → Spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges  $V(\lambda)$  → Photometrische Größen





**pacelum**



## Beleuchtung

- Erhellung eines Objektes,  
z.B. als Arbeitslicht
- Angabe der  
Farbtemperatur, z.B.  
4000 K (Emotionales Ziel)

versus



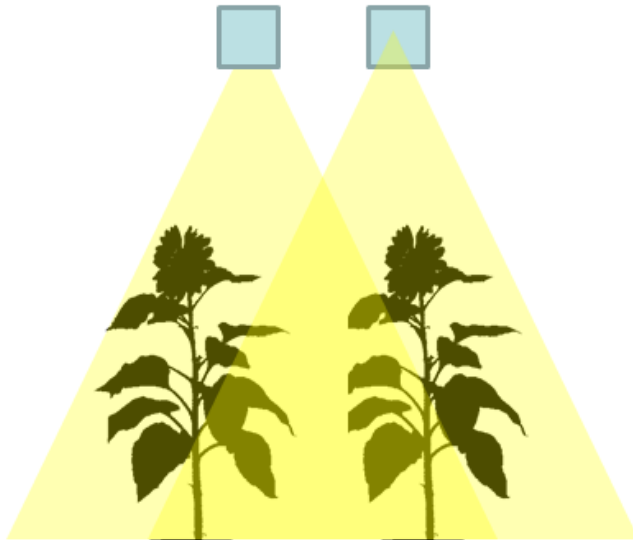
## Belichtung

- Nutzung des Licht-  
spektrums für einen aktiven Effekt  
z.B. in der Pflanzenbeleuchtung
- Spezielle Spektren  
(Funktionales Ziel)





# Effekte der Gewächshaus-Beleuchtung



Top lighting / aisle

- Kontrolliere Photosynthese und Ausbeute
- Hemmen oder fördern der Blüte  
(photoperiodische Lichtsteuerung)
- Verkürzung Time-to-Market  
(im Vergleich zum konventionellen Anbau)
- Verbesserung der Erntequalität (Änderung der Form, des Aussehens, des Geschmacks und der Nährstoffeigenschaften)

# Phasen des Pflanzenwachstum

## *Vegetatives Wachstum*

- Wurzelbildung, Längenwachstum.
- Erste Wachstumsphase
- Beruht auf Zellteilung

## *Generatives Wachstum*

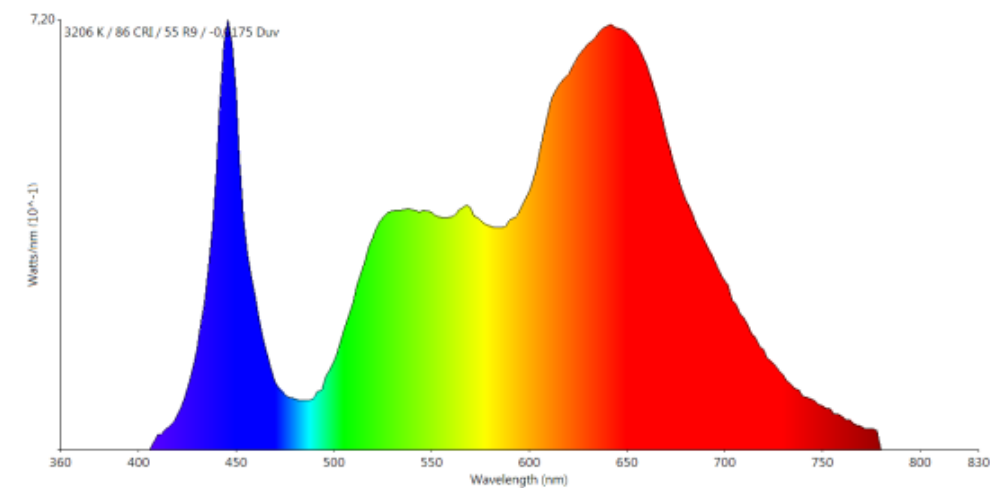
- Blütephase, Wachstum der Fortpflanzungselemente wie Blüten und Fruchtstände
- Zweite Wachstumsphase



# LeafLight



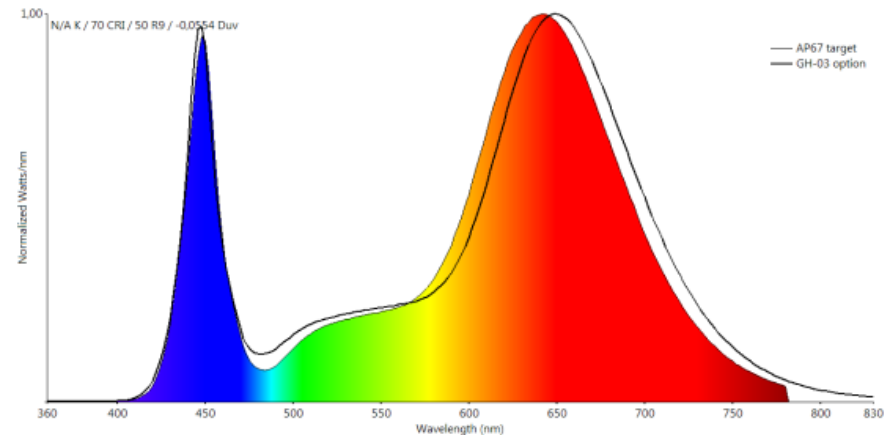
- Spektrum optimiert für balanciertes, vegetatives Wachstum
- Blattgemüse & Zierpflanzen



Performance @ Tc = 65C / 700mA						
	< 400nm	400 – 500nm	500 – 600nm	600 – 700nm	700 – 800nm	"Waste"
% [μmol]	0,3%	13%	27%	49%	11%	< 11%
		B / R	B / G	B / FR	B / (FR+R)	R / FR
Ratios		1 : 4,8	1 : 2	1 : 1	1 : 5,8	1 : 0,2

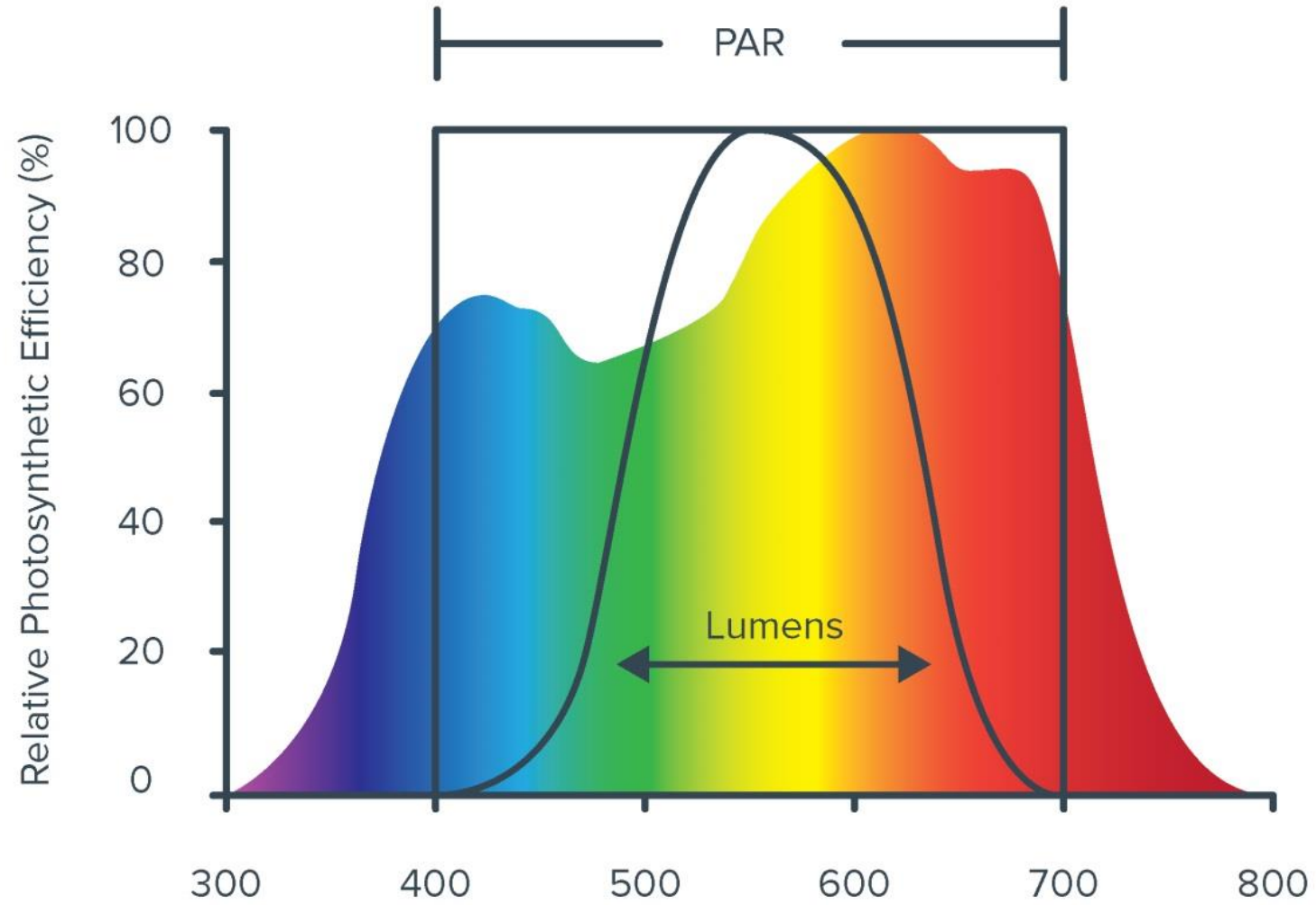
# BloomLight

- Spectrum optimiert für generatives Wachstum
- Perfekte Blütenbildung
- Geeignet für die meisten Gemüse, Blumen und Baumsetzlinge
- Ideal für Rosen und Orchideen



Performance @ Tc = 65C / 700mA						
	< 400nm	400 – 500nm	500 – 600nm	600 – 700nm	700 – 800nm	"Waste"
% [μmol]	0,2%	17%	24%	55%	5%	< 5%
		B / R	B / G	B / FR	B / (FR+R)	R / FR
Ratios		1 : 3,3	1 : 1,4	1 : 0,3	1 : 3,6	1 : 0,1





# Definitionen

**PAR** = photosynthetic active radiation, 400-700 nm

**PBAR** = photobiologic active radiation, 280-800 nm

**PPF** = Photosynthetic photon flux = PAR per second [ $\mu\text{mol/s}$ ]

**PPFD** = photosynthetic photon flux density [ $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ ]

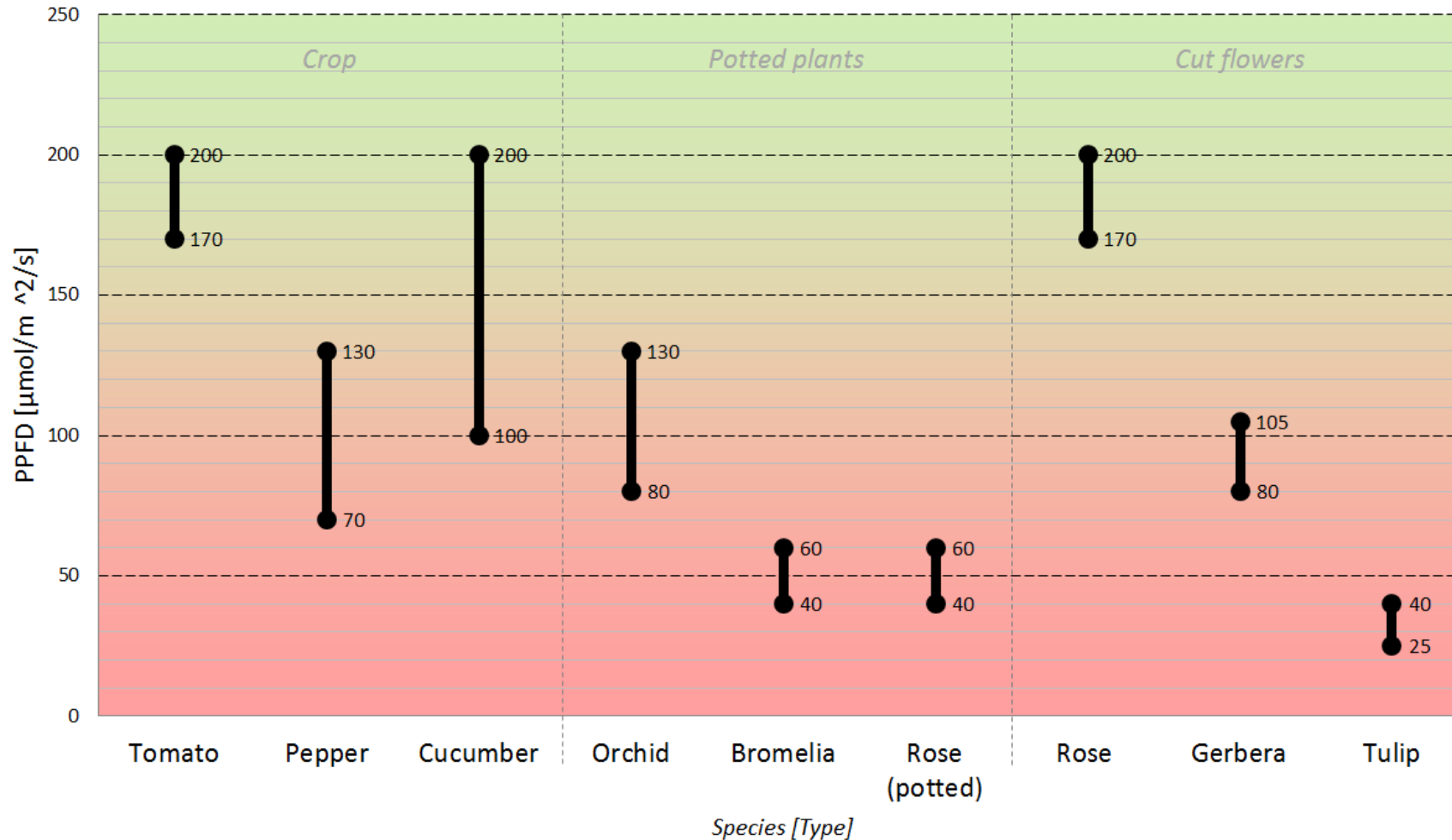
**DLI** = daily light integral [ $\text{mol/m}^2/\text{d}$ ]

*Mol = Anzahl / Avogadro-Konstante, 1  $\mu\text{mol}$  ~ 602 Quadrillionen*



# Notwendiger PPFD für typische Pflanzen

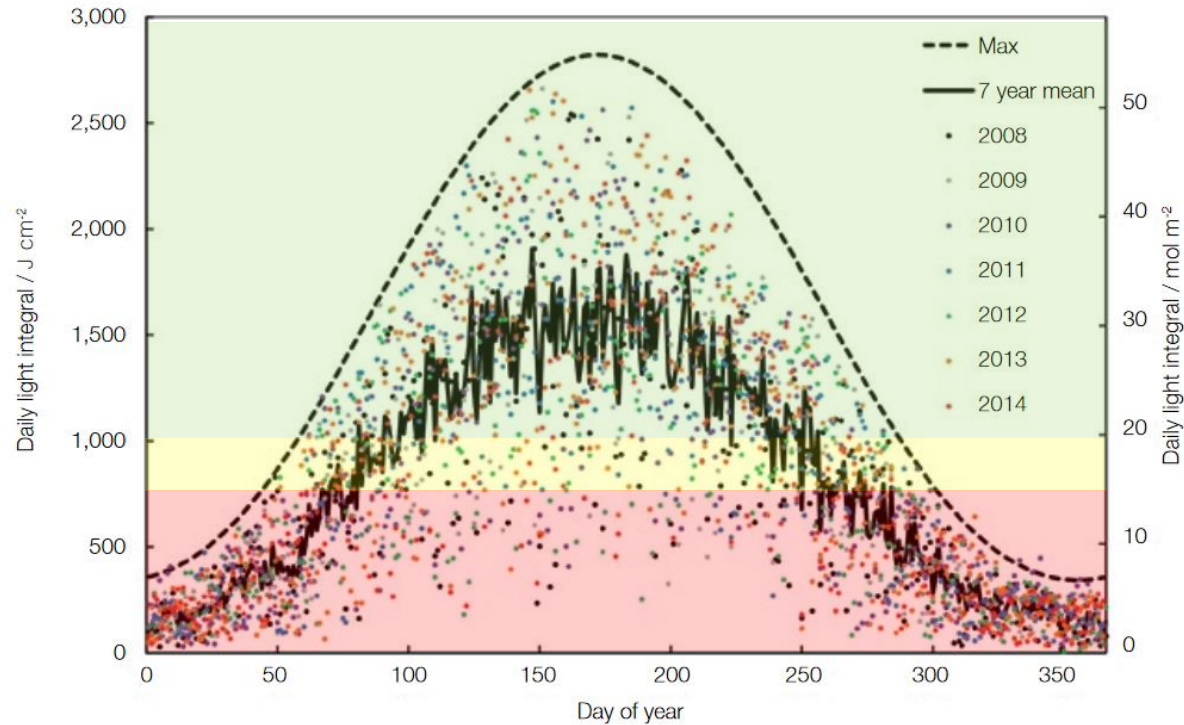
pacelum



# Day light integral (DLI)

pacelum

$\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	24 h
100	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9
200	6	6	7	8	9	9	10	11	12	12	13	14	14	15	16	17	17
400	12	13	14	16	17	19	20	22	23	24	26	27	29	30	32	33	35
600	17	19	22	24	26	28	30	32	35	37	39	41	43	45	48	50	52







Beispiel: Die Beleuchtung von Tomaten in einem Gewächshaus mit einer Installationshöhe von 2 Metern und einer Einschaltdauer von 20 Stunden muss DLI von  $20 \text{ Mol/d} \cdot \text{m}^{-2}$  aufweisen

Die Beleuchtungsfläche der Pacelum Leuchten bei 2 m Installationshöhe ist  $7.4 \text{ m} \times 7.28 \text{ m}$  (mit  $38.4 \text{ } \mu\text{mol/s} \cdot \text{m}^{-2}$ )

Wie viele Leuchten werden benötigt?

Rechnung:  $20 \text{ (DLI)} = x \text{ (PPF)} * 10^{-6} \text{ (}\mu\text{)} * 60 \text{ (seconds)} * 60 \text{ (minutes)} * 20 \text{ (hours)}$

$\gg \text{PPFD} = 277 \text{ } \mu\text{mol/s} \cdot \text{m}^{-2}$

7 Leuchten müssen installiert werden (oder besser: 0.134 pro qm)

# Unser Leuchtensystem

- Robustes, gasdichtes Gehäuse (IP69K, IK09)
- 45 Watt, flicker-freie, analoge Dimmung
- 2 alternative Spektren: Bloom & Leaf





Dauerhaft erfolgreiche Beleuchtung erfordert Absprachen Ihres Anforderungsprofils und unsere, computergestützte Lichtplanung.



Ein „einfacher“ Privatkau im Baumarkt führt leider oftmals zu nicht vergleichbaren Ergebnissen ... Je mehr Informationen der Planer zur Verfügung hat, desto besser und genauer ist das Ergebnis!

**The best light for  
growing business.**