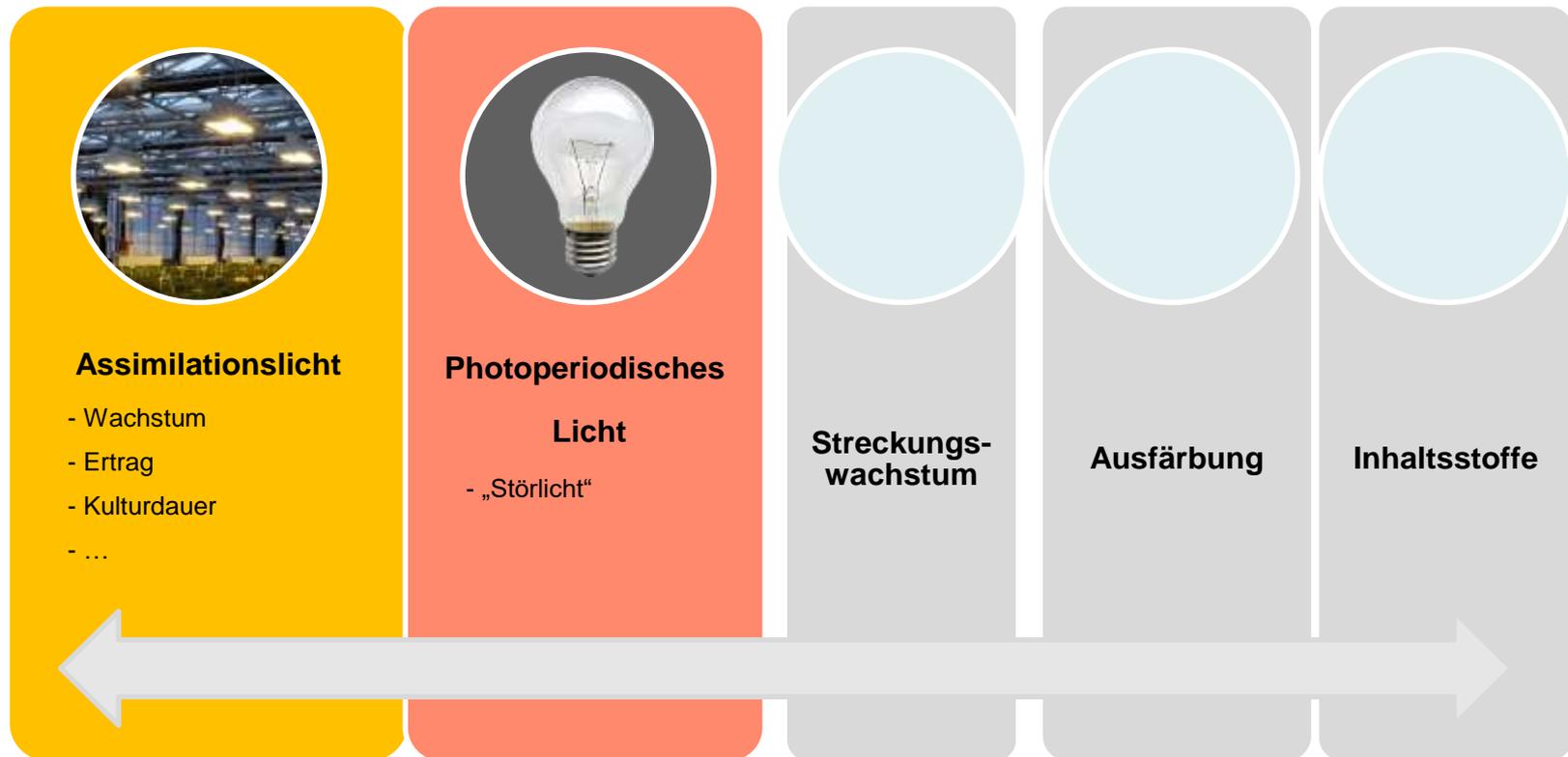


LED – Belichtung im Zierpflanzenbau

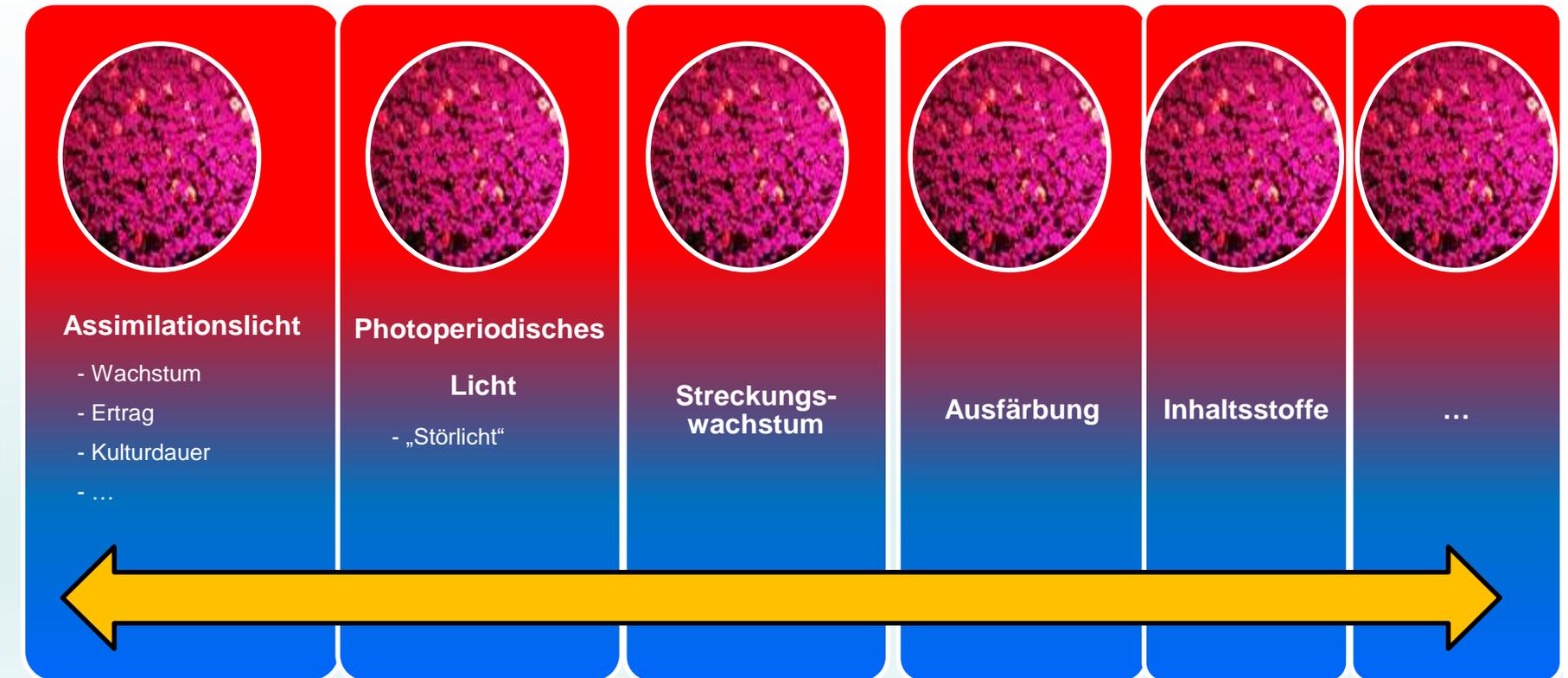


Wachstum steuern mit Licht!

Bisher:



Wachstum steuern mit LED-Licht?

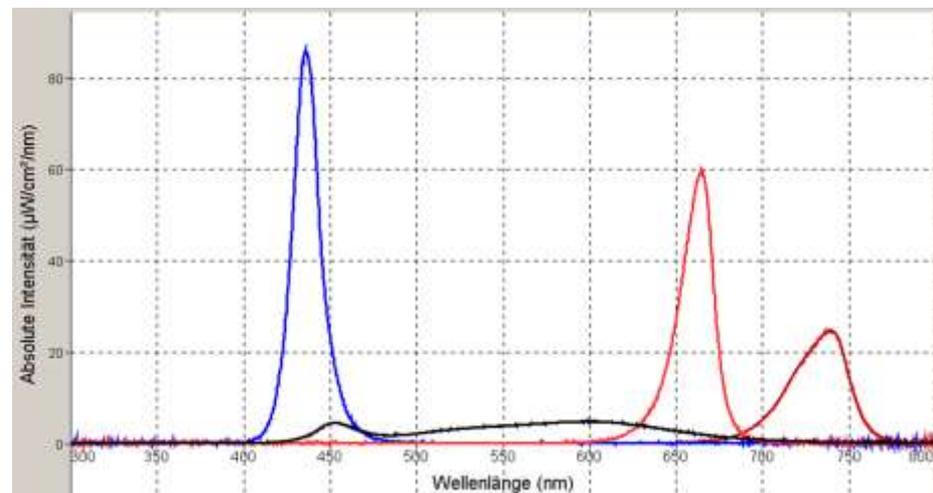


LED Produktionsmodul III

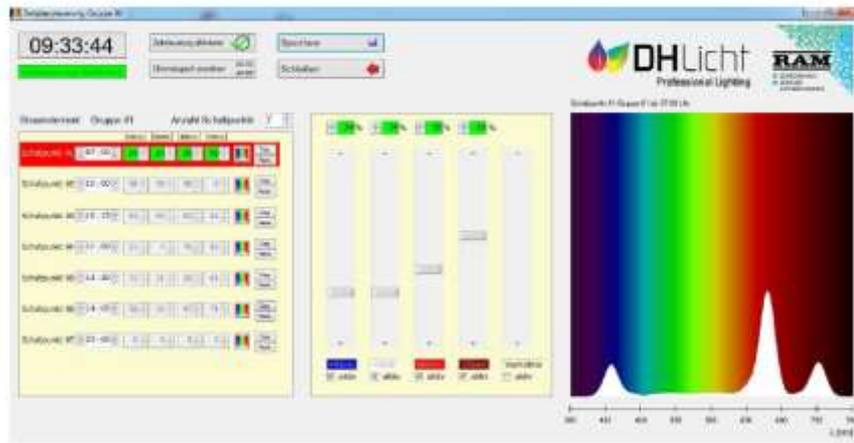


- Material: Aluminiumprofil
- LEDs pro Modul: 80 Stück
- Leistung pro Modul: 180 Watt

- Spektralfarben:
Blau (440 nm)
Weiß (4000 K)
Hellrot (660 nm)
Dunkelrot (730 nm)



VisuSpectrum



ViSuELL



Assimilationslicht	100 % (alle LED)
spezifische Effekte:	50 % (nur Blau)
Streckungshemmung:	25 % (nur Hellrot)
Störlicht:	10 % (Hell-/Dunkelrot)





DE WEEK **IN BEELD**

PLUKKEN ONDER NIEUWE LEDLAMPEN

Bij kershof de Houtkamp in Beek worden alweer een tijdje grotere onderpluukers voor de opbrengste van ledlampen.

Wat is hier bijzonder aan? Ledlicht is toch al vrij recent!
Ja, dat zijn populaire inbouwspots omdat het gewas het pret te vullen heeft. Deze lampen van Julekto-Green zijn bijzonder omdat ze stroom zijn en een led-planten hangen.

Waarom stroom?

Tel Gerrit van Doelen wilde niet wachten, anders zou het zijn. Groenpluuking in de ochtend start hij met Sun-7 en zelfs ledlicht. Als de gewas waartevraag meer is, dan schakelt hij de Sun-7 uit en gaat de led naar voor. Het lichtniveau is in beide situaties 100 procent. Daarnaast de instelling bewaart, open de led terug naar rijk. Met een week voor de zon gaan ze weer aan. Deze strategie bestaat hem Beek met stroom.

En waarom ledlicht?

Daar is verbeeld in vier afbeeldingen wat als een eigen manier om de lamphoogte te regelen. De laatste hoogte is zo om boven het gewas, want van Doelen. Zo dringt het licht dieper door in het gewas en schijnt het naar op het pad. Met de Sun-7 lampen wel doen. Bij een jonger gewas kunnen de lampen lager hangen. Tijdens de gewasafbouw worden ze opgeklapt, en dat gebeurt ook in de spreekruimte van de... En zijn waterlicht, maar de led-sonne met 8000K het werken" zegt de stroom. Voor het project heeft hij een subsidie ontvangen van het Regionaal Innovatiefonds van FrieslandCampus.

WIE IS HET? Julekto-Green

Waarom niet de Houtkamp te zien?

Begonia `Peggy`

ViSuELL



LED
80 % Hellrot
20 % Blau



LED
100 % Blau



Natriumdampf-
Hochdrucklampe

Campanula ,Spring Bell Blue'

Natriumdampf-
Hochdrucklampe



LED
100 % Hellrot



LED
50 % Hellrot
50 % Blau



LED
33 % Hellrot
33 % Blau
33 % Weiß



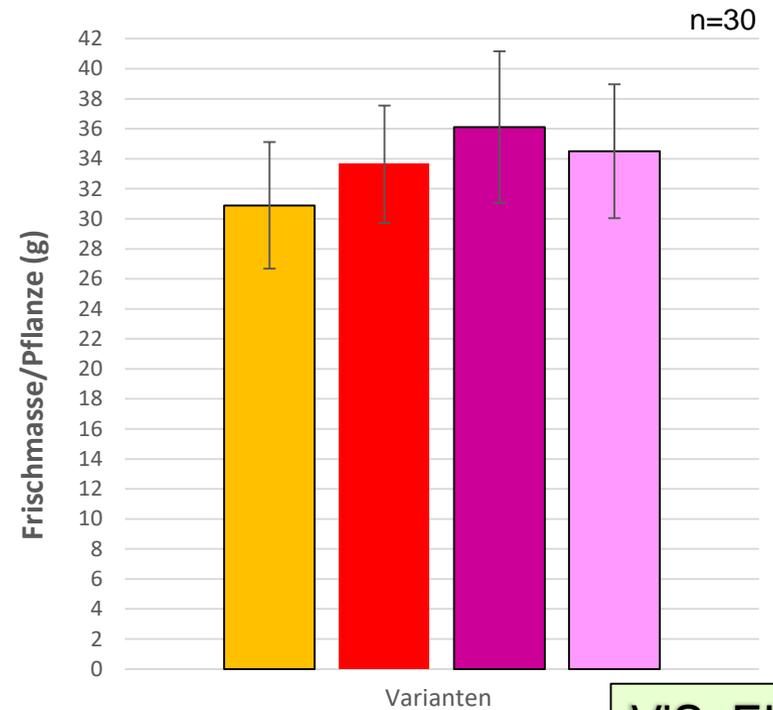
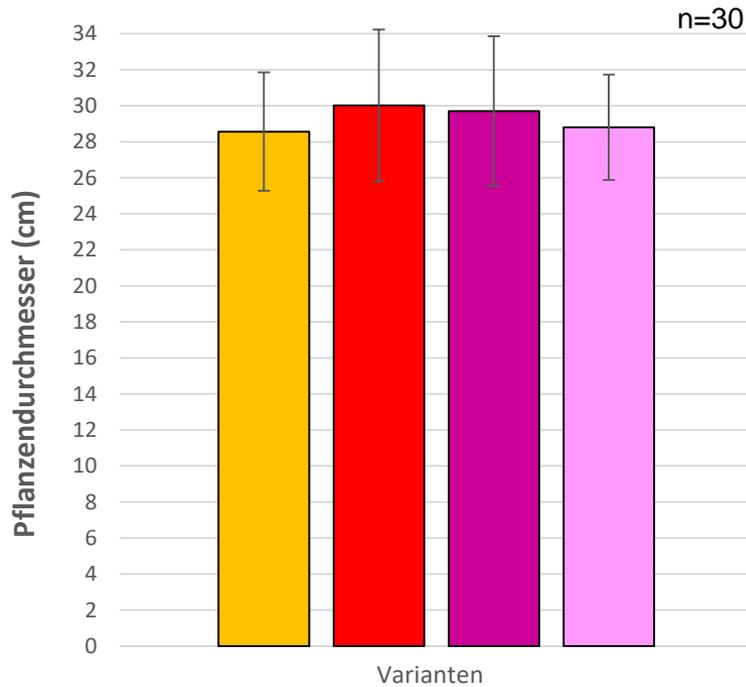
ViSuELL

ca. 65 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$

Campanula 'Spring Bell Blue'



- Natriumdampf-Hochdrucklampe
- Hellrot
- Hellrot und Blau
- Hellrot, Blau und Weiß



ViSuELL

Campanula ,Iris'

Natriumdampf-
Hochdrucklampe



LED
50 % Hellrot
50 % Blau



LED
100 % Hellrot



LED
33 % Hellrot
33 % Blau
33 % Weiß



ViSuELL

ca. 65 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$

Topfrose 'Apache Kordana'

- Natriumdampf-Hochdrucklampe
- Hellrot
- Hellrot und Blau
- Hellrot und Weiß



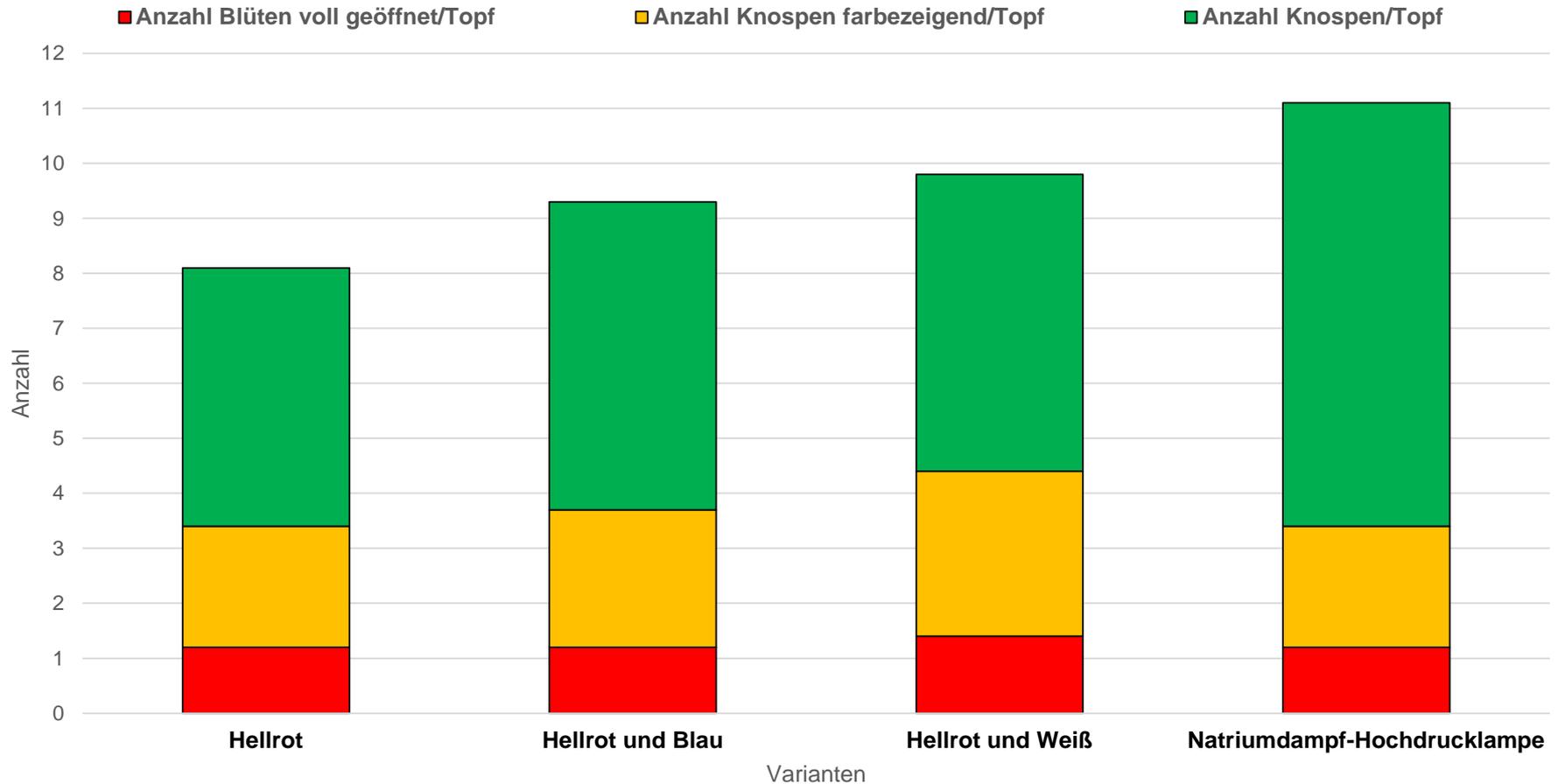
ca. 65 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$

ViSuELL



Topfrose 'Apache Kordana'

ViSuELL



Spezifisches Spektrum für die Photosynthese

LED-Spektren besitzen keine ausgeprägten spezifischen photosynthetischen Wirkungen.
(„Es gibt keine Wunderphotonen!“)

Photosynthetisch scheint Mischlicht am effektivsten!

... so lange es um Massenbildung und Organbildung geht.

Photorezeptoren:

Phytochrome

Cryptochrome

**Phototropine
ZTL family**

UVR8 (UV-B)

Morphogenetische Prozesse:

- Streckungswachstum
- Habitus
- Seitentriebbildung
- Stomataöffnung
- ...

Phototropismus

Rolle im Photosyntheseapparat:

- Chloroplastenbildung
- Ausrichtung der Pigmente
- circadiane Uhr
- ...

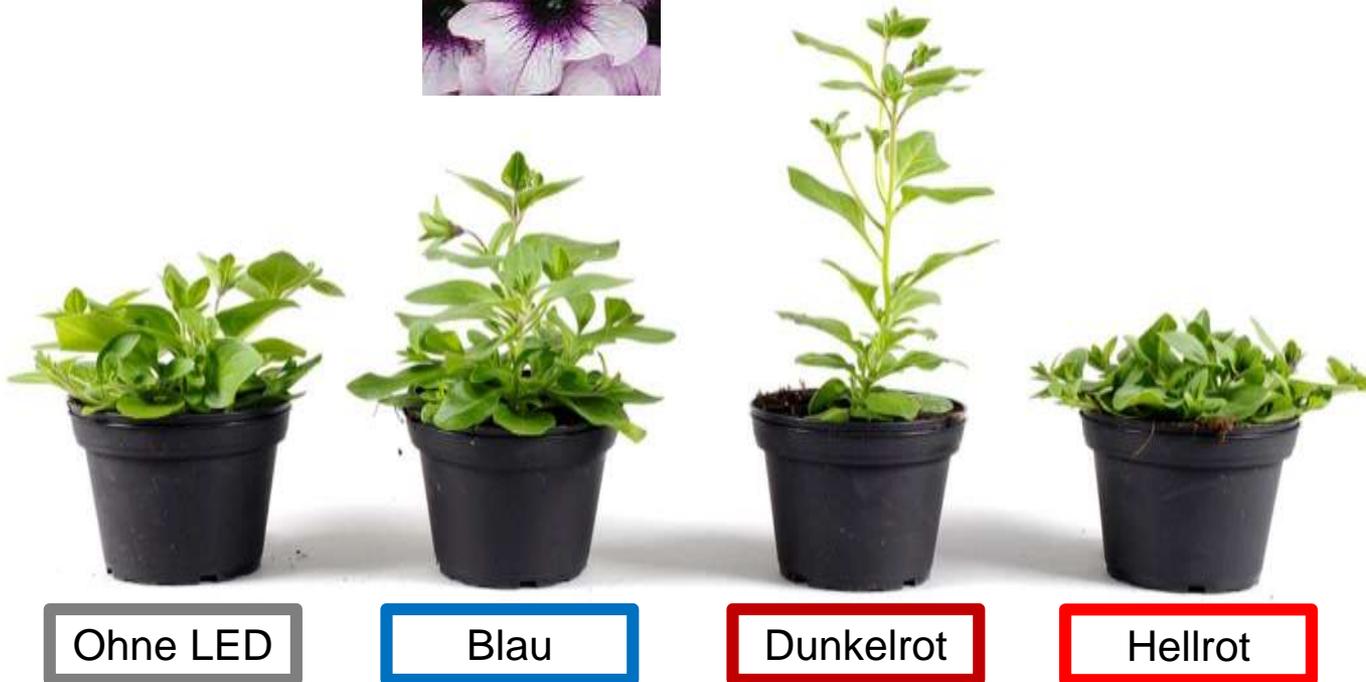
Farbstoff- und
Inhaltsstoffsynthese

Streckungswachstum

'Lilac Dark Vein'



KW 8 getopft
Beleuchtungsdauer: SA-SU



nach 4 Wochen Differenzbehandlung

ViSuELL

'Red 2016'

KW 8/2016 getopft
Beleuchtungsdauer: SA-SU



ohne LED

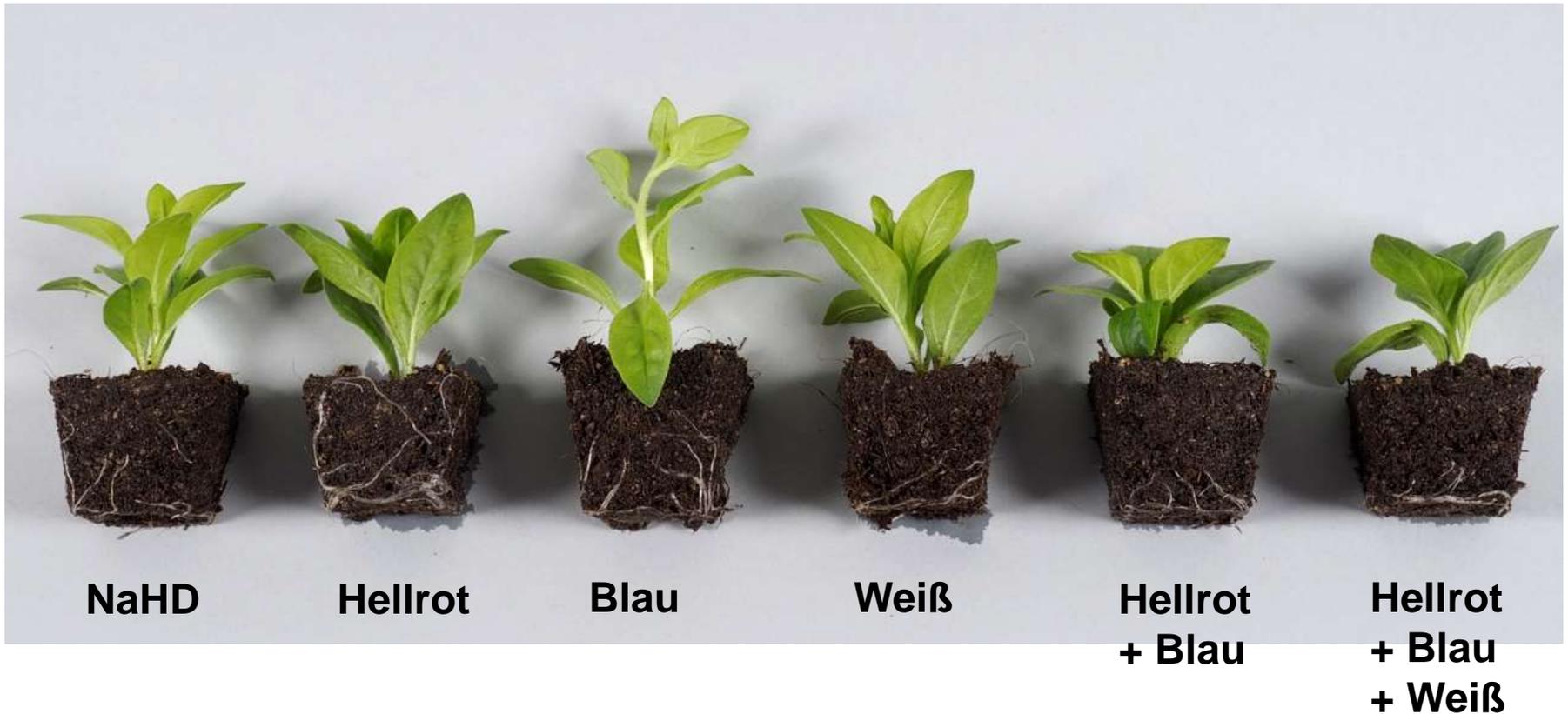
Blau

Dunkelrot

Hellrot

zu Versuchsende

Streckungswachstum



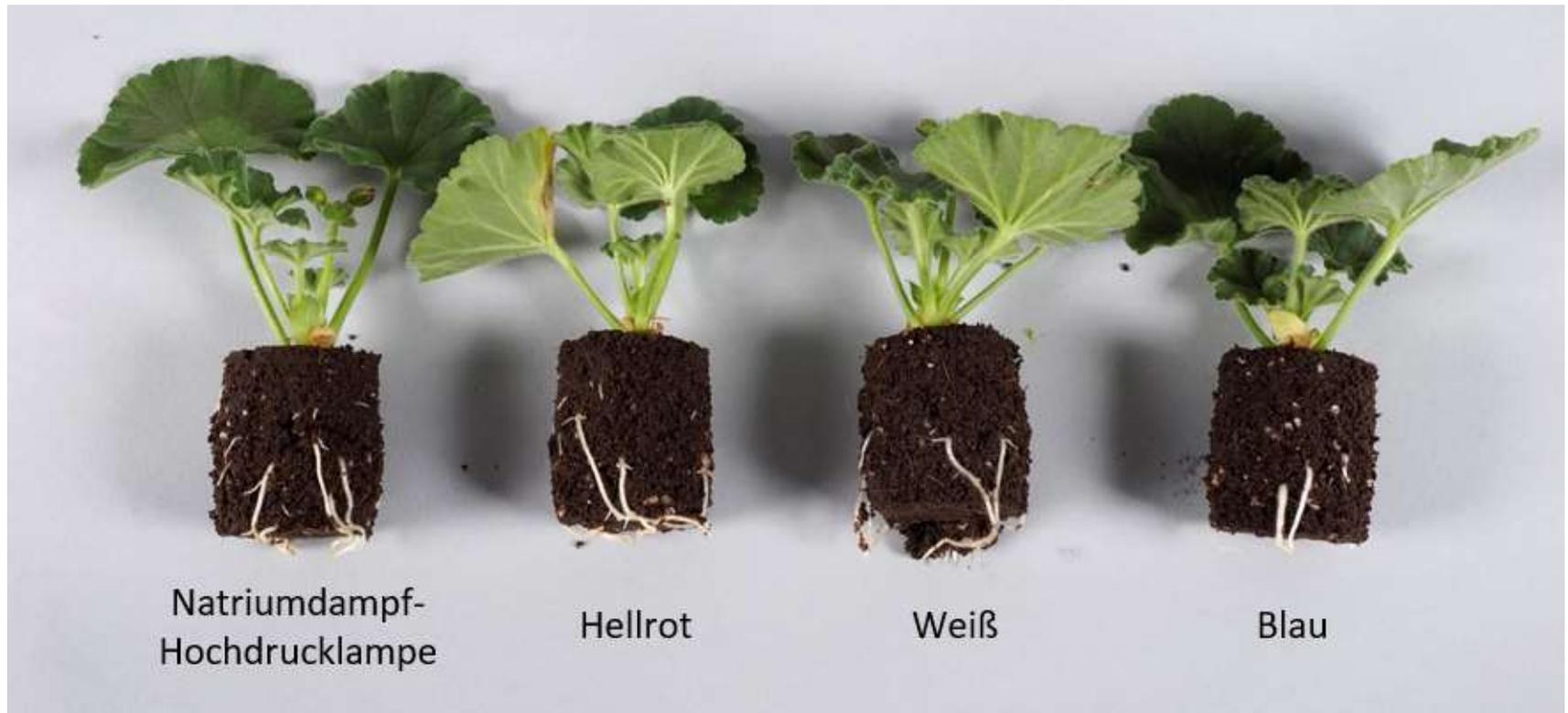
Bewurzelung

‘Linus‘

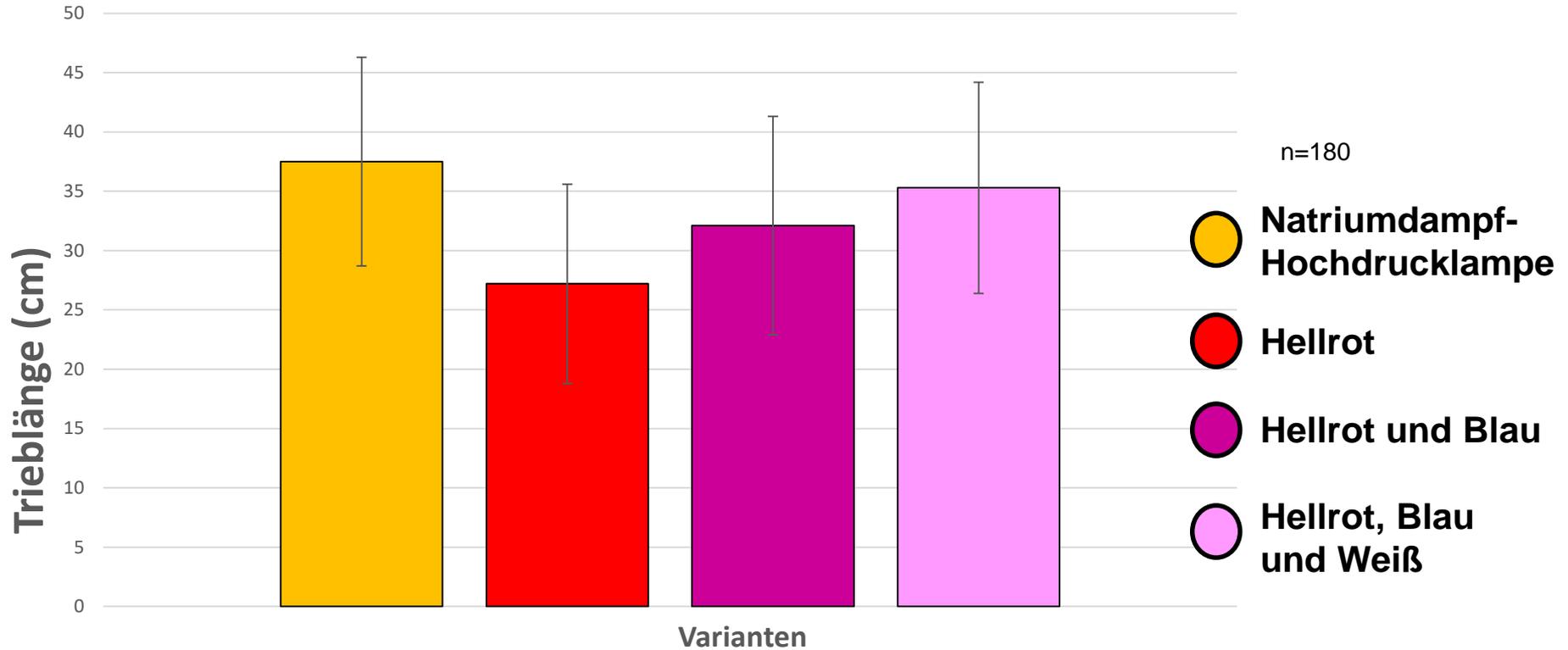


Bewurzelung

‘Bernd‘



Hedera helix 'Pittsburgh'



Trieblänge: Mittelwert der drei längsten Triebe pro Topf

ViSuELL

Hedera helix 'Pittsburgh'



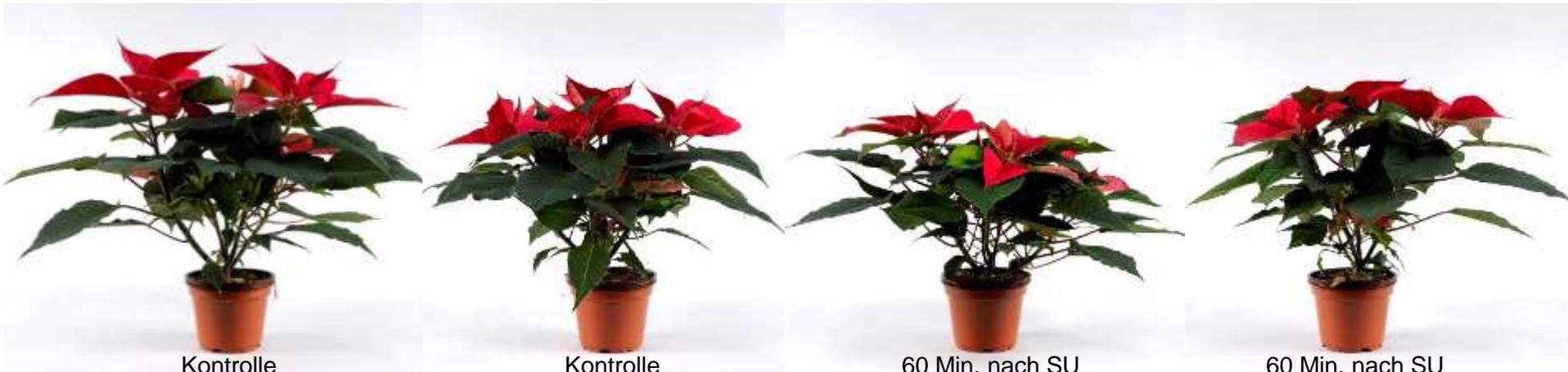
ViSuELL

Wie viel Hellrot darf es sein?

'Prima Donna'

Sorte: 'Prima Donna'

KW 31/2016 getopft/KW 31 bis 47/2016 Lichtbehandlung



Kontrolle
(ohne LED
ohne Hemmstoffe)

Kontrolle
(ohne LED
mit Hemmstoff)

60 Min. nach SU
50 % Hellrot
ca. 40 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$

60 Min. nach SU
100 % Hellrot

LED

ViSuELL



Christmas Break

Ohne

- H₂O LT+KT
+ EoD KT

Hemmstoffe

Streckungswachstum

`Chelsey Yellow`

KW 26/2017 getopft, Belichtung ab KW 28



Kontrolle
(ohne LED
ohne
Hemmstoffe)



Kontrolle
(ohne LED
mit Hemmstoff)



60 Min. nach SU
Blau



60 Min. nach SU
Hellrot

LED

Streckungswachstum

Mit einer **End-of-Day-Behandlung mit Hellrot (660 nm)** für 60 Minuten kann das Streckungswachstum von Poinsettien ähnlich stark gehemmt werden, wie durch den Einsatz von Hemmstoffen.

Die Belichtung von **Petunien mit hellroten LED (660 nm)** von Sonnenauf- bis Sonnenuntergang hat eine deutliche Hemmung des Streckungswachstums bewirkt.



`Ospos`



ohne



**mit
Hemm-
stoff**

Hellrot

**Hellrot+Blau
1:1**

Blau

NadHd

3 Wochen nach Treibbeginn

Durchschnittl. Anzahl Geiztriebe (> 2 cm) pro Pflanze

Variante	Ohne Hemmstoff	Mit Hemmstoff
Hellrot	2,0	1,0
Hellrot + Blau	1,2	0,7
Blau	2,1	1,2
Natriumdampf-Hd	1,9	0,8

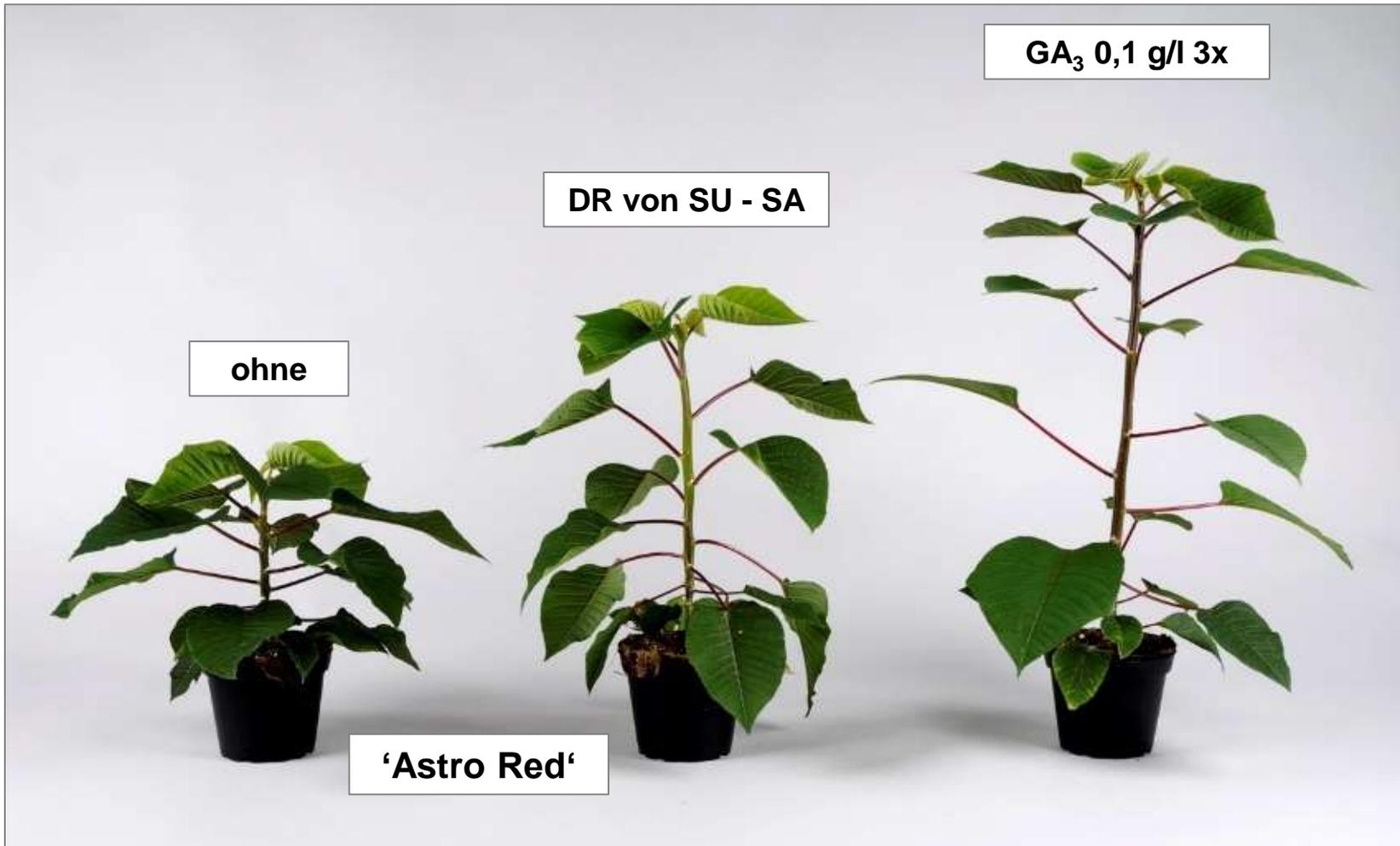
Zu Versuchsende, 4 Wochen nach Treibbeginn

Status Quo 2018

- **Vielfältige spezifische** pflanzenphysiologische Steuerungsmöglichkeiten sind denkbar und zum Teil erprobt.
- **Hellrotlicht** (660 nm) **hemmt** überwiegend das Streckungswachstum!
- **Blaulicht** (440 nm) **fördert** eher das Streckungswachstum!
- **Dunkelrotlicht** (730 nm) **fördert** das Streckungswachstum **stark!**

Ausnahmen bestätigen die Regel!

Licht statt GA₃... Versuch 6/2016



Ausfärbung *Neoregelia schultesiana*



100 % Hellrot

**33 % Hellrot
33 % Blau
33 % Weiß**



**Ohne
Zusatzlicht**



100 % Blau

ViSuELL

'Early Blue'



Natriumdampf-
Hochdrucklampe

Hellrot

Hellrot und Blau

Blau

55 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ für 16 h/d

'Wudu'



Natriumdampf-
Hochdrucklampe



Hellrot



Hellrot und Blau



Blau

55 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ für 16 h/d

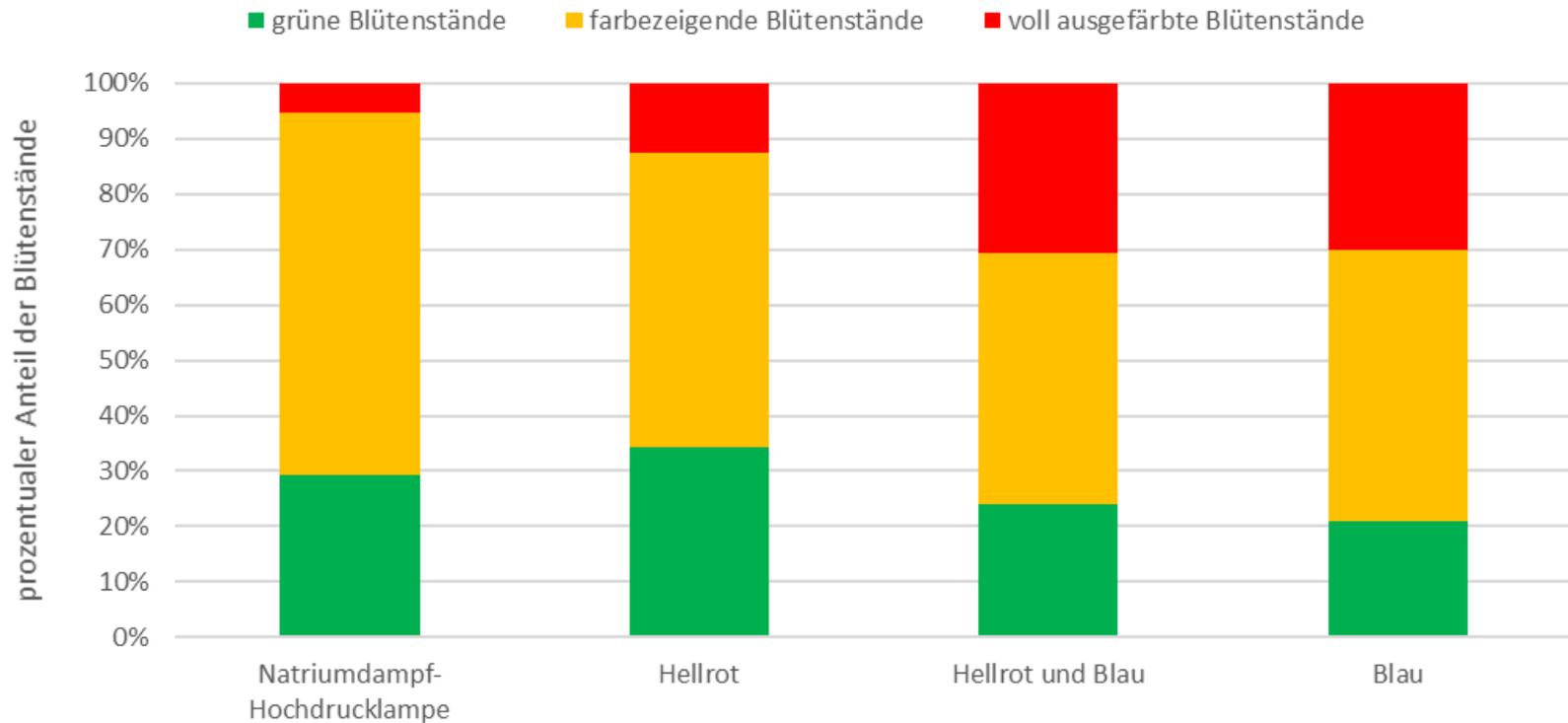


Abb. 2: Anteil der grünen, farbezeigenden und voll ausgefärbten Blütenstände je Belichtungsvariante der Sorte 'Schneeball' zu Versuchsende.

Natriumdampflampe vs. Keramik-Metallhalogendampf

Son-T 400 - CHD-Agro 400



Son-T 400 - CHD-Agro 400



LED-Licht soll Erdbeeren geschmackvoller und gesünder machen



Erdbeeren sind allseits beliebt. Sie sehen gut aus, schmecken lecker und enthalten viel Vitamin C.

Nun haben Wissenschaftler der Wageningen UR Greenhouse Horticulture in Bleiswijk/NL einen Weg gefunden, sie noch wohlschmeckender zu machen und ihren Gehalt an Antioxidantien zu steigern. Und das nachhaltig. Der Trick? Die Erdbeeren werden mit LED-Leuchten belichtet.

Eines der Gewächshäuser des neueröffneten Innovations- und Demo-Centers (IDC) in Bleiswijk duftet intensiv nach Erdbeeren. Vier verschiedene Sorten, 'Elsanta', 'Sonata', 'Darselect' und 'Honeoye', werden hier angebaut. Sofort fallen die LED-Leuchten auf, die über den Pflanzen hängen. Wissenschaftler Jan Janse erläutert: „Hier zeigen wir Anbauern, Beratern und Züchtern, auf welche Weise die Fruchttextur und der Geschmack von Erdbeeren durch die Belichtung mit LED beeinflusst werden kann.“

Verschiedene Lichttypen

Jan Janse und seine Kollegen erforschen gerade, welche Belichtungsstrategie bei welcher Erdbeersorte die besten Ergebnisse bringt. Dafür werden die Pflanzen auf verschiedene Weise belichtet. In einigen Reihen kommt das Tageslicht herein und wird durch LED-Leuchten ergänzt, die an der Gewächshausdecke hängen. In anderen Reihen hingegen hängen die LED-Lampen 30 cm über den Erdbeerpflanzen. Und dann gibt es auch noch eine spezielle Zwischenbelichtung, die sowohl auf die Blätter als auch auf die Früchte fokussiert ist.

Geschmackstests

Verschiedene Daten werden direkt nach der Ernte an den Früchten erfasst: „Wir bewerten Parameter der inneren Qualität wie Zucker- und Säuregehalt, Saftigkeit, Festigkeit und den Gehalt an Antioxidantien“, erläutert Jan Janse. „Außerdem führen wir umfangreiche Verkostungen durch. Dafür können wir auf ein großes Verbraucherpanel und ein Panel aus trainierten Experten zurückgreifen.“





Art	Einfluss der LED-Belichtung auf		
	Hemmung des Streckungswachstums	Blühzeitpunkt	Bewurzelung von Stecklingen
Argyranthemum	±	±	0
Azaleen (Geiztriebe)	±	±	0
Calibrachoa	±	±	0
Campanula	+	±	0
Chrysanthemum	±	0	0
Elatior-Begonien	±	±	0
Erdbeeren	+	+	0
Euphorbia pulcherrima	+	±	±
Hedera helix	+	0	0
Hortensien	+	+	0
Mandevilla	±	0	0
Pelargonium zonale	0	0	+
Petunia x hybrida	±	±	+
Topfrosen	±	±	0

- = negativer Einfluss
 + = positiver Einfluss
 ± = kein Einfluss
 0 = nicht überprüft



LED als photoperiodisches Licht

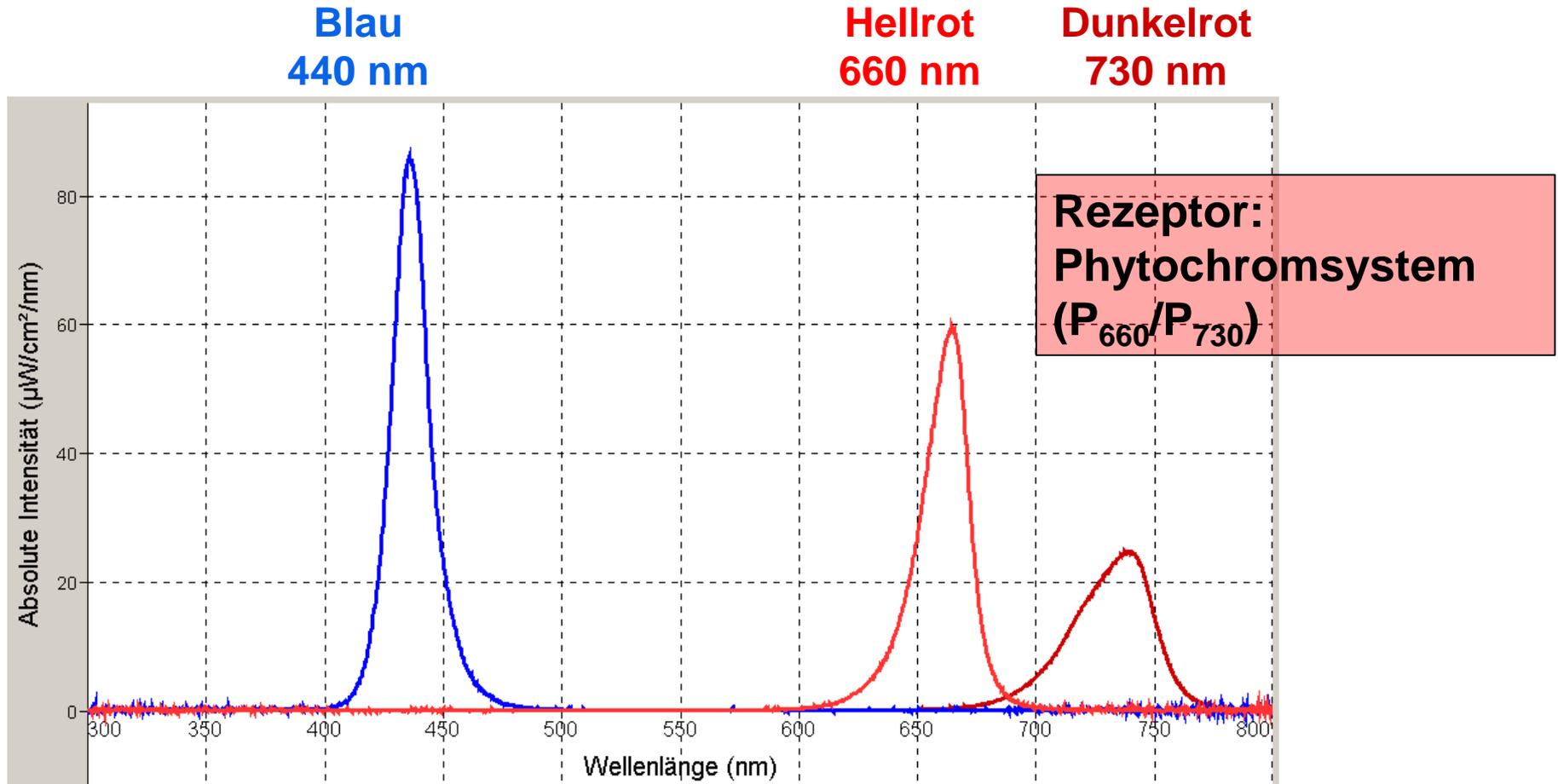


11 h Assimilationslicht + 6 h LED

Blau

Hellrot

Dunkelrot

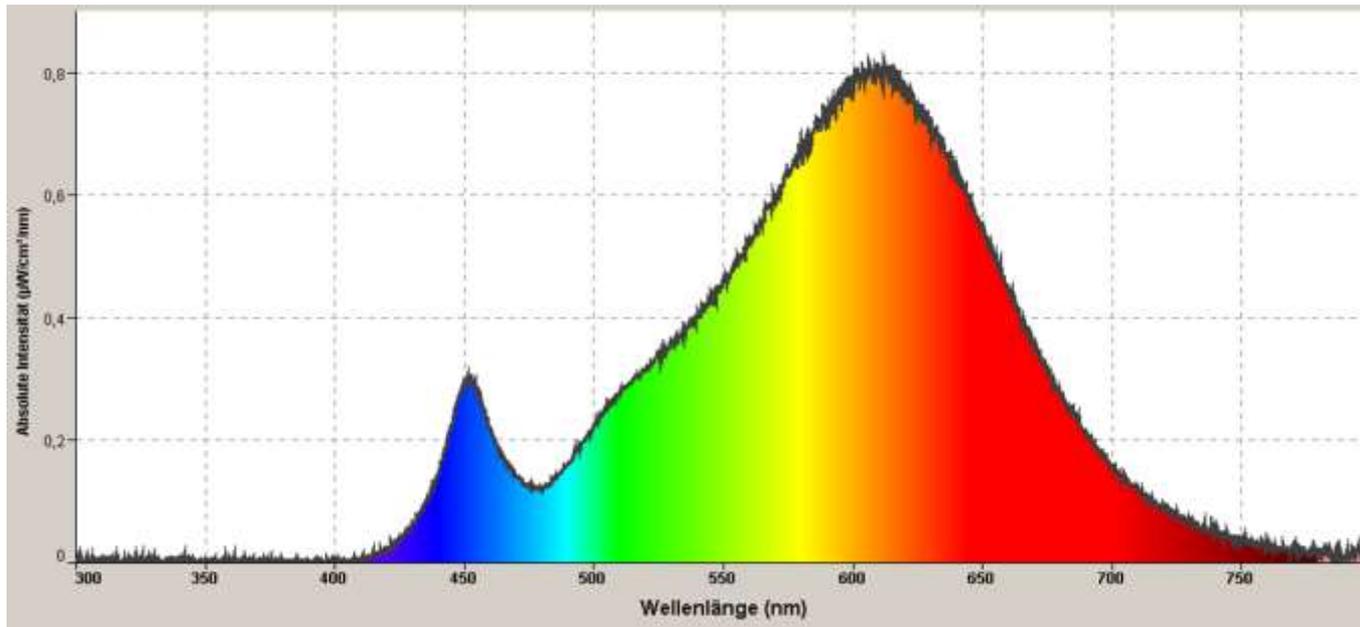


Ersatz für Glühlampen

„Spezial-LED oder einfache Retrofit?“



Retrofit-LED zur Wohnraumbelichtung



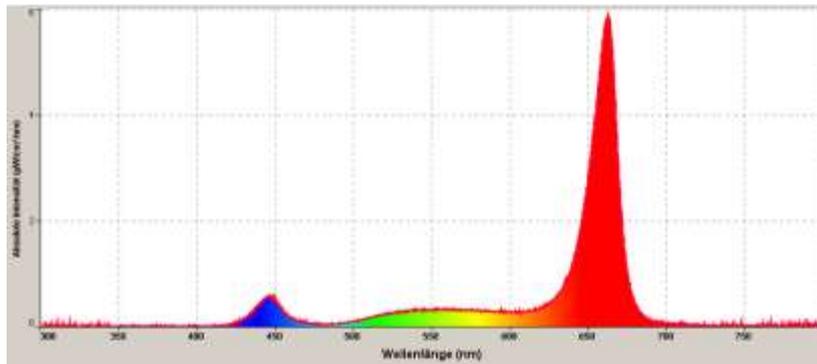
Paulmann 806 Im, 2700 K, 110°, 10 W

LED-Typ: Spezial-LED

Hersteller: Philips
Bezeichnung: GreenPower Flowering Lamp
Leistung: 18 W
Spektrum: Hellrot (660 nm), Weiß

Intensität (gemessen 1 m unter der LED):

Beleuchtungsstärke: 218 Lux
Photonenstromdichte: 7,9 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$

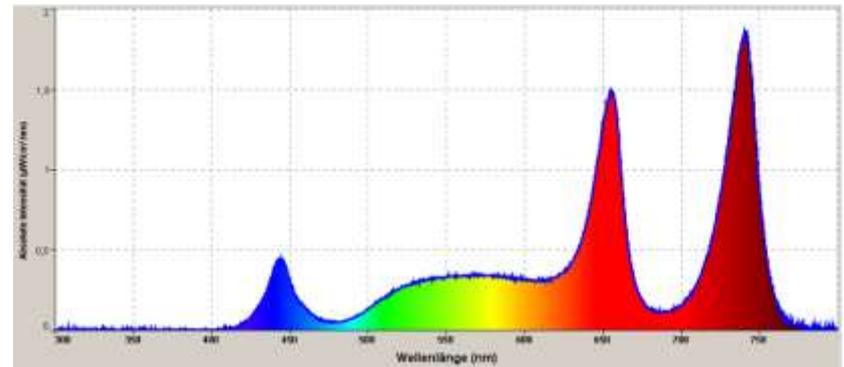


LED-Typ: Spezial-LED

Hersteller: Civilight
Bezeichnung: BR40 Strawberry, 100°
Leistung: 15 W
Spektrum: Hellrot (660 nm), Weiß, Dunkelrot (730 nm)

Intensität (gemessen 1 m unter der LED):

Beleuchtungsstärke: 210 Lux
Photonenstromdichte: 4,6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$



LT-Belichtung bei Begonien

**Philips GreenPower
Flowering Lamp, DR/W, 18 W**



**Paulmann 806 Im,
2700 K, 110°, 10 W**



6 m

direkt unter
der LED

**Philips Master LEDtube Value UO,
18 W, 1200 mm, 840**



**Philips GreenPower PM
DR/W 120 LB, kontinuierlich**



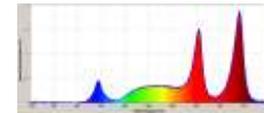
**Philips GreenPower PM
DR/W 120 LB, Intervall**



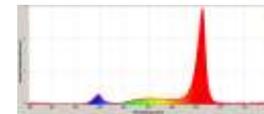
LT-Belichtung bei Petunien

Abstand von der LED: 6 m 3 m 0,5 m

**Civilight BR 40
Strawberry 15 W**



**Philips Flowering
Lamp DR/W**



LT-Belichtung bei Petunien

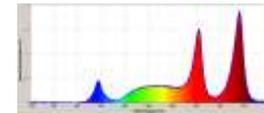
Abstand von der LED:

6 m

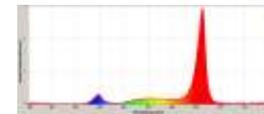
3 m

0,5 m

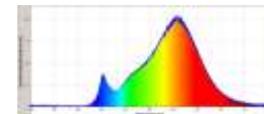
Civilight BR 40
Strawberry 15 W



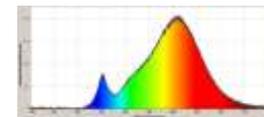
Philips Flowering
Lamp DR/W



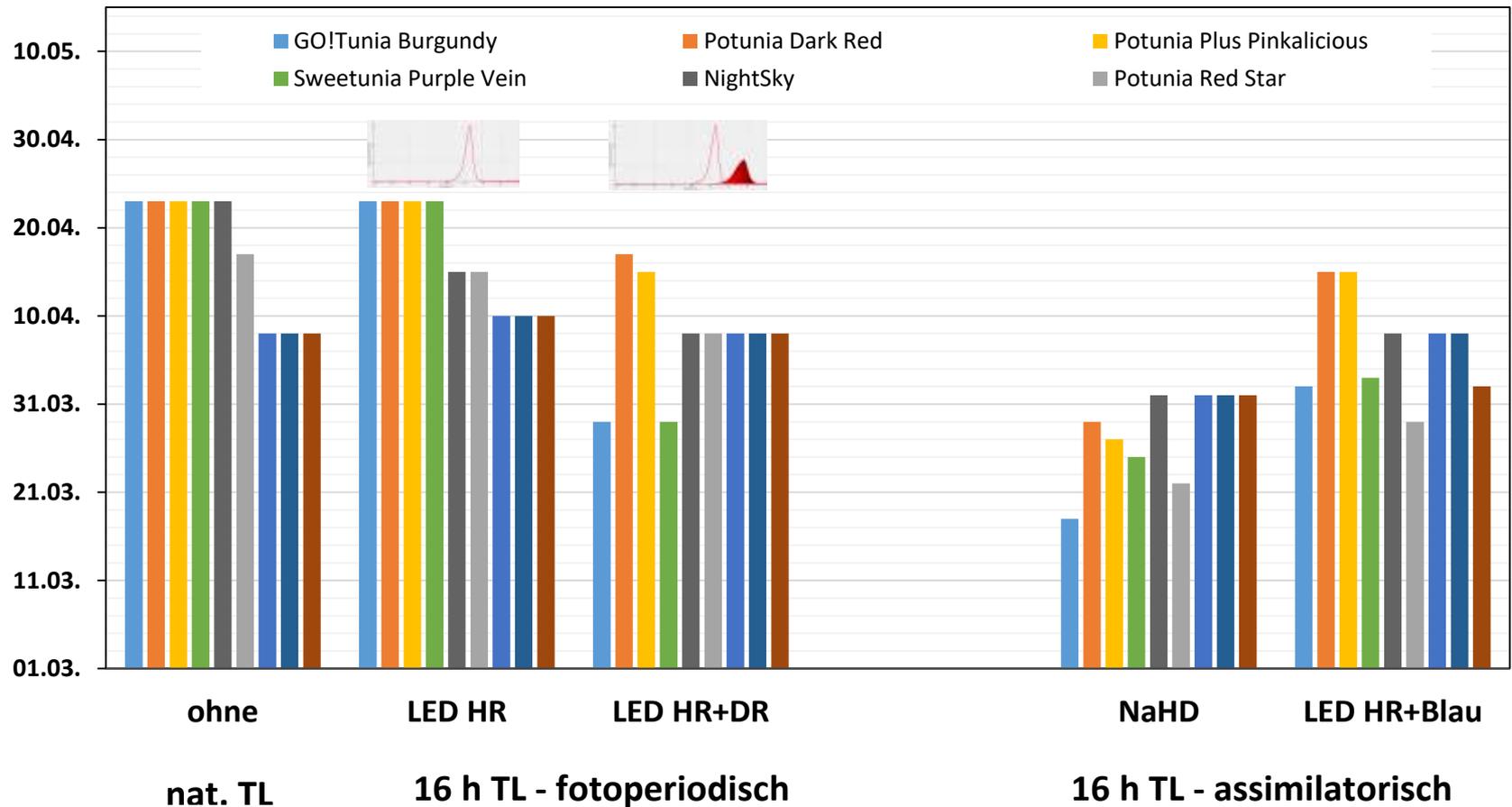
Müller LED 810 Im



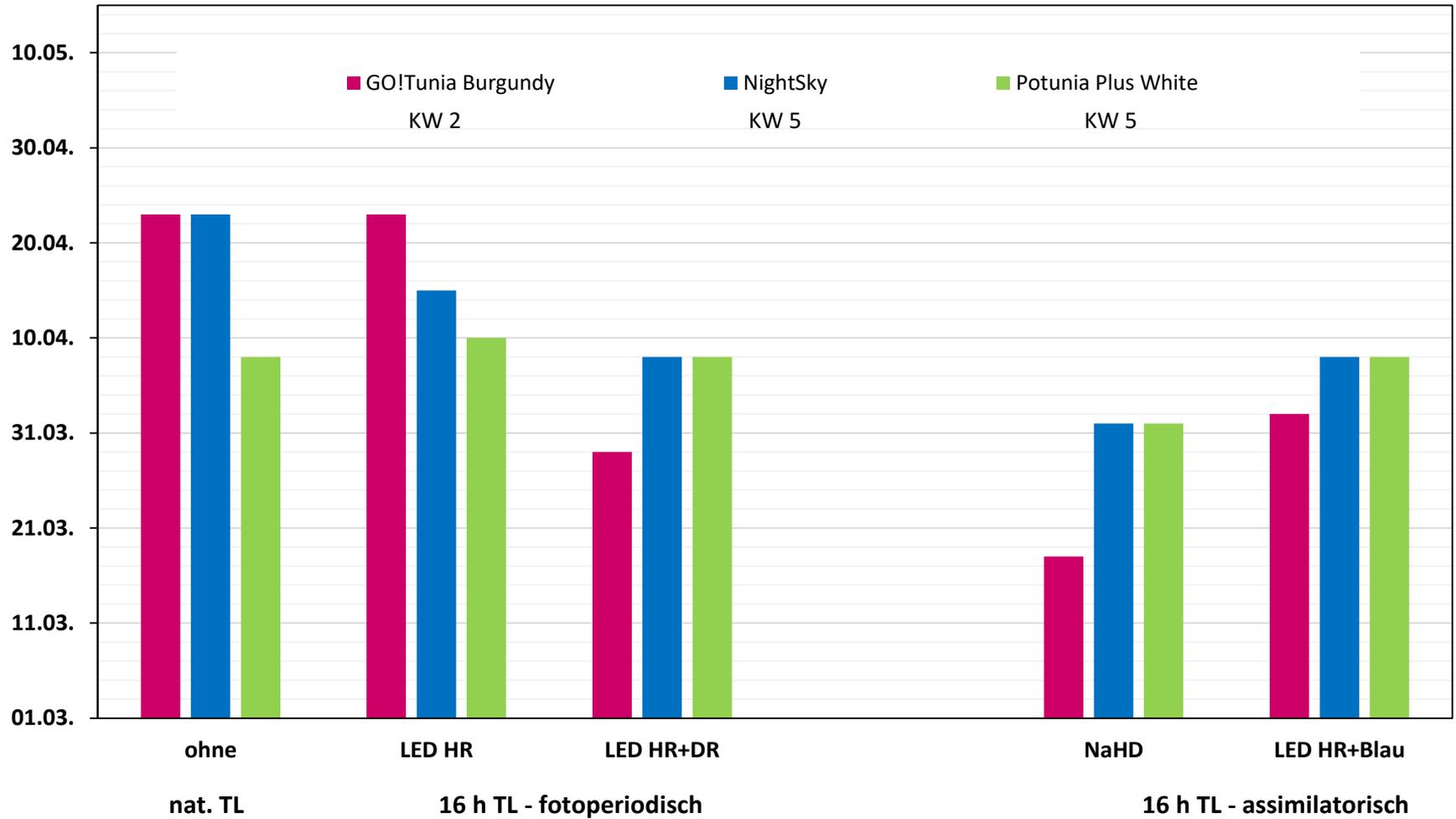
Paulmann 806 Im, 110°



Blühtermin Petunien



Blühtermin Petunien





Nat. TL

LED HR

LED HR+DR

LED Retrofit

16 h TL - fotoperiodisch



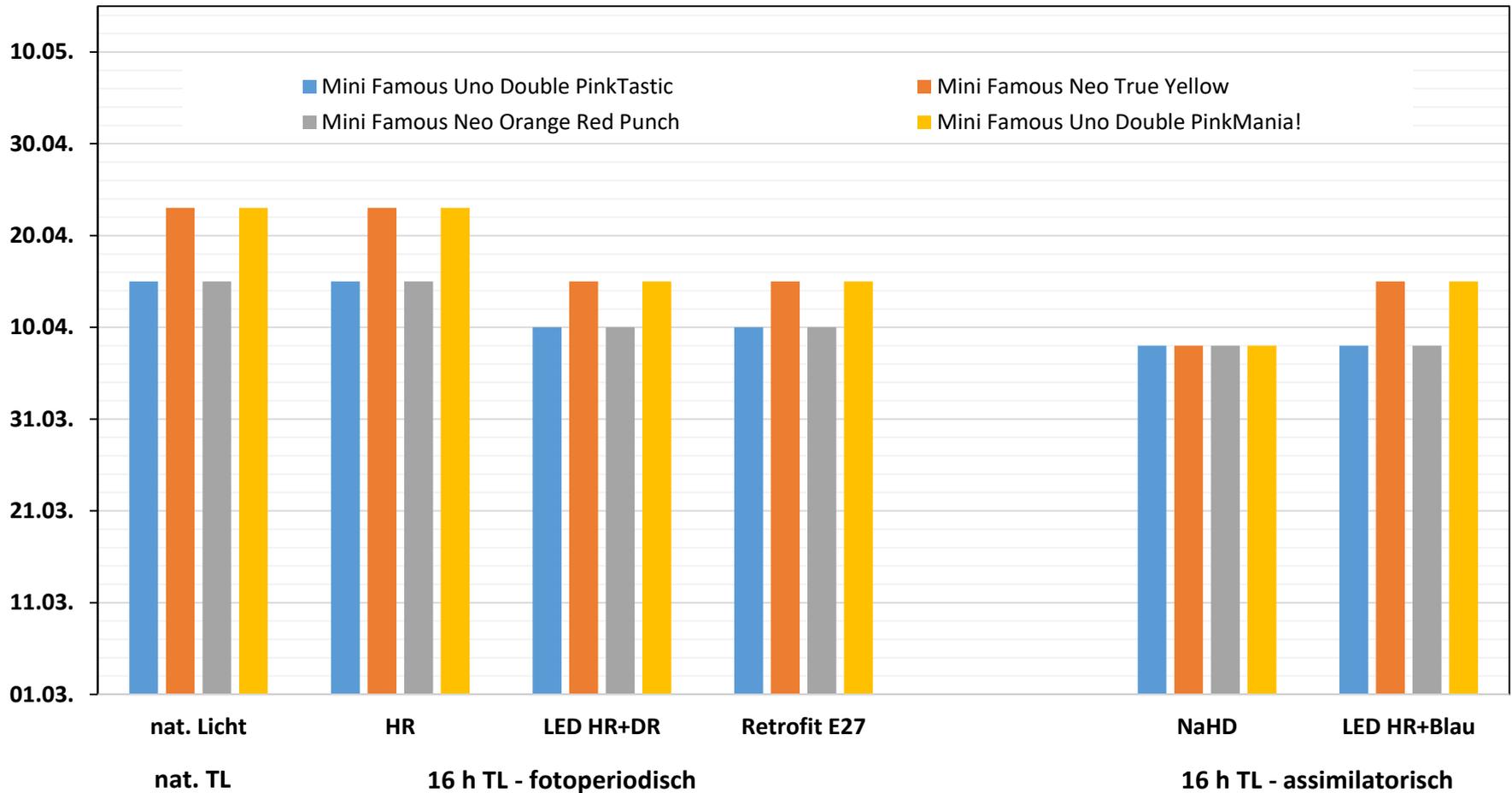
LED HR+Blau

NaHD

16 h TL - assimilatorisch



Blühtermin Calibrachoa





Nat. TL

LED HR

LED HR+DR

LED Retrofit

16 h TL - fotoperiodisch



LED HR+Blau

NaHD

16 h TL - assimilatorisch

Grenzwert für photoperiodische Belichtung:

Verfrühung der Blüte

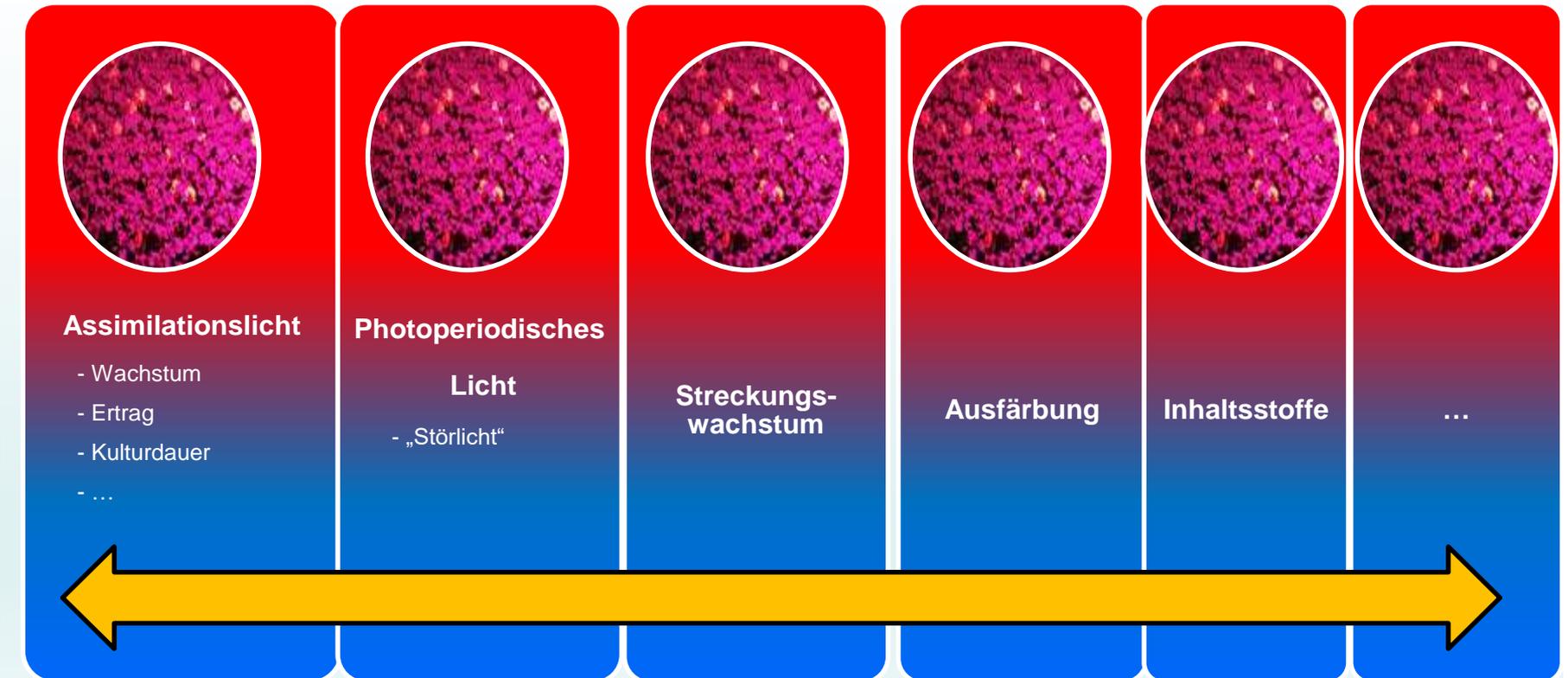
bei Überschreitung eines Schwellenwertes von **0,20 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$** für eine LED mit nennenswertem Hellrotanteil (660 nm) und einem Dunkelrotanteil (730 nm).

Ausschließlich Hellrot (660 nm) ohne Dunkelrot (730 nm) scheint weniger wirksam bei Calibrachoa und Petunien.





LED – Wachstum steuern mit Licht!!!



A large indoor grow room with multiple levels of plants under red and blue LED lights. The plants are arranged in rows on metal shelving units. The lighting is a mix of red and blue, creating a vibrant atmosphere. The text "Vielen Dank!" is overlaid in the center in white.

Vielen Dank!