

# Vergleich der getesteten Systeme zur Assimilationsbeleuchtung

FuE - Projekt in Dresden-Pillnitz 2016 - 2019



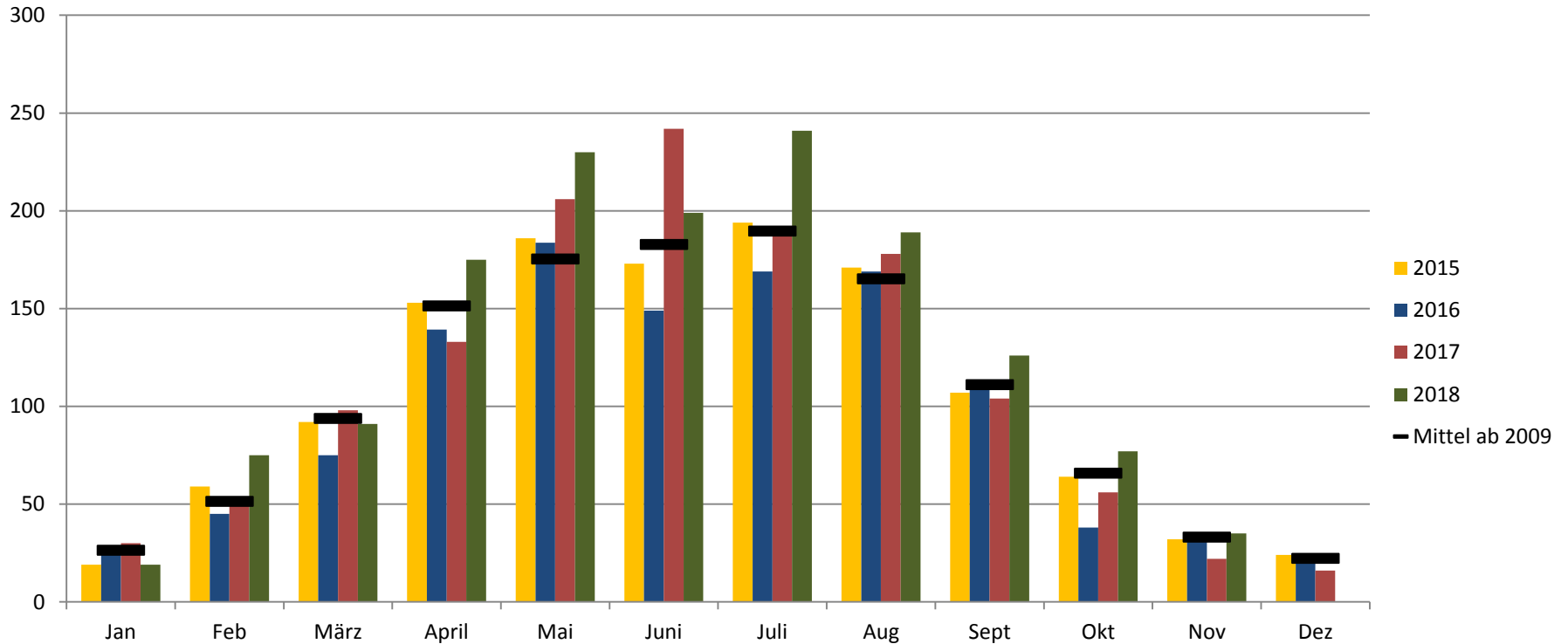
## FuE-Projekt: Energieeffiziente Assimilationsbelichtung im Zierpflanzenbau

### Ziele:

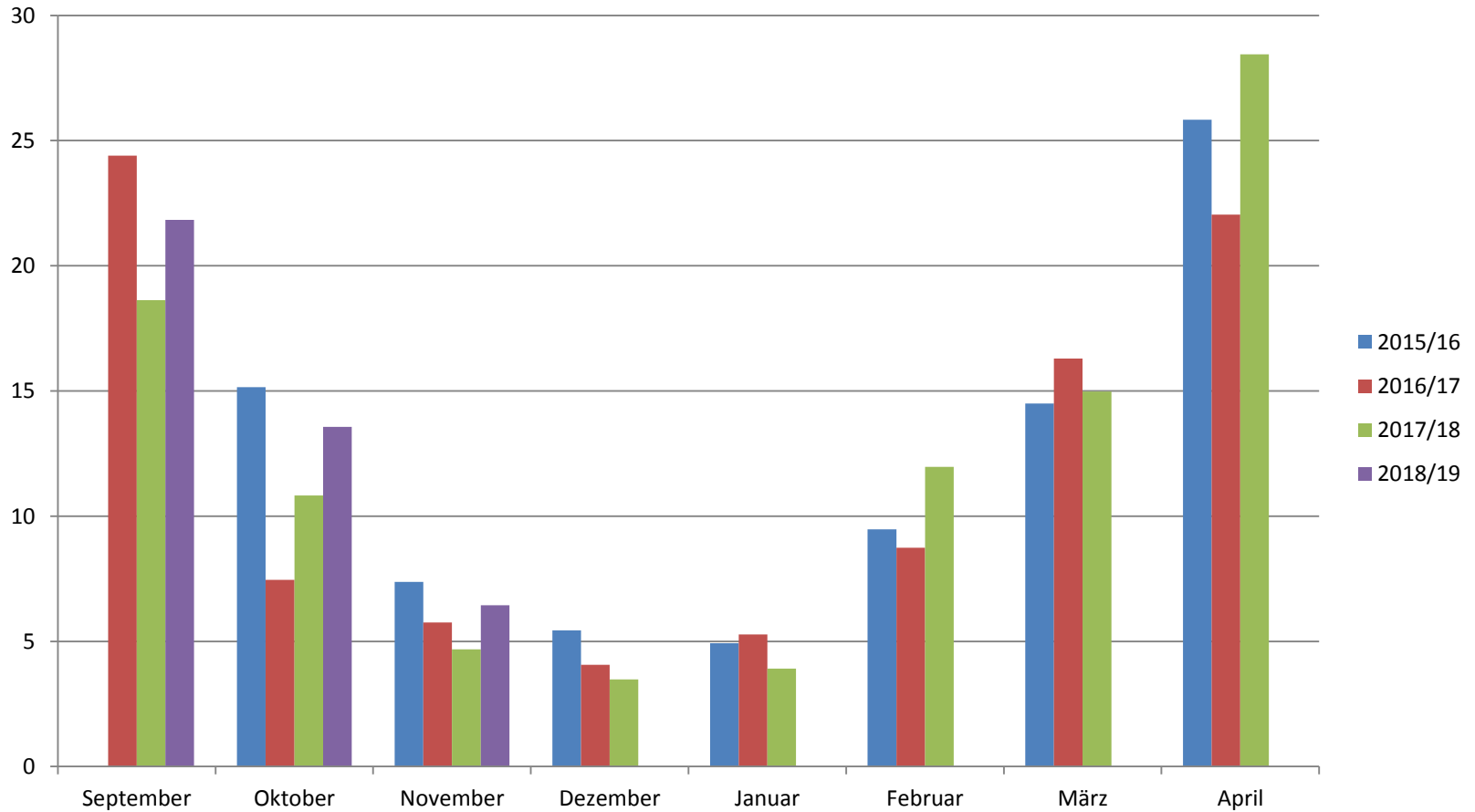
### Optimierung des Einsatzes von Zusatzbelichtung im Zierpflanzenbau durch neue Leuchtmittel und Steuerungsstrategien

- Erarbeiten von Empfehlungen zum Einsatz neuer Leuchtmittel im Gewächshaus - Zierpflanzenbau
- Einsparung von Energie bei besserer Pflanzenqualität im Winterhalbjahr
- Verbesserung der Gesamtenergiebilanz einschließlich Heizenergie
- Bedarfsorientierte Belichtungssteuerung über den Einsatz von PAR-Sensoren
- Reduzierung des Energieeinsatzes bei gleicher Pflanzenqualität um mindestens 10 %

## Globalstrahlung W/m<sup>2</sup>



### Mittlere Tagessumme PAR-Strahlung (mol/m<sup>2</sup>)



## Technische Voraussetzungen:

- █ Gewächshausabteile 120 m<sup>2</sup> Nettofläche, Ebbe-/Fluttsche
- █ freistehende Gewächshäuser in Breitschiffbauweise
- █ jeweils 15 Leuchten; Hänghöhe: 1,6 m über Tischoberfläche
- █ installierte Leistung: 50 W/Netto-m<sup>2</sup> (40 W/Netto-m<sup>2</sup> bei CDM)
- █ direkte Messung des Energieverbrauches (Elektro und Heizung)
- █ bis 2017 drei Varianten:

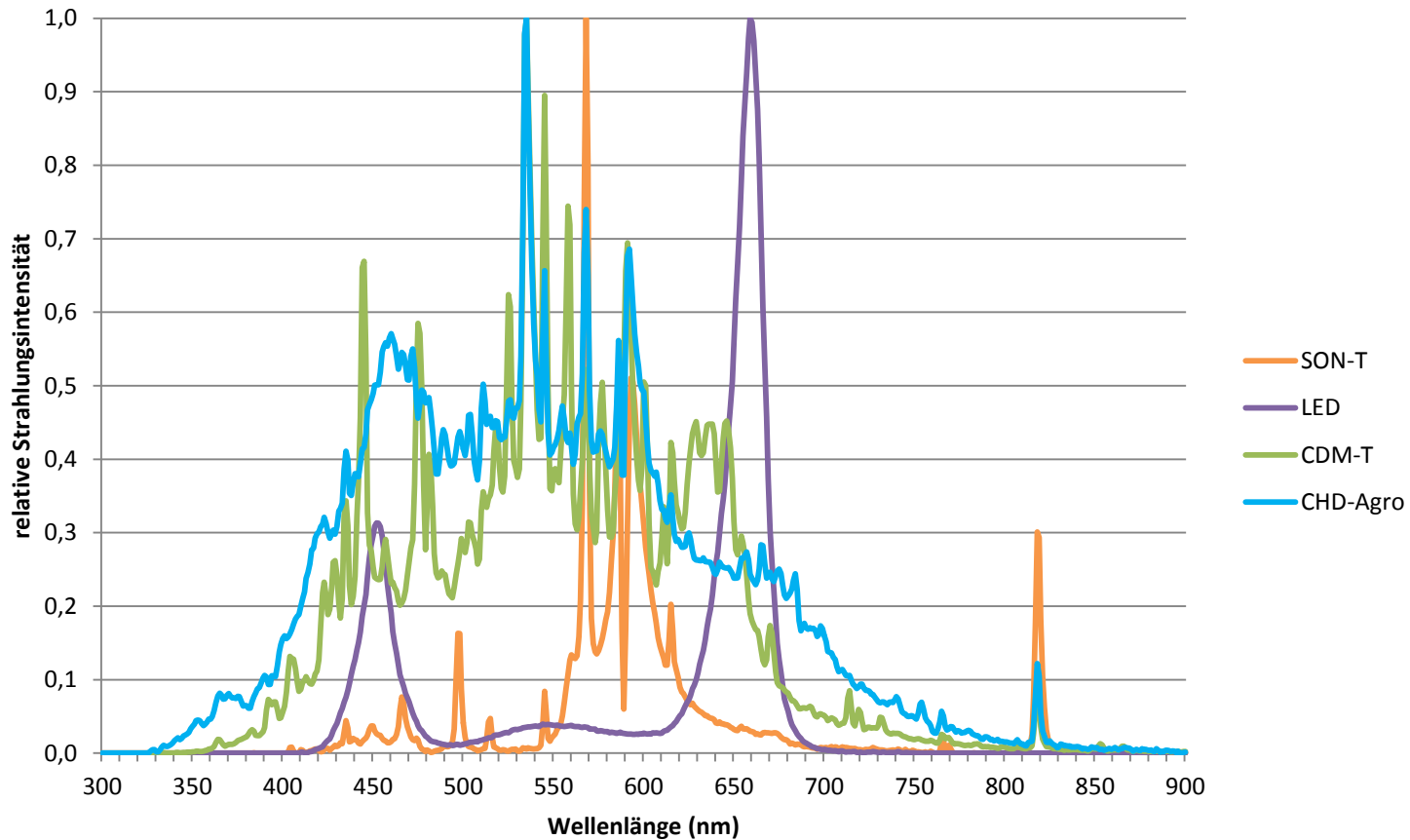
**Schlechte Lichtausbeute!**

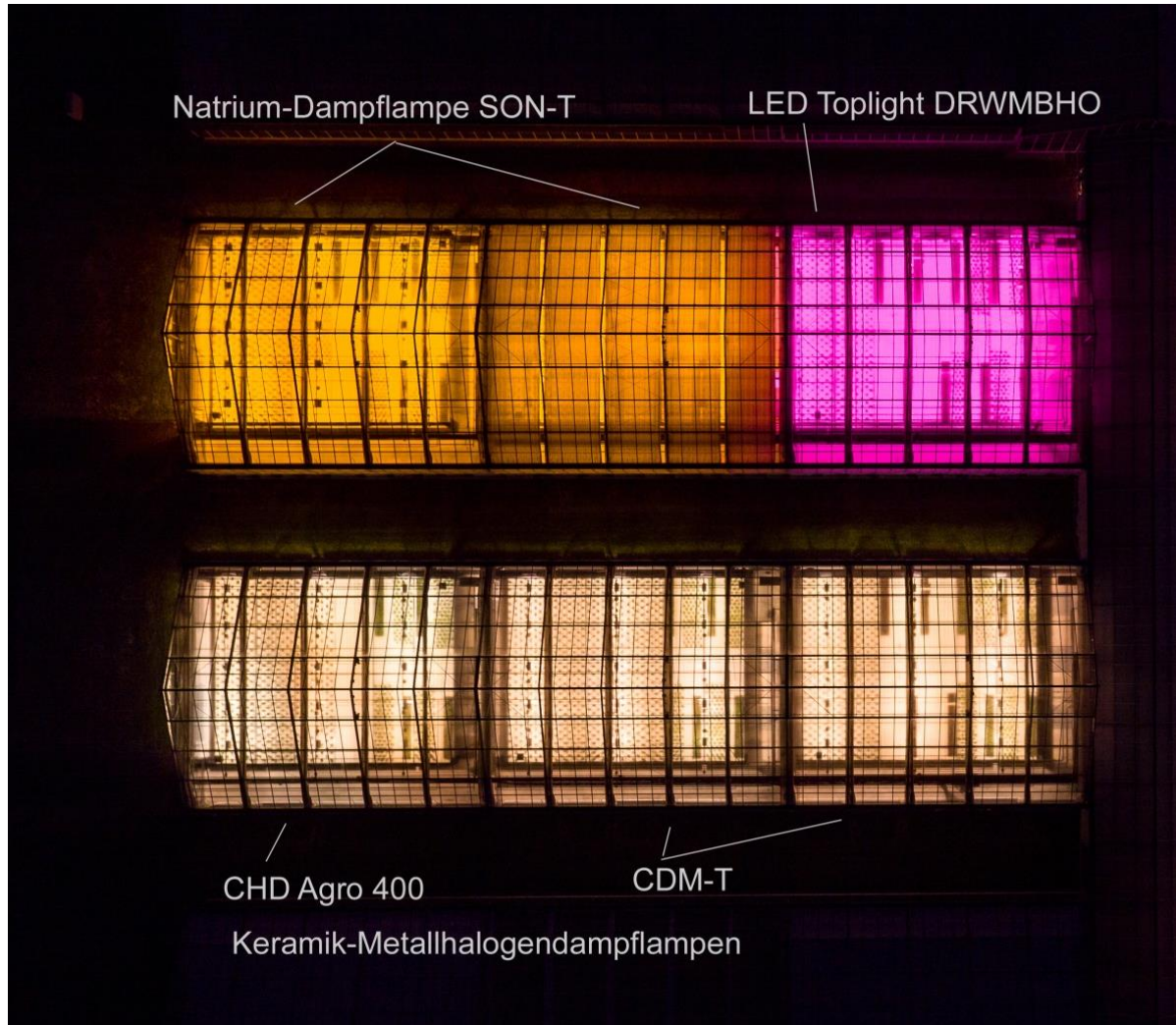
Leuchtmittel	SON-T Pia Green Power	CDM-T 315 Watt	<del>CHD Agro 400</del>
Typ	Natriumdampflampe	Keramik-Metall- halogendampflampe	<del>Keramik-Metall- halogendampflampe</del>
Leuchte	Philips MGR 400 (schwarz)	MGR-E 315-CDM	<del>Philips MGR 400 (schwarz)</del>

seit Dezember 2017 vier Varianten:

Leuchtmittel	SON-T Pia Green Power	CDM-T 315 Watt	CHD AGRO 400	DRWMBHO Green Power LED
Typ	Natriumdampf Lampe	Keramik-Metall- halogendampf Lampe	Keramik-Metall- halogendampf Lampe	LED
Leuchte	Philips MGR 400 (schwarz)	MGR-E 315-CDM	MGR-K-CHD	Philips LED-Toplight
Elektrische Leistung je Leuchte W	400	315	400	195
Anzahl Leuchte je Abteil (120 m <sup>2</sup> )	15	15	15	20
Installierte Leistung W/m <sup>2</sup>	50	39,4	50	33,3
Photonenfluss $\mu\text{mol/s}$	725	569	665	520
Photonenfluss- ausbeute $\mu\text{mol/sW}$	1,81	1,81	1,66	2,6
PAR-Strahlung in $\mu\text{mol/m}^2\text{s}$	58	58	56	62

## Spektrale Verteilung der Leuchtmittel (Messgerät: AvaSpec-2048, Avantes)







# Steuerung

## Winterversuche:

- nach PAR-Sensor im Haus
- Tageslichtsumme PAR: 5 mol/m<sup>2</sup>
- Bewertungsgrenzen      Minimum 20 µmol/m<sup>2</sup>s  
   Maximum 300 µmol/m<sup>2</sup>s
- Freigabe für 20 Stunden
- Abschaltpunkt 10 klx (innen)

## Beet- und Balkonpflanzen:

- Freigabe für 16 Stunden
- Abschaltpunkt 5 klx (innen)

Variante Herbst 2018: Ergänzung mit photoperiodischem Licht auf 16 Stunden

## 2015/2016

Topfpflanzen KW 48 bis KW 08

Samenvermehrte Beet- und Balkonpflanzen KW 11 bis KW 22

## 2016/2017

Pelargonium x grandiflorum Kühlung/Licht KW 45 bis KW 14

Hortensien Treiberei KW 49 bis KW 08

Topfrosen ProKonZier KW 05 bis KW 12

## 2017/2018

Pelargonium x grandiflorum u.a. Topfpflanzen KW 50 bis KW 10

Hortensien Treiberei KW 50 bis KW 10

Topfrosen ProKonZier KW 02 bis KW 10

Beet-und Balkonpflanzen KW10 bis KW 22

## 2018/2019

Pelargonium x grandiflorum u.a. Topfpflanzen KW 38 bis KW 49

Pelargonium x grandiflorum u.a. Topfpflanzen KW 50 bis KW 10

Beet-und Balkonpflanzen ab KW 05

2015/2016

## Topfpflanzen KW 48 bis KW 08

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



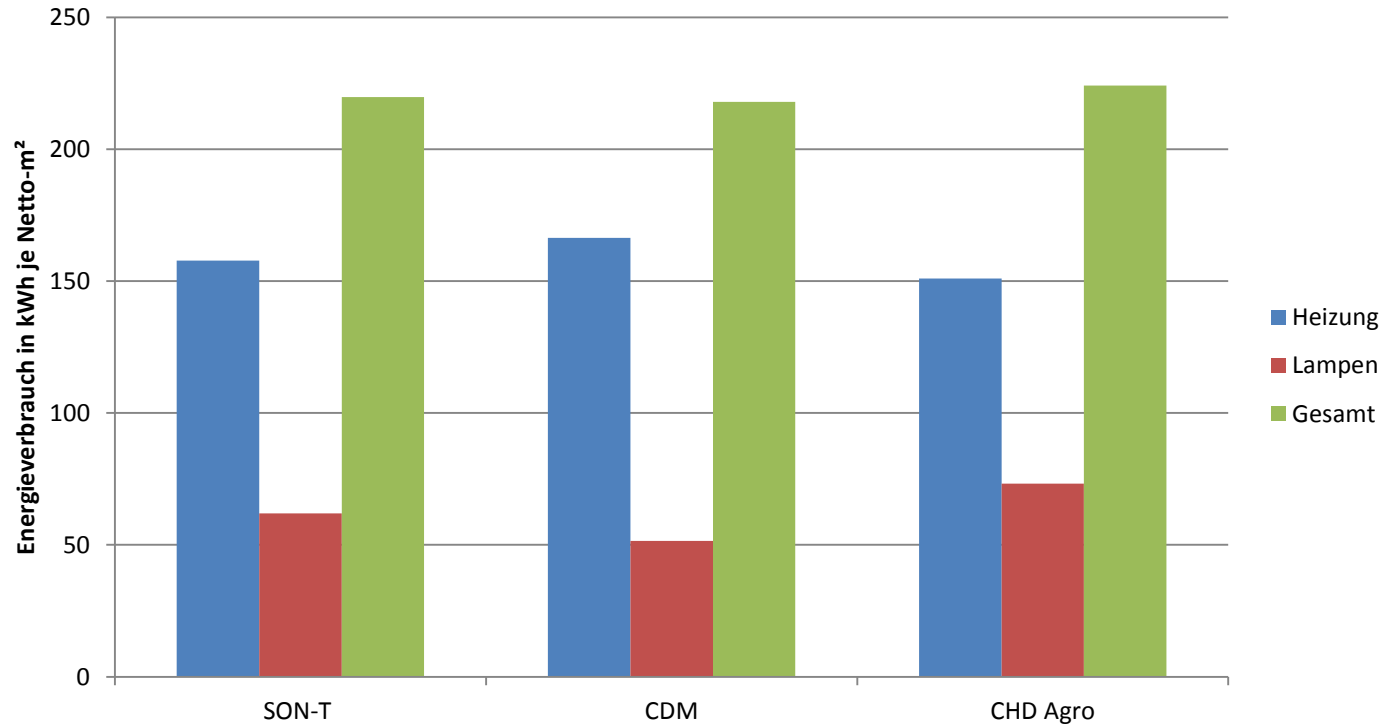
Freistaat  
**SACHSEN**

Leuchtmittel	SON-T	CDM-T 315	CHD Agro 400
Lichtsumme	456 mol/m <sup>2</sup>	443 mol/m <sup>2</sup>	418 mol/m <sup>2</sup>



*Pelargonium x grandiflorum* 'Aristo Red Beauty'

## Topfpflanzen KW 48 bis KW 08



Energieverbrauch je Variante über den gesamten Versuchszeitraum (94 Tage)

2016/2017

## Edelpelargonien KW 45 bis KW 14

40 Sorten kombiniert mit unterschiedlichen Kühlphasen

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Freistaat  
**SACHSEN**



SON-T



CDM-T



CHD Agro

# Edelpelargonien KW 45 bis KW 14

## Auswirkungen der Lichtvarianten auf die Kulturdauer und die Pflanzenqualität (Mittelwert der Lichtvarianten)

Lichtquelle	SON-T Pia Green Power	CDM-T315W	CHD-Agro 400
Treibdauer in Tagen	84	77	78
Gesamteindruck*	8,1	8,5	8,2
Sprossmasse in g	171	149	157
Höhe in cm	30,4	28,6	30,4
Breite in cm	34,4	33,4	34,2
Anzahl Blüten und Knospenstände	10,4	12,6	12,2
Anzahl offene Blüten	13,6	14,4	14,2
PAR-Summe (ohne Kühlphase)	515	468	436

\* Boniturnoten 1-9 (von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut)

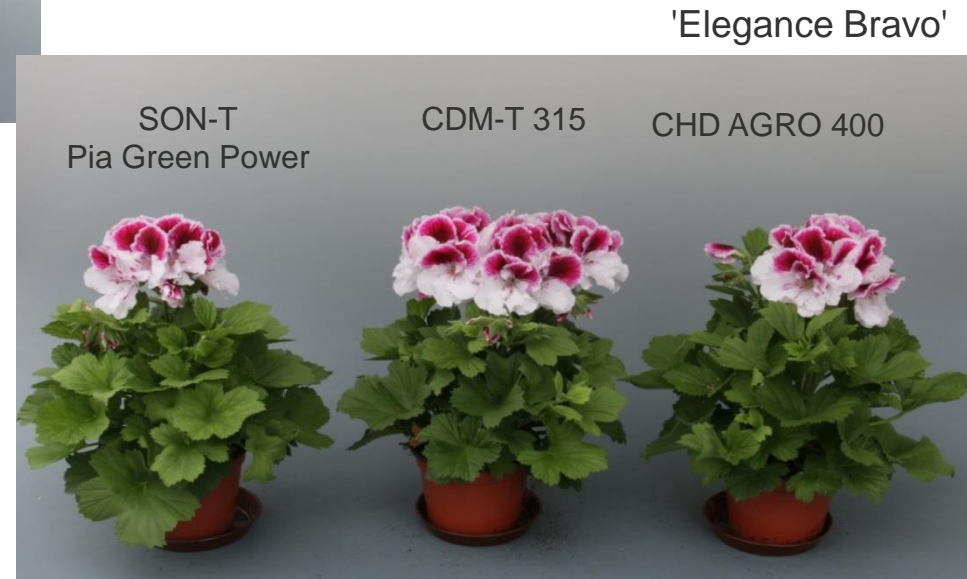
Signifikanzgruppen TUKEY B,  $\alpha = 0,05$  durch unterschiedliche Hintergrundfarbe dargestellt

# Edelpelargonien KW 45 bis KW 14

## Auswirkung der Lichtvarianten auf den Pflanzenhabitus

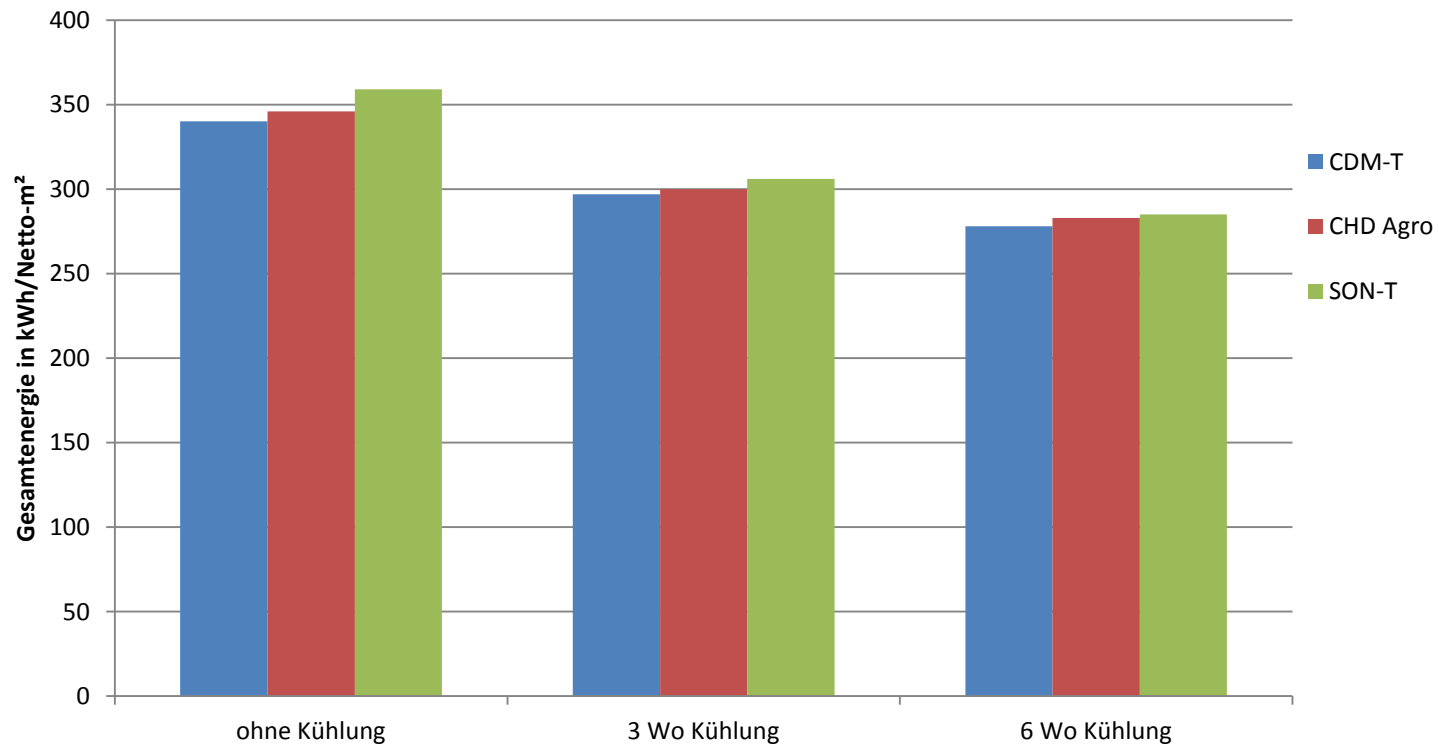


'Novita Violet'



# Edelpelargonien KW 45 bis KW 14

## Gesamtenergieverbrauch





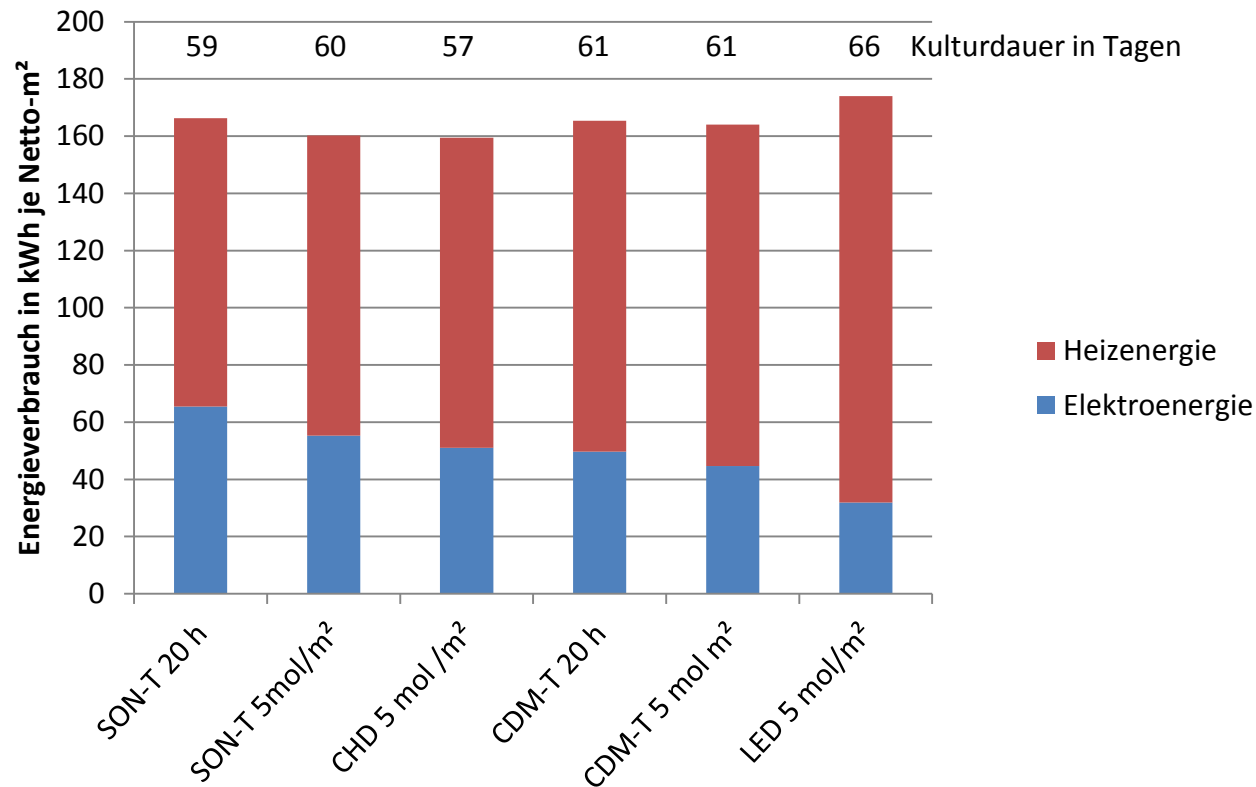
## Edelpelargonien

## Auswirkungen der Lichtvarianten auf die Kulturdauer und die Pflanzenqualität

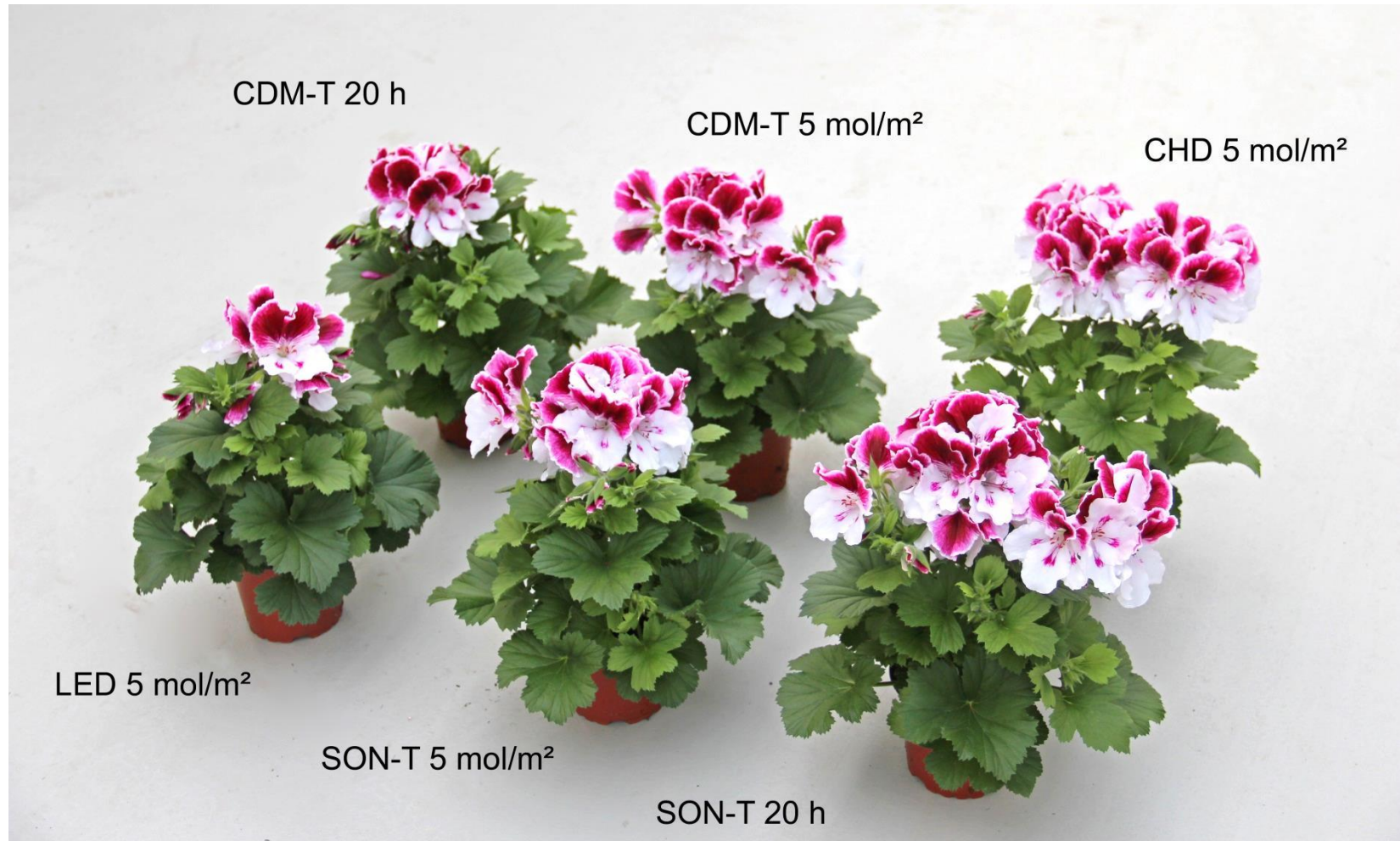
	SON-T 5 mol/m <sup>2</sup>	CDM-T 5 mol/m <sup>2</sup>	CHD AGRO 5 mol/m <sup>2</sup>	LED 5 mol/m <sup>2</sup>	SON-T 20h	CDM-T 20h
<b>Kulturdauer ab Belichtungsbeginn in Tagen</b>	60 <sup>b,c</sup>	61 <sup>c</sup>	57 <sup>a</sup>	66 <sup>d</sup>	59 <sup>b</sup>	61 <sup>b,c</sup>
<b>Gesamteindruck*</b>	8,6 <sup>a,b</sup>	8,5 <sup>a</sup>	8,6 <sup>a,b</sup>	8,8 <sup>b</sup>	8,8 <sup>b</sup>	8,6 <sup>a,b</sup>
<b>Pflanzenhöhe in cm</b>	24	25	25	24	25	25
<b>Pflanzenbreite in cm</b>	29	29	29	29	29	29
<b>Anzahl Blüten- und Knospenstände</b>	15,9 <sup>a</sup>	18,5 <sup>b</sup>	16,6 <sup>a</sup>	18,8 <sup>b,c</sup>	20,5 <sup>c</sup>	22,3 <sup>d</sup>
<b>Sprossmasse in g</b>	97 <sup>a</sup>	98 <sup>a</sup>	97 <sup>a</sup>	118 <sup>d</sup>	103 <sup>b</sup>	108 <sup>c</sup>
<b>Stromverbrauch in kWh/Netto-m<sup>2</sup></b>	55,3	44,6	51,1	31,9	65,4	49,7
<b>% zu „SON-T 5 mol/m<sup>2</sup>“</b>		81	92	58	118	90

## Edelpelargonien KW 50 bis KW 10

### Energieverbrauch je Variante bis zum mittleren Blühtermin



## Edelpelargonien



2018/2019

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



## Edelpelargonien ab KW38



LED

SON-T

CDM

CHD Agro



70

65

66

64

Tage Kulturdauer

10,6

9,7

9,7

10,8

Anzahl Blüten +Knospenstände

2015/2016

## Topfpflanzen KW 48 bis KW 08

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



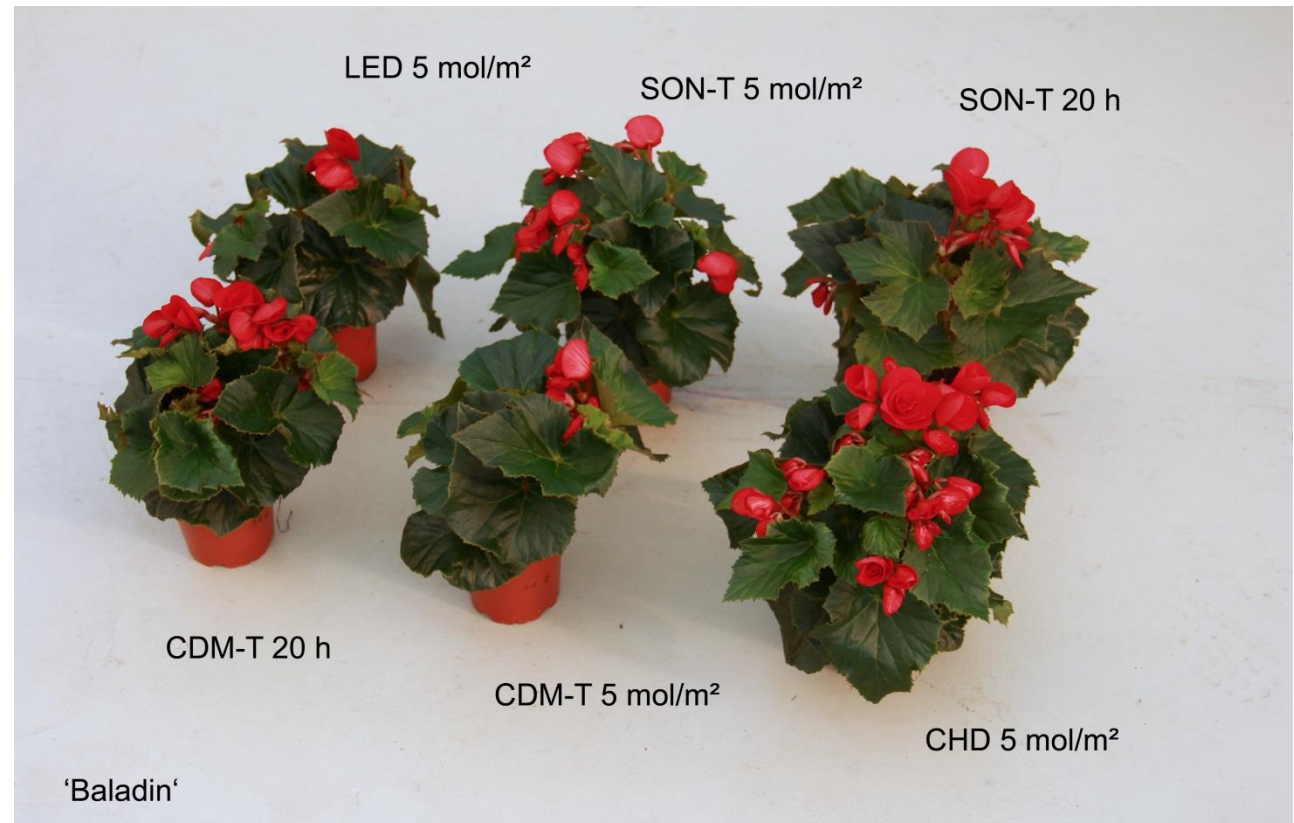
Leuchtmittel	SON-T	CDM-T 315	CHD Agro 400
Lichtsumme	295 mol/m <sup>2</sup>	290 mol/m <sup>2</sup>	266 mol/m <sup>2</sup>



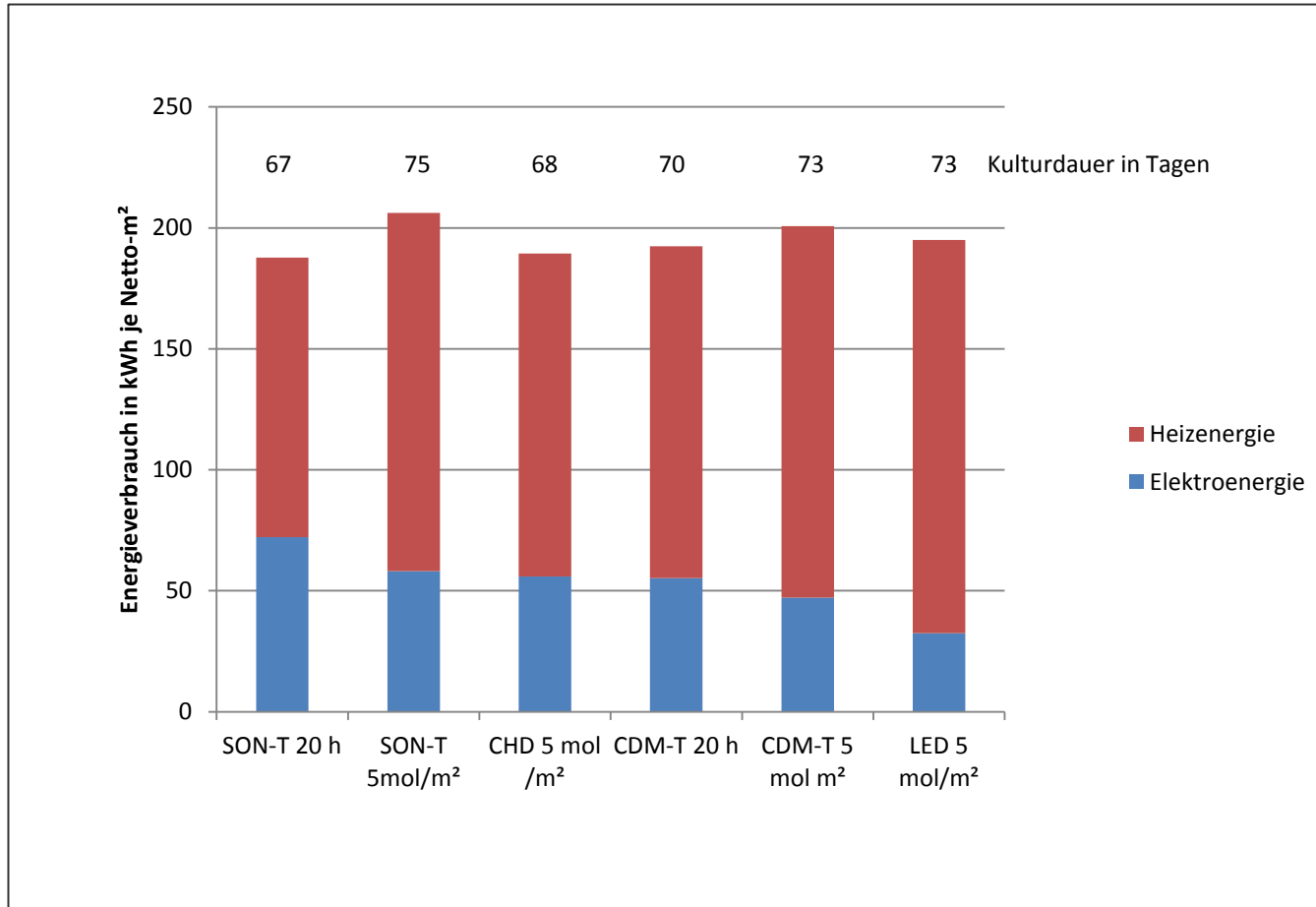
*Begonia* Cv. Elatior-Grp. 'Batik'

## Elatior-Begonien

- 2 Sorten
- kürzeste Kulturzeit bei 20 h Natriumdampflampen
- längste Kulturzeit LED
- 20 h-Variante etwas schlechterer Gesamteindruck



# Elatior-Begonien



2018/2019

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



‘Nadine‘



LED

SON-T

CDM

CHD Agro

‘Baladin‘





2018/2019



LED

SON-T

CDM

CHD Agro



## Samenvermehrte Beet- und Balkonpflanzen KW 11 bis KW 22 - 2016

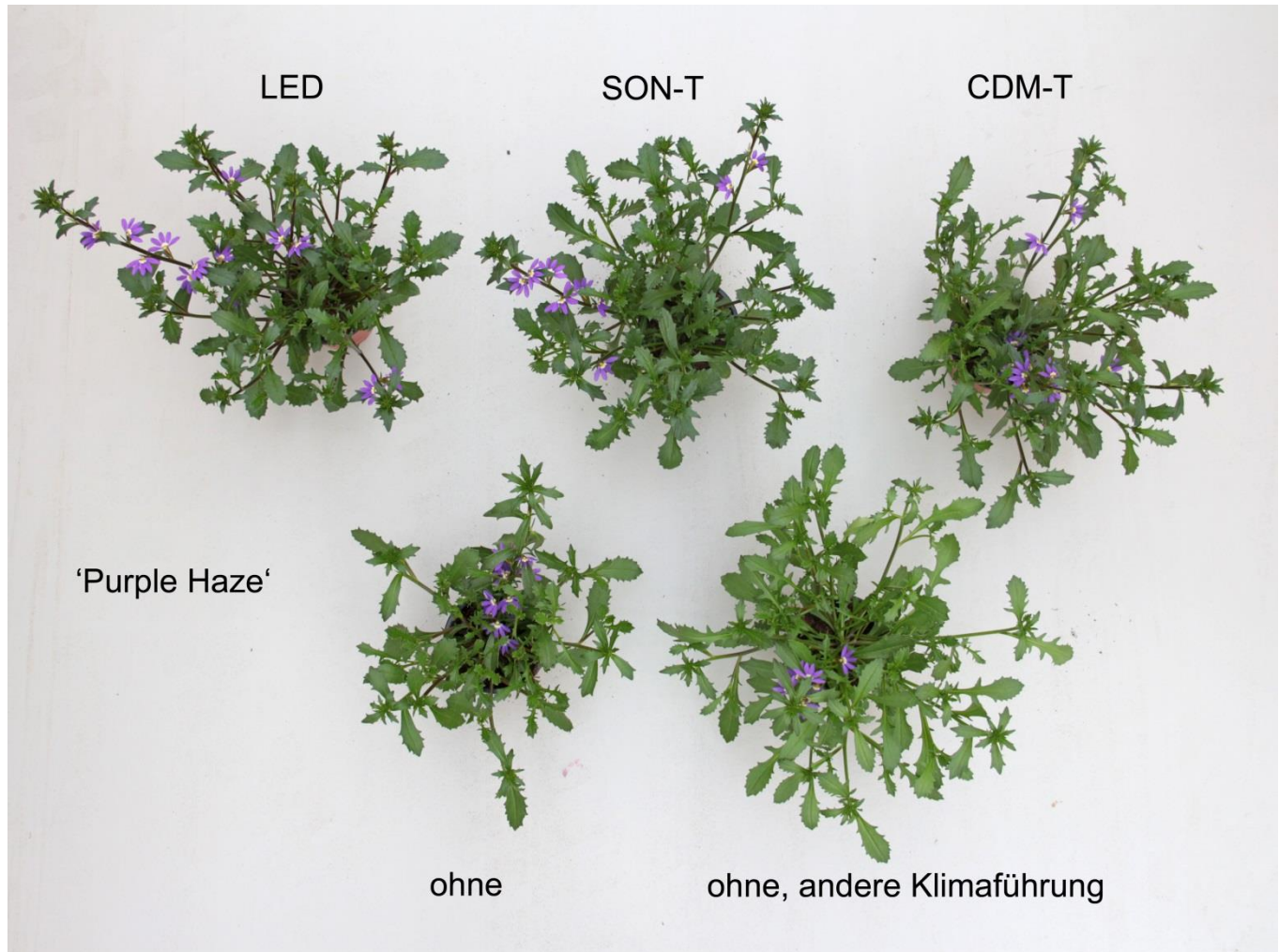
- 50 Arten/Sorten
- kaum signifikante Unterschiede
- zunehmende Außenstrahlung reduziert Effekte der Lichtvarianten



*Begonia semperflorens* 'Brasil F1 Scarlet'

2018

## Beet- und Balkonpflanzen ab KW10

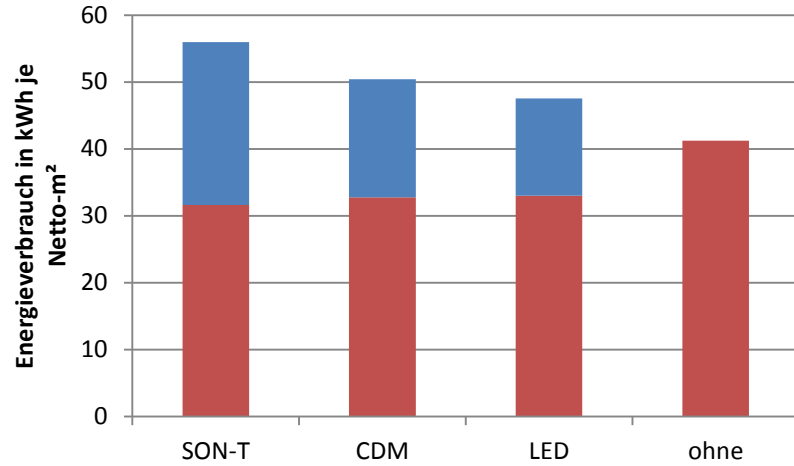


2018

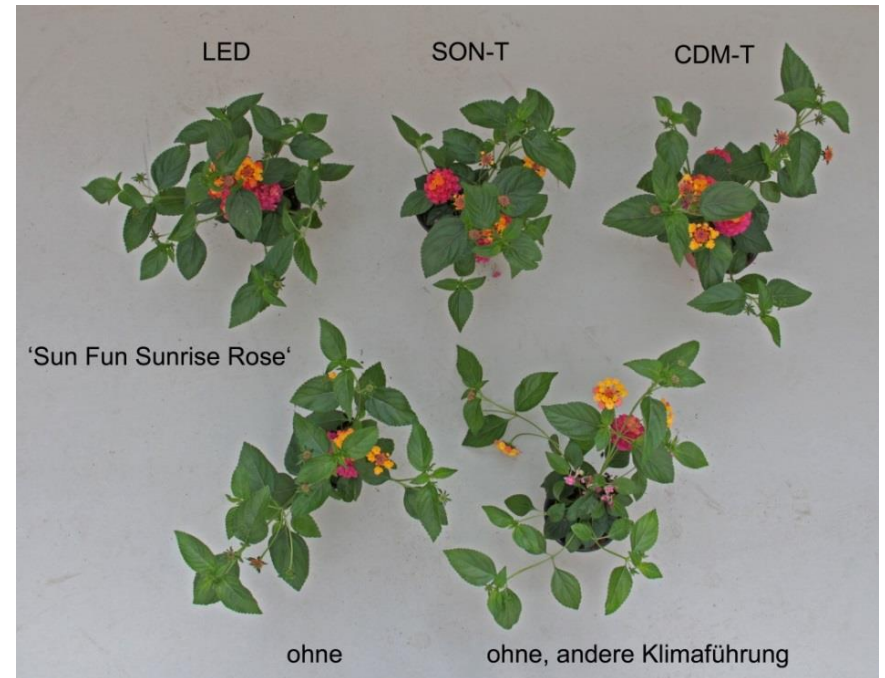
## Beet- und Balkonpflanzen ab KW10

*Mecardonia* Cv.





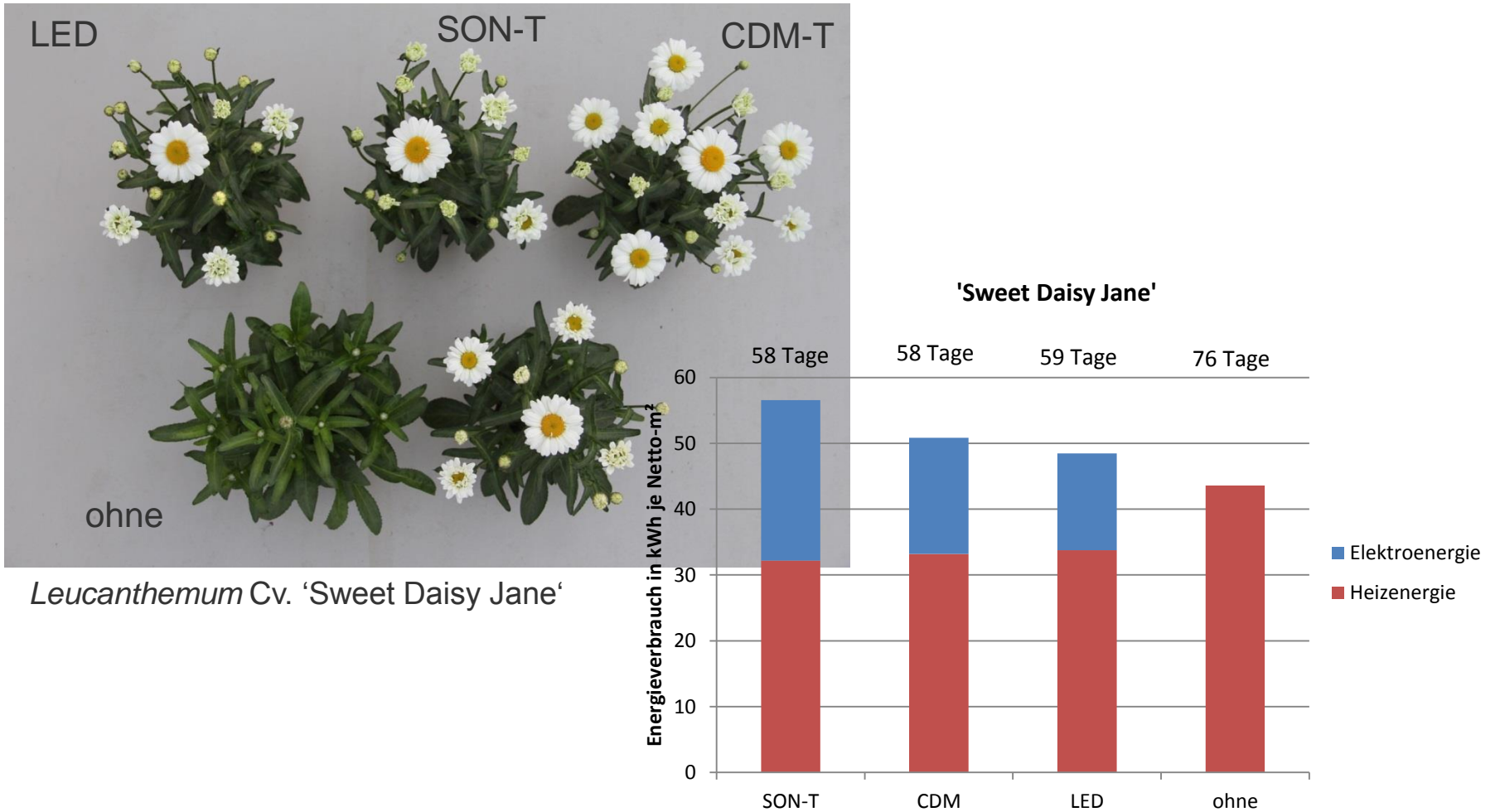
■ Elektroenergie  
■ Heizenergie



58 Kulturtage bis KW18

2018

## Beet- und Balkonpflanzen ab KW10



*Leucanthemum Cv. 'Sweet Daisy Jane'*

2016/2017

## Hortensien Treiberei KW 49 bis KW 08

Auswirkungen der Lichtvarianten auf die Kulturdauer und die Pflanzenqualität

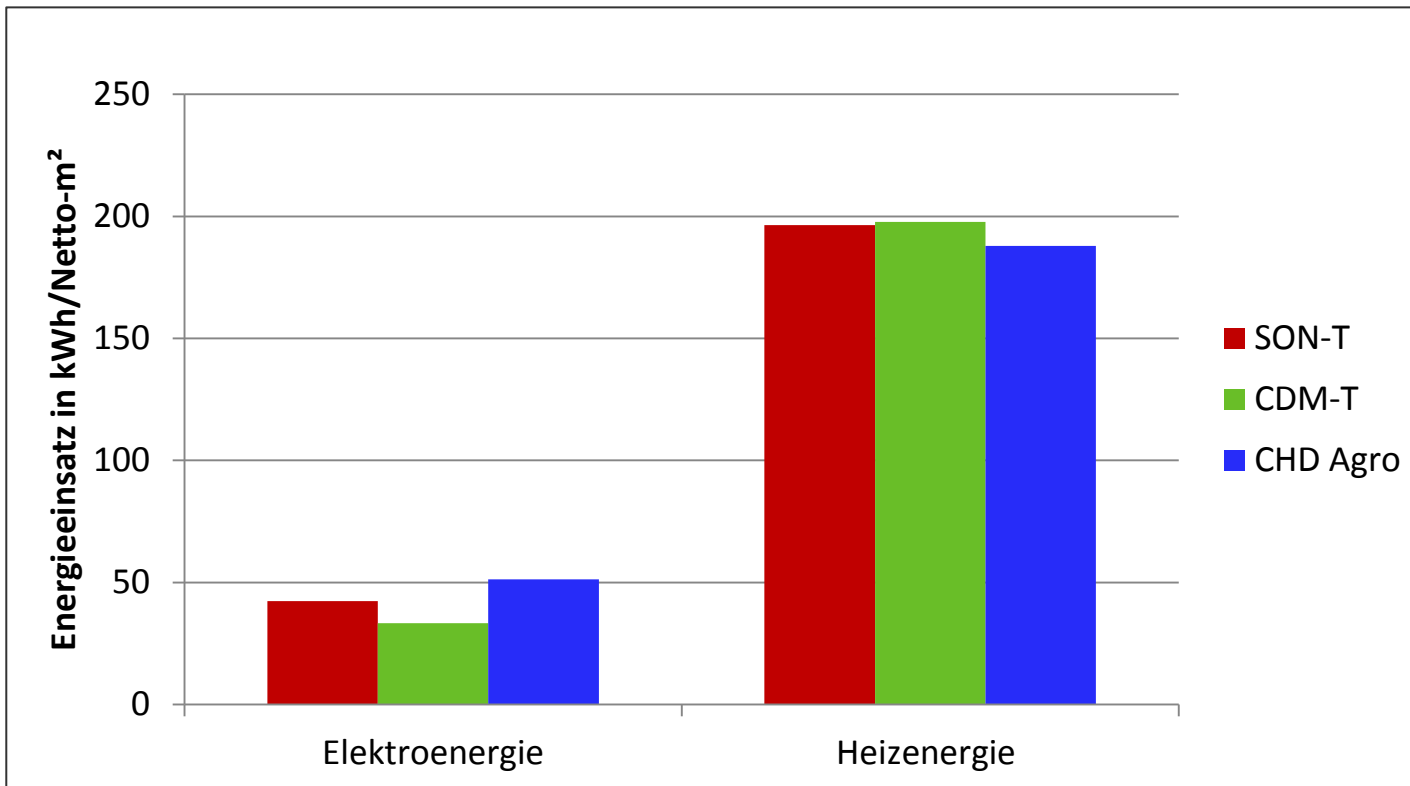
	SON-T	CDM-T	CHD Agro
Treibdauer in Tagen	76,2	75,2	75
Gesamteindruck	7,8	7,7	7,8
Anzahl Blütendolden	4,6	4,5	4,7
Sprossmasse in g	151	159	159
Doldendurchmesser in cm	18	18	18
Breite in cm	43	44	43
Höhe in cm	22	23	23

Keine signifikanten Unterschiede!

2016/2017

## Hortensien Treiberei KW 49 bis KW 08

### Energieeinsatz in den unterschiedlichen Belichtungsvarianten



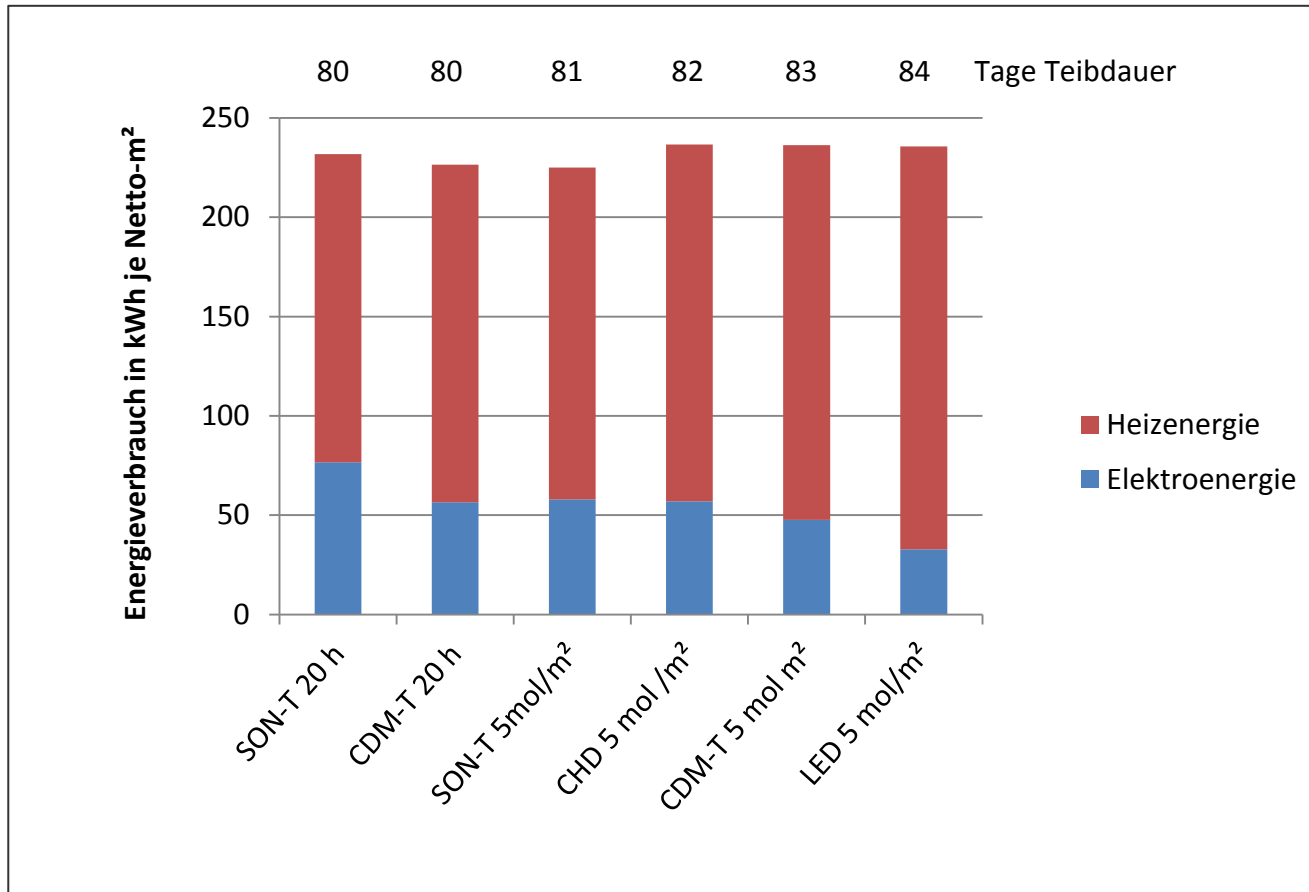


## Auswirkungen der Lichtvarianten auf die Kulturdauer und die Pflanzenqualität

	SON-T 5 mol/m <sup>2</sup>	CDM-T 5 mol/m <sup>2</sup>	CHD AGRO 5 mol/m <sup>2</sup>	LED 5 mol/m <sup>2</sup>	SON-T 20h	CDM-T 20h
Treibdauer in Tagen	81 <sup>b</sup>	83 <sup>c</sup>	82 <sup>c</sup>	84 <sup>d</sup>	80 <sup>a</sup>	80 <sup>a,b</sup>
Gesamteindruck*	7,1	7,0	7,2	7,2	7,2	7,0
Pflanzenhöhe in cm	37 <sup>a</sup>	40 <sup>b,c</sup>	39 <sup>a,b,c</sup>	37 <sup>a</sup>	38 <sup>a,b</sup>	41 <sup>c</sup>
Pflanzenbreite in cm	57	58	58	57	58	58
Anzahl Blütenstände	3,9	4,0	4,1	3,9	4,0	3,9
Durchmesser Blütenstand in cm	19,2 <sup>a,b</sup>	19,5 <sup>b</sup>	19,8 <sup>b</sup>	19 <sup>a</sup>	20,4 <sup>c</sup>	20,4 <sup>c</sup>
Sprossmasse in g	195 <sup>a</sup>	198 <sup>a,b</sup>	211 <sup>b,c</sup>	202 <sup>a,b,c</sup>	216 <sup>c</sup>	214 <sup>b,c</sup>
Stromverbrauch in kWh/Netto-m <sup>2</sup>	57,86	47,62	56,97	32,82	76,67	56,43
% zu „SON-T 5 mol/m <sup>2</sup> “		82	98	57	133	98

# Hortensien (Treibphase)

Energieverbrauch je Variante bis zum mittleren Blühtermin





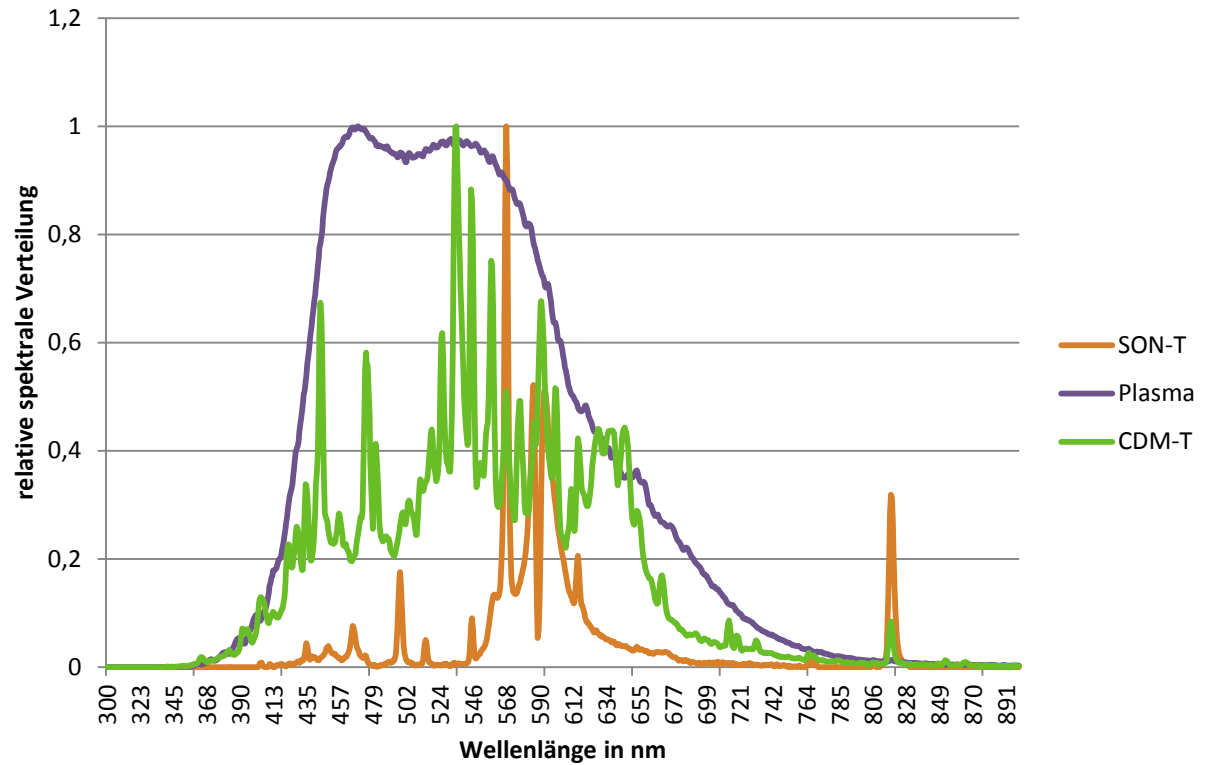
Detaillierte Ergebnisse in den Versuchsberichten !

[www.hortigate.de](http://www.hortigate.de) oder [www.landwirtschaft.sachsen.de/zierpflanzen](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/zierpflanzen)

## Tastversuche mit Plasmalampe



PLM-E950-75K; 80  $\mu\text{mol PAR}/\text{m}^2\text{s}$



## Tastversuch mit Plasmalampe

SON-T
60 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$
max. 20 h
64 Tage
Gesamt 7,3



Plasma PLM-E
100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$
max. 20 h
55 Tage
Gesamt 7,6

CDM-T
100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$
aller 2 Tage
55 Tage
Gesamt 8,5

SON-T
100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$
2 h Intervall
52 Tage
Gesamt 8,2

# Topfrosen - ProKonZier



80 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	60 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	120 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	80 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$
4,32 mol/Tag	4,32 mol/Tag	4,32 mol/Tag	5,18 mol/Tag
max. 15 h	max. 20 h	2 h Intervall	max. 18 h aller 2 Tage

## Ergebnisse: Vergleich zu Natriumdampfampe

Leuchtmittel	SON-T Pia Green Power	CDM-T 315	CHD AGRO 400	DRWMBHO Green Power LED
Typ	Natriumdampf- ampe	Keramik-Metall- halogendampfampe	Keramik-Metall- halogendampfampe	LED
Leuchte	Philips MGR 400 (schwarz)	MGR-E 315-CDM	MGR-K-CHD	Philips LED-Toplight
Pflanzen		In Abhängigkeit von Pflanzenart: kürzere Kulturdauer kompakte Pflanzen bessere Blütenausfärbung		kompakte Pflanzen z.T. etwas längere Kulturdauer
Kosten Elektroenergie		80 %	98 %	60 %
Kosten Heizenergie		Von Kultur und Jahreszeit abhängig		
Investitionskosten Leuchte	250 € ?	489 € ?	411 € ?	549 € ?
Leuchtmittel Lebensdauer	30 € 12.500 h	90 € 13.300 h	88 € 15.000 h	- 25.000 h

## Fazit :

- Ergebnisse stark von Jahreszeit und Kultur abhängig
- deutlichste Effekte ab November bis Februar
- Keine spektralen Wirkungen bei hoher Außenstrahlung
- Einsparung an Elektroenergie muss z.T. mit Heizenergie ausgeglichen werden
- durch kürzere Kulturdauer geringerer Energieeinsatz

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!