



Im Messaquarium wurden die Scheiben mit einer Folie abgeklebt, um seitlichen Lichteinfall auszuschließen. Hier eine Sera X-Change Tube Daylight Sunrise während der Messung Foto: P. Fitz

LED-Beleuchtung auf dem Vormarsch

Teil 3: Bewertung verschiedener LED-Leisten (Messungen)

Von Petra Fitz

Im zweiten Beitrag dieser Artikelserie wurden LED-Leisten miteinander verglichen, basierend auf den Angaben der Hersteller (Homepage, persönliche Mitteilungen). Da die Schwankungsbreite der Leistungs- und Effizienzangaben sehr groß ist, stellt sich die Frage, wie verlässlich diese Angaben sind, vor allem diejenigen, die auf Lumenwerten basieren. Dieser Frage geht der vorliegende dritte und letzte Teil nach.

Ich besitze inzwischen LED-Leuchten diverser Hersteller. Auch ein Lichtmessgerät habe ich. Was liegt da näher, als eigene Messreihen durchzuführen? Davon erhoffte ich mir mehr Klarheit bei der Bewertung der Lichtleistung von LED-Leuchten verschiedener Anbieter. Mit meinem einfachen Lux-Messgerät maß ich die Beleuchtungsstärken zweier T5- und die von acht LED-Leuchtmitteln unter Wasser. Die Beleuchtungsstärke gibt ja an, wie viel Lux in einem bestimmten Abstand vom Leuchtmittel pro Fläche ankommen (Lux = Lumen pro

Quadratmeter) – also ein Messwert, der direkt mit der Lichtleistung (Lichtstrom) eines Leuchtmittels korreliert. Die ersten Messungen nahm ich im normalen Aquarium vor, quasi unter Realbedingungen. Weil die Messwerte jedoch teils deutlich anders ausfielen als die von den Herstellern angegebenen Daten, standardisierte ich meinen Messaufbau nun. An dieser Stelle mein Dank an die Firma Eheim, die in eigenen Prüflabors die Beleuchtungsstärke der Power-LEDs vermessen hat. Von Eheim erhielt ich eine Beschreibung des Messaufbaus. Daran

orientierte ich mich bei meinen neuen Messreihen. Auch die Angaben anderer Hersteller bezüglich möglicher Unsicherheiten bei Lux-Messungen (siehe Teil 2) habe ich so weit wie möglich versucht auszuschließen.

Die Messanordnung

Als Messgerät diente das Seneye reef. Hiermit kann man die Beleuchtungsstärke, die fotosynthetisch aktive Strahlung und die Lichtfarbe unter Wasser messen. Es wurde für Aquarianer und

Teichfreunde entwickelt. Das Messgerät ist nicht kalibriert und erlaubt auch nur die Messung von senkrecht einfallendem Licht (keine Kosinuskorrektur). Ziel der Messungen war es, verschiedene Leuchtmittel untereinander zu vergleichen, und nicht, absolut korrekte Messwerte zu ermitteln. Für diese Anwendung ist das Messgerät ausreichend genau.

Als Messaquarium diente ein Standard-Becken von 60 x 30 x 35 cm (Breite x Tiefe x Höhe). Es wurde rundherum mit schwarzer Folie abgeklebt, um seitlichen Lichteinfall auszuschließen. Ein auf dem Aquariumgrund aufgezeichnetes Raster (5 x 5 cm) ermöglicht die genaue Positionierung des Sensors. Oben am Glasrand wurden ebenfalls entsprechende Markierungen angebracht, um die Leuchtmittel mittig und genau senkrecht über dem Sensor zu positionieren. Das Aquarium wurde am Vortag der Messung mit Osmosewasser gefüllt. Der Wasserstand über der Sensoroberkante betrug 25 cm. Zur Messung wurden die Leuchtmittel quer über das Aquarium gelegt. So geht in die Messung immer nur der Lichteintrag eines knapp 30 cm messenden Abschnitts des Leuchtmittels ein. Auf diese Weise können auch unterschiedlich lange Leuchtmittel miteinander verglichen werden.

Der Abstand der Leuchtmittelunterkante zur Wasseroberfläche betrug immer 5 cm. Die Wasseroberfläche war nicht bewegt, der Sensor nicht beschattet. Schließlich fanden alle Messungen unmittelbar hintereinander statt. Bevor gemessen wurde, waren alle Leuchtmittel mindestens eine Stunde lang eingeschaltet, um auf praxisnahe Betriebstemperatur und Leuchtleistung zu kommen. Sensor und Leuchtmittel wurden zuvor gründlich gereinigt, die Leuchtmittel abgetrocknet, sodass keine Wasserflecken die Leuchtleistung minderten.

Lichtmessung bei zwei T5-Leuchtmitteln:

Als Vertreter einer Dreibandendröhre wählte ich die Eheim freshpower day, die JBL Ultra tropic diente als Beispiel für eine Vollspektrumröhre. Beide Leuchtmittel waren neu, ebenso die Reflektoren. Die Licht-Messdaten mit und ohne Reflektor

Tabelle 1: Gemessene Lichtwerte bei zwei T5-Leuchtmitteln

T5-Leuchtmittel (24 Watt, neu) In destilliertem Wasser, Messstiefe 25 cm Messgerät: Seneye reef		Beleuchtungsstärke (Lux)	PAR (µmol/(m²*sec))	Lichtfarbe (Kelvin)
JBL Ultra Tropic	Ohne Reflektor	1452	39	3.600
	Mit Reflektor	2851	77	3.600
Eheim freshpower day	Ohne Reflektor	1407	38	6.575
	Mit Reflektor	3541	95	6.300
Ohne Beleuchtung (Nullwert)		5,5	0,1	8.875

sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Messung fand in einem abgedunkelten Raum statt. Dadurch war der „Nullwert“ (ohne Leuchtmittel) entsprechend niedrig: PAR: 0,1 (µmol/(m²*s)), Beleuchtungsstärke (25 cm): 5 Lux, Lichtfarbe: 8.900 Kelvin. Bei den T5-Leuchtmitteln sieht man sehr deutlich, dass die Verwendung von Reflektoren unbedingt anzuraten ist! So betrug die Beleuchtungsstärke bei der JBL-Röhre ohne Reflektor rund 1.450 Lux, mit Reflektor 2.850 Lux. Auch bei der Eheim-Röhre konnte durch Reflektoreinsatz die Beleuchtungsstärke von 1.400 auf 3.540 Lux gesteigert werden. Der Wert der fotosynthetisch aktiven Strahlung veränderte sich entsprechend. Das Verhältnis zwischen PAR-Wert eines Leuchtmittels und dessen Beleuchtungsstärke kann durch einen Faktor beschrieben werden:

$$\text{Beleuchtungsstärke (Kilo-Lux)} \times \text{Faktor} = \text{fotosynthetisch aktive Strahlung } (\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}))$$

Je höher der Faktor bei einem Leuchtmittel, desto höher ist der Anteil an pflanzennutzbarem Licht.

Bei beiden T5-Leuchtmitteln war dieser Faktor sehr ähnlich:

$$\text{Faktor (T5 JBL Solar tropic, Eheim freshpower day)} = 26,8\text{--}27,0$$

Erstaunt hat mich das Ergebnis, dass die gemessenen Beleuchtungsstärken beider T5-Leuchten recht ähnlich waren. Die Herstellerangabe der Lumenleistung hätte ein anderes Ergebnis erwarten lassen. Laut Hersteller ist die Lichtleistung der Eheim freshpower day um rund 50 % höher als die der JBL Ultra tropic. Die Lichtmessung ergab jedoch nur einen Unterschied von rund 25 % (mit Reflektor).

Möglicherweise liegt die Ursache für diesen Unterschied darin, dass die Messungen des Seneye bei Vollspektrum und Dreibandenspektrum unterschiedlich genau sind. Hier wären sicherlich weiterführende Messungen interessant. Festhalten kann man aber als Ergebnis der Lichtmessung bei diesen T5-Röhren, dass die gemessene Beleuchtungsstärke in 25 cm Messtiefe zwischen 2.850 und 3.540 Lux beträgt – wenn man (saubere) Reflektoren verwendet.

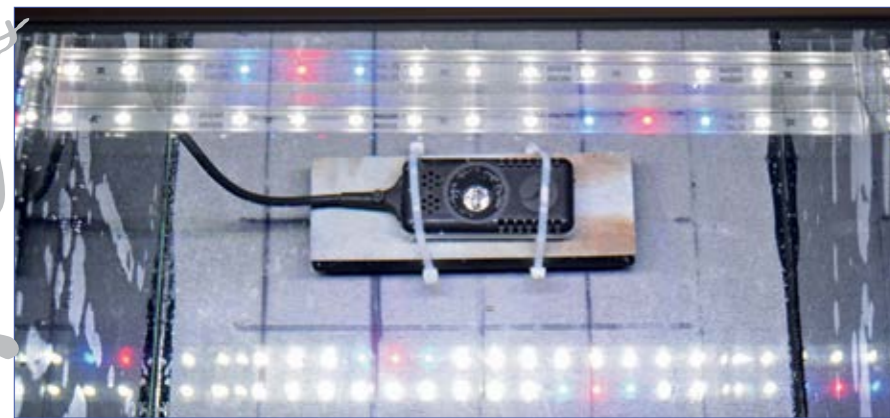
Lichtmessung bei acht LED-Leuchtmitteln

Bei den LED-Leuchten hatte ich nicht überall neue Leuchtmittel zur Verfügung. Deshalb ist immer die ungefähre Betriebszeit in Klammern mit angegeben. Auch sind die Leuchtmittel unterschiedlich lang. Die Messwerte gelten also nur für die angegebene Ausführung (Länge) und können bei anderen Ausführungen durchaus etwas anders ausfallen. Auch gibt es innerhalb einer Baureihe geringfügige Unterschiede in der Leistung (durch Unterschiede in der Verarbeitung), eine gewisse Variationsbreite ist hier also gegeben. Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse gelten somit streng genommen nur für die vermessenen Einzel-Leuchtmittel.

In alle LED-Leuchtmittel sind überwiegend (bis ausschließlich) Weißlicht-LED-Chips verbaut. Daher sind die Spektren sehr ähnlich (kontinuierliche Vollspektren). Eine mögliche Fehlerquelle der Lichtmessung durch stark unterschiedliche Spektren (wie oben bei den T5-Leuchtmitteln beschrieben) kann also ausgeschlossen werden. Die Ergebnisse sind daher in jedem Fall besser untereinander vergleichbar.

Tabelle 2: Gemessene Lichtwerte bei verschiedenen LED-Leuchtmitteln

	Messung in destilliertem Wasser, Messtiefe 25 cm Messgerät: Seneye reef	Beleuchtungsstärke (Lux)	PAR ($\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)	Lichtfarbe (Kelvin)	Faktor (PAR pro Kilolux)
1	Eheim power LED daylight (784 mm, 2 Monate)	3.570	96	6.000	26,9
2	Eheim power LED plants (784 mm, 2 Monate)	3.600	97	7.800	27,0
3	LEDaquaristik eco+ tropical (80cm, 1 Jahr)	2.570	69	5.230	26,9
4	Lum-Light Neon Ersatz CCC (1.125 mm, 3 Jahre)	1.410	38	7.380	27,0
5	Rebie Tropical (90 cm, neu)	1.300	35	5.430	26,9
6	Giesemann Pulzar HO dim tropic (1.070 mm, 1 Jahr)	3.930	106	5.600	27,0
7 KW	LiWeBe Scaping light Biotop 2.500 K/2 x 5.000 K/RGB (540 mm, 6 Monate,) nur Kaltweiß	6.052	163	5.580	26,9
7 Alles	LiWeBe Scaping light Biotop 2.500 K/2 x 5.000 K/RGB (540 mm, 6 Monate,) KW+WW+RGB	7.490	203	5.530	27,0
8	Sera X Change Tube daylight sunrise (520 mm, neu)	1.910	51	12.800	26,7



Bei LED-Leuchten mit farbigen LEDs und Bereichen mit rein weißen LEDs wurde unter dem Bereich mit den Weißlicht-LEDs gemessen (hier: Eheim power LED plants) Foto: P. Fitz

¹Der Unterschied zwischen den Lux-Messwerten bei der Giesemann Pulzar HO dim und Eheim power LED Plants unter den Abschnitten mit farbigen LED-Chips und unter den Abschnitten mit ausschließlich weißen Chips betrug gerade einmal 0,5–2 %!

²Meine Messung der 30-W-power-LEDs in 25 cm ergaben 3.570 und 3.600 Lux; Eheim ermittelte in 30 cm Messtiefe (mit 43 W power LED plants und daylight) eine Beleuchtungsstärke zwischen 3.320 und 4.070 Lux

³In der Tabelle „Herstellerangabe“ wurde die LEDaquaristik Lichtfarbe „day“ vorgestellt, weil sie diejenige mit den höchsten Effizienzen ist. Die vermessene Lichtfarbe „tropic“ hat eine geringfügig schlechtere Effizienz (140 Lumen/Watt rechnerisch, 86 Lumen/Watt real). Wenn die Lichtfarbe „tropic“ also etwas unter der T5-Leistung bleibt, passt das mit den Herstellerangaben überein.

Durch die gewählte Messtiefe von 25 cm kann man auch von einer guten Lichtdurchmischung bei solchen LED-Leuchtmitteln ausgehen, deren farbige LEDs nicht gleichmäßig verteilt sind (Giesemann Pulzar HO dim, Eheim power LED plants)¹. Bei der LiWeBe-LED gibt es zwei Sorten Messwerte: Einmal diejenigen, die nur mit den beiden Kaltweiß-LED-Streifen ermittelt wurden (7 KW), und dann die Messwerte, wenn neben den Kaltweiß-LEDs auch noch die Warmweiß- und RGB-LEDs auf 100 % Leistung geregelt wurden („7 Alles“). Der Grund: LiWeBe gibt auf der Homepage nur die Kennzahlen (Lichtstrom und Stromverbrauch) für

die beiden Kaltweiß-LED-Streifen an, da diese die „Grundbeleuchtung“ darstellen. Für den Vergleich „Händlerangabe/Messwert“ sind also diese Messwerte „7 KW“ entscheidend, für die Gesamtleistung der Lampe die „7 Alles“-Werte.

Die Messergebnisse der LED-Leuchten sind in der Tabelle 2 zusammengefasst.

Zunächst kann festgestellt werden, dass der Anteil der fotosynthetisch aktiven Strahlung am Gesamtlicht (Faktor) der LED-Leuchten bei allen Leuchtmitteln fast gleich ist. Der Faktor (PAR/Kilolux) liegt zwischen 26,7 und 27,0 – es besteht hier kein Unterschied zu den T5-Leuchtmitteln!

Laut Hersteller (siehe Tabellen in Teil 2 der Artikelserie) liegen die Lichtfarben der LED-Leuchten zwischen 5.000 und 10.000 Kelvin. Bei einigen LED-Leuchten stimmten Messwert und Herstellerangabe recht gut überein (Giesemann, LiWeBe). Bei Lum-Light, LEDaquaristik und Sera wurden kühlere Lichtfarben als angegeben gemessen, bei den restlichen LED-Leuchten war die gemessene Lichtfarbe wärmer als die vom Hersteller angegebene. Besonders auffallend ist der Sera-Messwert: 12.800 Kelvin gemessen, 6.000–8.000 Kelvin angegeben. Eine Erklärung für die unterschiedlich ausfallenden Messwerte habe ich leider nicht.

Erwartungsgemäß waren die gemessenen Beleuchtungsstärken sehr unterschiedlich. Die Lux-Messung bestätigt die Herstellerangaben bei den meisten LEDs im Wesentlichen: Beide Eheim power LEDs (1,2) sind etwas heller als die gemessenen T5-Leuchtmittel²; LEDaquaristik eco+ (3) bleibt etwas unterhalb der Beleuchtungsstärke der T5-Leuchtmittel. Auch bei der Betrachtung der spezifischen Lumenleistung erreichte diese LED lediglich den Lichtstrom schwächerer T5-Leuchtmittel³. Ebenfalls die Erwartungen erfüllt hat das Scaping Light Biotop von LiWeBe: Allein die beiden Kaltweiß-LED-Streifen (7 KW) bringen schon doppelt so viel Licht in das Aquarium ein wie die betrachteten T5-Leuchtmittel. Werden auch noch der Warmweiß- und der RGB-Streifen dazugeschaltet (7 Alles), erhöht sich die Lichtleistung nochmals um gut 20 %. So könnten schon fast drei der lichtschwächeren T5-Leuchtmittel ersetzt werden! Herstellerangabe und Lichtmessung bringen auch bei Lum-Light Neon Ersatz CWC (4) übereinstim-

Deutsche Cichliden-Gesellschaft e. V.



DCG-Symposium 2016

Staatliches Naturhistorisches Museum Braunschweig
Pockelsstr. 10, 38106 Braunschweig

Samstag, 19.11.2016 09.30 bis 19.00 Uhr
Sonntag, 20.11.2016 10.00 bis 13.30 Uhr

An beiden Tagen erwarten Sie Vorträge zu den Themen:

LED-Beleuchtung
Klaus Müller-de Beek

Artemia
Dr. Hans-Joachim Schirmer

Cichliden
Jens Gottwald + Volker Bohnet

Schwarzwasser
Dr. Stefan K. Hetz

Biotopzerstörung
Andreas Tanke

Attraktives Rahmenprogramm
z. B. kostenlos Aquarienwasser testen

Samstag ab ca. 19.30 Uhr Erfahrungsaustausch und Tombola
Gaststätte Edelweiß-Stub'n, Hamburger Str. 53, 38114 Braunschweig (Nähe Museum)

Teilnahmegebühren: beide Tage
Tageskarte Samstag
Tageskarte Sonntag
Nichtmitglieder 25.- € / DCG-Mitglieder 15.- €
Nichtmitglieder 20.- € / DCG-Mitglieder 10.- €
Nichtmitglieder 10.- € / DCG-Mitglieder 5.- €

Die Teilnahmegebühr ist bis zum 10.11.2016 unter dem Stichwort „Symposium“ mit Angabe des Namens und der Mitgliedsnummer zu überweisen auf das DCG-Konto: IBAN DE9448050161000039818 BIC SPBIDE33XXX
Übernachtungsmöglichkeiten und Detailinformationen finden Sie unter www.dcg-online.de



Sponsoren





Messung des Strombedarfes im Betrieb (hier: 540 mm LiWeBe Scaping light Biotop bei 100 % Leistung)
Foto: P. Fitz

Aquarium (120 x 45 x 65 cm), mit einer Giesemann Pulzar HO dim beleuchtet Foto: P. Fitz



„Sparaquarium“: Ein Becken von 200 x 60 x 60 cm, mit insgesamt nur 54 Watt beleuchtet (drei Rebie LED: 2 x Tropical, 1 x Jungle)
Foto: P. Fitz

wie eine T5). Ebenso die Sera X Change Tube daylight sunrise – hier ersetzen zwei LEDs selbst die lichtstärkere der vermessenen T5-Röhren! Schlechter als erwartet schnitt die Giesemann Pulzar HO dim ab (6): Diese LED bringt 10–40 % mehr Licht als die gemessenen T5-Leuchtmittel – nach den Herstellerangaben (spez. Lichtstrom) hätte man 50–100 % mehr erwartet.

Fazit: Die Messung der Beleuchtungsstärke bestätigt die meisten Herstellerangaben zur Lumenleistung ihrer LED-Röhren (Eheim, LEDaquaristik, LiWeBe, Lum-Light)! Bei zwei der lichtschwächeren Modelle (Rebie, Sera) wurden sogar bessere Beleuchtungsstärken gemessen, als es die Herstellerangaben erwarten ließen. Nur bei der Giesemann Pulzar HO dim wurden nach der Messung der Beleuchtungsstärke schlechtere Lichtleistungen ermittelt, als es die Herstellerangabe zur Lumenleistung erwarten ließ.

Da ich schon am Messen war, ermittelte ich auch gleich noch den tatsächlichen Energiebedarf der LED- und T5-Leuchtmittel (wieder auf die Leuchtmittellänge bezogen; Beispiel T5: Herstellerangabe: 24 Watt/0,55 m = 43,6 Watt/m). „Tatsächlich“ deshalb, weil die Hersteller üblicherweise nur den Strombedarf des reinen Leuchtmittels angeben. Im Betrieb benötigen die Leuchtmittel ja noch Technik (Netzteil/Trafo, Controller), die ebenfalls Strom

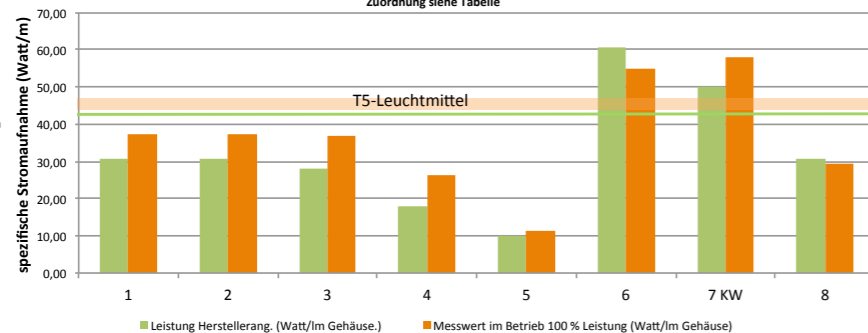
verbraucht. Gemessen wurde dieser „Systemenergiebedarf“ der Leuchten im Betrieb mit einem kalibrierten Strommessgerät, bei 100 % Leistung.

Zunächst fällt auf, dass die gemessenen Energieaufnahmen zum Teil deutlich über den Angaben der Hersteller liegen. Die LEDs der Hersteller Eheim (1,2) verbrauchen im Betrieb rund 22 % mehr Strom als angegeben, bei LEDaquaristik (3) waren es 32 % und bei Lum-Light (4) 47 %! Etwa genauso viel wie vom Hersteller angegeben verbrauchte die LED von Rebie (5). Bei der LED von LiWeBe wurde zwischen 3 und 16 % mehr Energieverbrauch gemessen als vom Hersteller angegeben. Weniger Energie als angegeben verbrauchten dagegen die Sera LED (8), nämlich 5 % weniger, und die Giesemann (6), nämlich 10 % weniger!

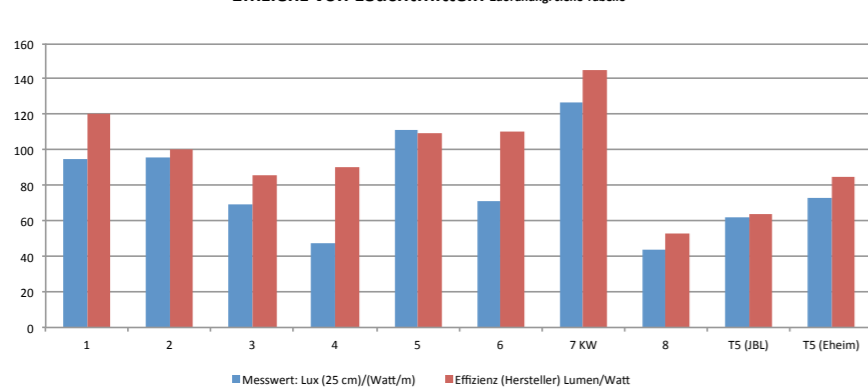
Mir stellte sich nach der bisherigen Auswertung die Frage, wie viel Lux nun pro Watt eingesetzter Energie (gemessen) im Aquarium ankommen. Hersteller geben ja die Effizienz ihrer Leuchtmittel in „Lumen pro Watt“ an. Entsprechend dazu habe ich die gemessene Effizienz in „Lux pro spezifischer Leistungsaufnahme (Watt/m)“ berechnet, so eine Art „Lux-Effizienz“. Diese Darstellung ist unüblich, aber in meinen Augen sinnvoll, wenn man die verschiedenen Leuchtmittel auf Grundlage der Messwerte (Beleuchtungsstärke, Strombedarf) miteinander vergleichen will.

Strombedarf verschiedener LED-Leuchtmittel

Zuordnung siehe Tabelle



Effizienz von Leuchtmitteln Zuordnung: siehe Tabelle



mende Ergebnisse (zwei Lum-Light Neon Ersatz anstelle einer T5 nötig)⁴. Besser als erwartet haben die LEDs von Rebie und Sera abgeschnitten. Nach meinen Messungen ersetzen zwei Rebie Tropical eine T5-Leuchte (nach den Lumenangaben der Hersteller bräuchte es drei Tropical, um dieselbe Lichtleistung zu erbringen

⁴Die vermessene LED stammt von Lum-Light. Inzwischen ist die Firma vom Aquarienkonto übernommen worden (Lum-Light by AK). In dieser LED werden etwas leistungsstärkere LED-Chips verbaut.

8811
8821



TUNZE LED



Die neuen TUNZE® LED Leuchten 8811 und 8821 für Süß- und Meerwasseraquarien sind für den permanenten Einsatz unter Wasser konzipiert sowie als konventionelle Universalleuchte geeignet.

Weitere Informationen: www.tunze.com



TUNZE® Aquarientechnik GmbH
Seeshaupter Straße 68
82377 Penzberg
www.tunze.com



Das Würfelaquarium (65 x 65 x 65 cm) wird mit nur einer LiWeBe-LED (Biotop) sehr gut ausgeleuchtet Foto: P. Fitz

Theoretisch sollte das Verhältnis der roten und blauen Balken zueinander bei allen Leuchtmitteln gleich sein (zweite Grafik, Seite 65).. Tatsächlich ist es auch bei den meisten LED-Leuchten so. Aus dem Rahmen fallen die Leuchtmittel, die schon bei den vorangegangenen Vergleichen positiv oder negativ aufgefallen sind: Lum-Light (4) und Giesemann (6) schneiden schlechter ab als der Durchschnitt, Rebie (5) besser.

Fazit der „Lux-Effizienz“: Vier der vermessenen LED-Leuchten brachten mehr Lux (pro Watt und Laufmeter) in das Aquarium ein als die T5-Leuchten, zwei der LED-Leuchten weniger und weitere zwei Leuchten etwa gleich viel. Stromsparen kann man also mit LED-Leuchtmitteln – muss man aber nicht!

Zurück zur Fragestellung, ob die Herstellerangaben durch die Messungen bestätigt werden können. Bei dem Vergleich zu T5/T8-Leuchtstoffröhren wird immer vorausgesetzt, dass diese mit Reflektor betrieben werden.

Insgesamt also mehr „ja“ als „nein“. Überrascht hat mich bei der Auswertung selbst, dass die Giesemann Pulzar HO dim so schlecht abgeschnitten hat. Diese Leuchte habe ich vor zwei Jahren als Ersatz für drei Lum-Light Neon Ersatz LED

über meinem 120 x 45 x 65 cm (Breite x Tiefe x Höhe) messenden Aquarium installiert. Ich persönlich finde die Beleuchtung schön! Hell, bei sehr gutem Lichteindruck (Farben). Auch die Pflanzen wachsen einwand- und algenfrei.

Letztendlich ist für die Auswahl der LED auch der (Licht-)Eindruck entscheidend. Die Pflanzen kommen mit dem LED-Licht sehr gut zurecht und brauchen anscheinend oft viel weniger Licht zum Wachstum als allgemein gedacht. Ein zweites gutes Beispiel für diese These ist mein 200-cm-Aquarium. Dieses „Amazonasbecken“ wurde anfangs mit 3 x 80-Watt-T5 beleuchtet. Der Pflanzenwuchs war sehr üppig, die Arbeit damit auch ... Vor gut zwei Jahren habe ich auf drei Rebie-LEDs umgestellt (2 x 18 Watt Tropical, 1 x 18 Watt Tropical DUO). Gut, das Aquarium ist etwas dunkler, aber die Pflanzen wachsen immer noch zufriedenstellend. Nun eben langsamer, was aber meiner Bequemlichkeit zugutekommt.

Der Eheim-Würfel (65 x 65 x 65 cm) wurde ursprünglich mit 2 x 24-Watt-T5 beleuchtet. Seit zwei Jahren habe ich auf eine LiWeBe scaping light Biotop umgestellt – auf 60 % gedimmt (Einstellung variiert im Tagesverlauf. Bei der Aufnahme waren es 2 x 60 % Kaltweiß, 30 % Rot und Warmweiß, 10 % Grün und 0 % Blau). Das reicht – und der Strombedarf ist dadurch auf nur 21 Watt gesunken ...



Schrankaquarium (80 x 40 x 60 cm) mit zwei Eheim power LEDs (daylight und plants) Foto: P. Fitz

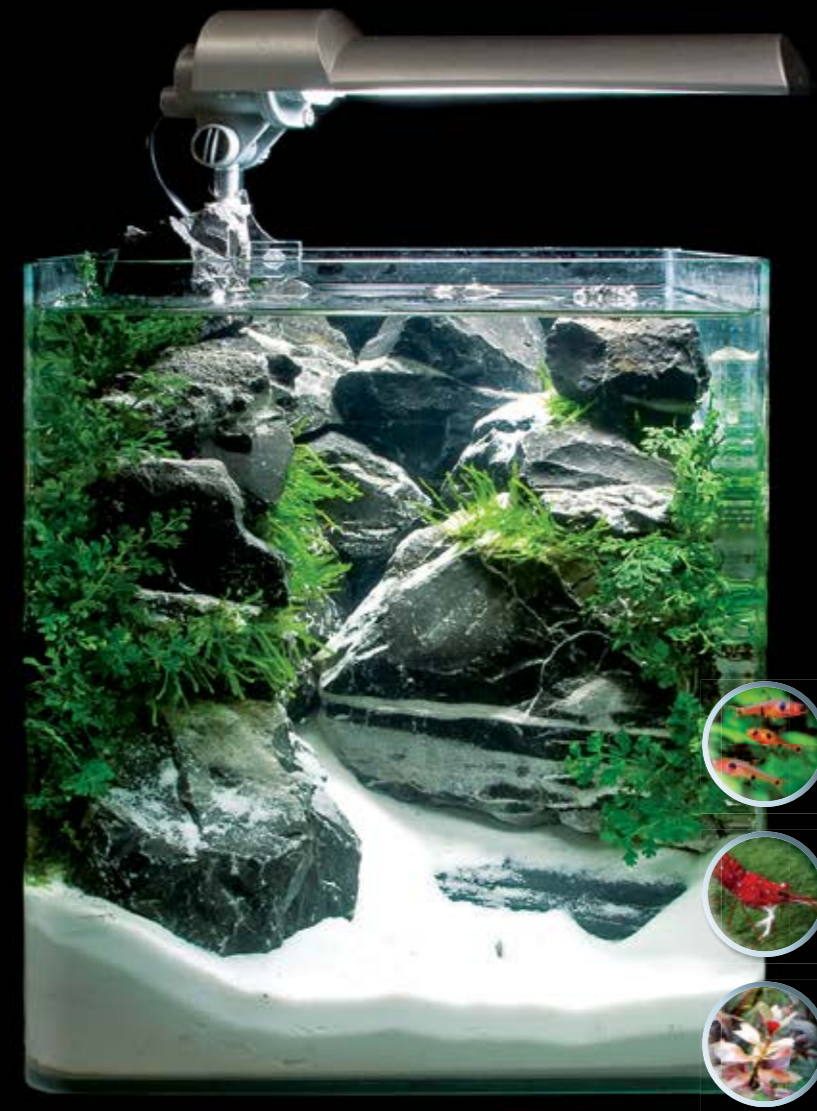
Tabelle 3: Können die Messungen die Herstellerangaben bestätigen?

	Herstellerangabe (Auszug)	Bewertung auf Grundlage der Messergebnisse
1 2	Eheim power LED daylight und plants Ersetzen T5-Leuchtmittel 1 : 1, 30 % Energieersparnis zu T5	Ja Fast (20 %)
3	LEDaquaristik eco+ tropic ca. 33 % heller als herkömmliche Leisten Hohe Effizienz (bis 99 Lumen (real)/Watt) Stromsparend	Ja (LED 3,4,5,8), nein (LED 1,2,7) Ja Ja (20 % zu T5)
4	Lum-Light Neon Ersatz CWC (2015) Bis zu 50 % Energieersparnis Neonröhrenersatz Beckenhöhe egal	Ja (50 % zu T5) – dabei aber weniger als 50 % Licht zu T5! Nein (T5), ja (T8) Nein, wie T8 (max. 50 cm)
5	Rebie Tropical 33 % Energieersparnis Ersetzt T8 Bis 50 cm Aquarienhöhe geeignet	Ja (66 % zu T8, 76 % zu T5!) Ja Ja
6	Giesemann PULZAR HO dim tropic Ersetzt mehrflämmige Leuchtstoffröhren-Beleuchtung mit nur einer LED Geringerer Energieverbrauch Hohe Effizienz (110 (bis 170) Lumen/Watt)	Ja (T8), nein (T5); Nein (im Vergl. zu T5) Nein
7	LiWeBe Scaping light Biotop (2.500 K/5.000 K/RGB) 33 % heller als vergleichbare LED, bei gleicher Wattzahl. Hohe Effizienz (bis 145 Lumen (rechn.)/Watt) Ersetzt 2 vergleichbare LEDs	Ja (im Vergl. zu LED 1,2,6: 27–44 % heller) Ja
8	Sera X-Change Tube daylight sunrise Ersatz für Leuchtstoffröhren Energiesparend	Ja (T8), Nein (T5) Ja (10 % zu T8, 35 % zu T5)



Nano-Süßwasseraquarien

Der unverzichtbare Leitfaden für ein gut durchdachtes und geplantes Nano-Aquarium!



Nano-Süßwasseraquarien

B. Klingbeil

160 Seiten, zahlreiche Abbildungen
Format: 17,5 x 23,2 cm, Hardcover

ISBN 978-3-86659-088-5
19,80 €

Es gibt wohl heutzutage kaum einen Aquarianer, der noch nichts von einem Nano-Aquarium gehört hat. Dieses Buch bietet alle Informationen, die Sie für die Einrichtung und die erfolgreiche Pflege eines solchen Mikrokosmos benötigen. Auch wenn es sich beim Nano-Aquarium um eine sehr kleine Welt handelt, ist die Artenvielfalt der dafür geeigneten Lebewesen doch sehr groß.

Sie finden hier darum alles Wissenswerte rund um Minifische, Garnelen und Wasserpflanzen für das Nano-Becken. Zahlreiche Einrichtungsbeispiele regen Ihre Fantasie an und liefern Ideen, wie ein Mini-Aquarium zu Ihrem persönlichen Schmuckstück werden kann.

Minifische · Garnelen · Wasserpflanzen
Pflege · Einrichtungsbeispiele · Problembehandlungen



Natur und Tier - Verlag GmbH
An der Kleimannbrücke 39/41 · 48157 Münster
Telefon: 0251 - 13339-0 · Fax: 0251 - 13339-33
E-Mail: verlag@ms-verlag.de

www.ms-verlag.de