

Aquarium LED Bauanleitung – by Nanoaquarium.de

Mit der richtigen Beleuchtung steht und fällt der Erfolg eines Aquariums. Heutzutage bietet die moderne LED-Technik erhebliche Vorteile gegenüber den konventionellen Leuchtmitteln auf Halogen oder gar HQI-Basis.



Im Folgenden stellen wir eine einfache Anleitung zum Bau einer selbstgebauten LED-Beleuchtung für das Aquarium vor. Die Anleitung richtet sich an leidenschaftliche Bastler die gerne neue Wege gehen. Durch den eigenen Bau kann die Beleuchtung optimal an die eigenen Bedürfnisse und auf die unterschiedlichsten Aquarienformen angepasst werden. Die Folge ist eine wunderschöne Beleuchtung, die deine Pflanzen, Fische und sonstigen Elemente im neuen Glanz erstrahlen lassen, wie du ihn noch nicht vorher gesehen hast. Der Kenntnisstand kann sowohl Fortgeschritten sein als auch blutiger Anfänger sein. Ich probiere möglichst tief ins Detail zu gehen und auch die Grundlagen weitestgehend zu erläutern.

Die Anleitung kann sowohl für Meerwasser als auch für Süßwasseraquarien verwendet werden. Dabei ist die vorgestellte Konstruktion, LED's-Auswahl, Anordnung etc. nur eine Variante die über viele Monate gereift ist. Jeder der die Lampe nachbaut, erweitert oder anpasst ist herzlich dazu eingeladen seine Erfahrungen in den Kommentaren zu posten. Schöne Bilder von der fertigen Lampe auf dem Aquarium sind auch gerne gesehen.

Bis dahin viel Spaß mit dem eigenen Bau einer DIY Aquarium LED Beleuchtung.

1. Warum LED-Beleuchtung

Die Beleuchtung des Aquariums mit LED's bürgt viele Vorteile. Hier ist gerade bei größeren Aquarien der erhebliche Stromkostenvorteil zu nennen. Moderne Hochleistungs-LED's bieten eine Effizienz von 150 Lumen pro Watt und mehr. Erst kürzlich hat der sehr beliebte Hersteller Cree eine LED (XLamp® XP-L) mit einer Leistung von 200 Lumen pro Watt kommerziell verfügbar gemacht. Ein Ende dieser Entwicklung ist noch nicht in Sicht, sodass wir in den nächsten Jahren sicherlich noch einiges in Sachen Effizienz erwarten können.

Doch was bedeutet die hohe Leistung im Vergleich zu einer gewöhnlichen T5-Leuchtstoffröhre? Aus 11 Watt können somit beispielsweise 1800 Lumen (bei 150 Lumen pro Watt) rausgeholt werden. Vergleicht man diese Angabe beispielsweise mit der 11 W Dennerle Nano Light die 900 Lumen erzeugt, fällt der Unterschied bereits gravierend aus. Die doppelte Effizienz ist die Folge.

Ferner kann die Farbtemperatur optimal an die eigenen Bedürfnisse angepasst werden. Es kann sogar durch ausgefeilte Steuerungstechnik ein wunderschöner Übergang zwischen Tag und Nacht erzeugt werden oder die LED's derart geschaltet werden, dass das Aquarium nachts mit einem Mondlicht beleuchtet wird. Sogar Gewitter und vieles mehr können in dem kleinen Biotop zu Hause die reale Umgebung aus der Natur nachbilden – hier sind der Fantasie kaum Grenzen gesetzt.

Die Anschaffungskosten sind etwas höher, allerdings werden die Kosten durch die hohe Effizienz bereits nach kurzer Zeit wieder eingespielt. Über die Jahre spart man also erheblich Stromkosten. Doch dazu später mehr. Zudem spielt zusätzlich als Kostenfaktor auch die Lebensdauer mit in die Rechnung. Moderne LED's von Qualitätsherstellern sind bei optimalem Betrieb quasi unzerstörbar. Die Hersteller geben hier Lebenszeiten von mehr als 50.000 Stunden an. Beleuchtet man sein Aquarium täglich 12 Stunden, so hält die LED-Beleuchtung in etwa 11 Jahre durch. Jeder der T5 und andere Leuchtstoffröhren im Einsatz hat kein Lied davon singen, wie häufig diese ausgetauscht werden müssen - bei mir halten diese in der Regel ein Jahr und büßen in dieser Zeit bereits erheblich an Leuchtkraft ein. Nimmt man diese stetigen Kosten in die Rechnung auf so ergeben sich noch deutlichere Kostenvorteile zugunsten von LED's.

1.1. Wie viel Strom verbraucht eine Lampe?

An dieser Stelle möchte ich zeigen wieviel Strom eine Aquariumlampe verbraucht. Dabei ist es für die folgende Rechnung vorerst unerheblich, ob die Lampe auf T5, T8, HQI oder LED-Basis aufbaut.

Als Preis für eine Kilowattstunde wird 0,28€ veranschlagt. Zudem wird angenommen, dass die Aquariumlampe 10 Stunden pro Tag im Einsatz ist. Pro Jahr sind das rund 3.650 Betriebsstunden. Diese Werte können natürlich für jeden individuell schwanken, je nach Stromanbieter bzw. Beleuchtungsdauer.

Die Stromkosten pro Jahr ergeben sich nach folgender einfacher Formel:

$$\text{Stromkosten}_{\text{Jahr}}[\text{€}] = \text{Betriebsstunden}_{\text{Tag}}[\text{h}] \cdot 365 \cdot \text{Leistung}[\text{Kilowatt}] \cdot \text{Preis}_{\text{kWh}}[\text{€/kWh}]$$

Bei Leistung der der Aquariumlampe von 1 Watt (entspricht 0,001 kW) ergeben sich somit Stromkosten pro Jahr und Watt von 1,03€. Also in etwa Stromkosten von **1€ pro Watt**, bei 10 Beleuchtungsstunden pro Tag.

Jetzt berechnen wir wieviel Strom man insgesamt bei einem x-beliebigen Aquarium sparen kann.

1.1.1. Wie viel kann ich bei meinem Aquarium sparen?

Jedes Aquarium muss je nach Literzahl und auch Art des Aquariums unterschiedlich stark beleuchtet werden. Süßwasseraquarien benötigen in der Regel die Hälfte oder ein Drittel der Lichtmenge eines entsprechenden Salzwasseraquariums, pauschal. Das kann jedoch durch die unterschiedliche Bepflanzung stark variieren. Pflanzen die gerne in Süßwasser-Aquascapes verwendet werden können durchaus die gleiche Lichtmenge benötigen wie die sehr lichthungrigen Steinkorallen SPS. Weichkorallen benötigen hier z.B. weniger Licht. Im Folgenden habe ich eine kurze Übersicht geben wieviel Lichtstrom pro Liter in den verschiedenen Situationen benötigt wird.

Aquariumtyp	Lumen/Liter
Süßwasseraquarien	15 bis 25
Salzwasseraquarien	30 bis 50
Aquascapes	25 bis 40

Die Werte gelten natürlich nur als grober Richtwert und können je nach tatsächlicher Bepflanzung variieren.

Die benötigte Lichtmenge berechnet sich somit durch:

$$\text{Gesamtlichtstrom[Lumen]} = \text{Lichtstrom}_{\text{Liter}}[\text{Lumen/Liter}] \cdot \text{Aquariumgröße[Liter]}$$

Im Folgenden rechnen wir ein Beispiel durch mit einem benötigten Lichtstrom von 35 Lumen pro Liter, das als guter Wert für ein Meerwasseraquarium mit einem Mix verschiedener Korallenarten genommen werden kann. Bei einem Aquarium von 160 l Fassungsvermögen ergibt sich somit ein Bedarf von 5600 Lumen.

Hinweis: Dieses Beispiel wird im weiteren Vorgehen fortgeführt, da die hier beschriebene Anleitung auf dieses Aquarium angewendet wird. Natürlich kann das Vorgehen auf jedes x-beliebige Aquarium angewendet werden.

Der benötigte Gesamtleistung der Lampe, egal ob Leuchtstoffröhre oder LED, berechnet sich nach folgender Formel:

$$\text{Gesamtleistung[Watt]} = \frac{\text{Gesamtlichtstrom[Lumen]}}{\text{Effizienz[Lumen/Watt]}}$$

Bei einer typischen Hochleistungs-LED mit einer Effizienz von 140 Lumen/Watt werden somit 40 Watt Gesamtleistung benötigt. Eine [Leuchtstoffröhre mit einer typischen Effizienz](#) von im Schnitt ca. 70 Lumen/Watt benötigt für das Erzeugen der gleichen Lichtmenge 80 Watt Gesamtleistung. Mit anderen Worten diese spezielle LED-Lampe ist doppelt so effizient! Mit den neuen Generationen wird hier sicherlich nochmals ein deutlicher Sprung entstehen.

Wie groß ist nun die tatsächliche Ersparnis durch die Stromkosten pro Jahr?

Oben haben wir berechnet, dass bei derzeitigem Strompreis und 10 Beleuchtungsstunden pro Tag in etwa 1€ pro Watt benötigt wird, egal welche Lampenart verwendet wird. Somit schlägt die LED mit 40€ Stromkosten pro Jahr zu Buche. Hingegen verschlingt die Leuchtstoffröhre 80€ pro Jahr, nur für Strom, was einer Differenz von 40€ entspricht. Mit anderen Worten, durch die LED Beleuchtung sparen wir in diesem Beispiel 40€ pro Jahr! Nimmt man noch die bereits erwähnten häufigen Austauschkosten für Leuchtstoffröhren mit in die Rechnung auf, so kommt man leicht auf 60 bis 70€ Differenz, pro Jahr.

Noch gravierender fällt der Unterschied gerade bei größeren Aquarien im Meerwasserbereich auf. Nimmt man beispielsweise ein 500 l Aquarium als Ausgangspunkt für die Rechnung so sind das rund 125€ Ersparnis pro Jahr, reine Stromkosten – ohne Hardware. Davon kann man sich schon einige

neue Korallen leisten oder ein Wochentrip zu Ostsee starten. Selbst die Anschaffungskosten der teureren LED-Technik, sei es als kommerziell erhältliche Lampe oder Selbstbau LED-Lampe, sind damit in der Regel nach spätestens 1-2 Jahren mehr als wieder eingespielt, vorausgesetzt es werden Qualitäts-LED's mit hoher Effizienz verwendet.

Natürlich geht auch eine LED-Lampe mal kaputt, allerdings fällt wie oben beschrieben die Lebensdauer mit mehr als 11 Jahren doch deutlich höher aus. Für eine korrekte Rechnung müssten diese Kosten natürlich mit in die Rechnung mit einbezogen werden. Allerdings können wir aufgrund der hohen Lebensdauer festhalten, dass die reinen Hardwarekosten der LED denen der Leuchtstoffröhre in jedem Fall nicht übersteigt. Wahrscheinlich liegen diese sogar deutlich drunter.

Zum schnellen selber Nachrechnen der Stromkostensparnis dient die folgende Formel:

$$\text{Ersparnis}[\text{€}] = \text{Stromkosten}_{\text{Jahr},T5}[\text{€}] - \text{Stromkosten}_{\text{Jahr},LED}[\text{€}]$$

Hierbei kann in etwa angenommen werden, dass die LED 2 bis 3x so effektiv ist wie die T5-Röhre, bei Verwendung von Qualitäts-LED's.

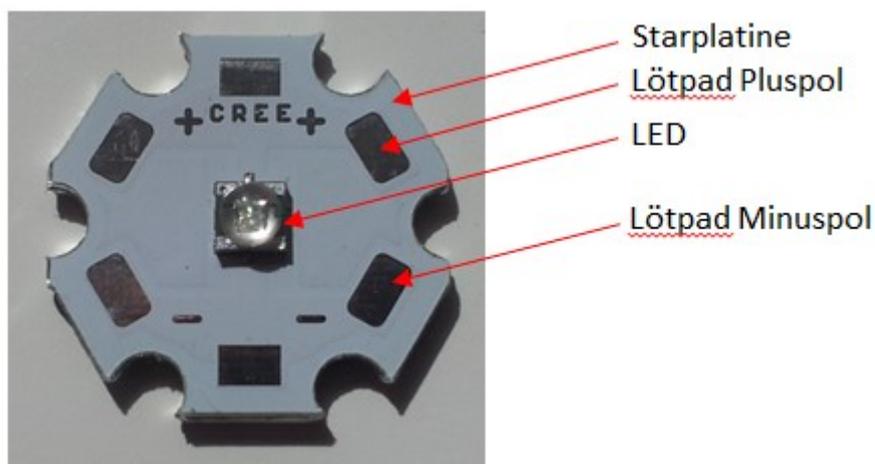
2. Komponenten

Im Wesentlichen kann der Bau der LED in 3 Hauptbereiche eingeteilt werden. An erster Stelle sind die LED's selber zu nennen. Ebenfalls wichtig ist die richtige Stromversorgung. Schließlich stellen die mechanischen Komponenten, also beispielsweise das Gehäuse, das weitere dritte Feld dar.

Im Folgenden gehe ich im Detail drauf ein, welche Komponenten man benötigt und wie man diese gegebenenfalls variieren kann.

2.1. LEDS

Auf dem Markt gibt es unzählige LED's. Für die selbstgebaute Aquarium LED kommen ausschließlich die sogenannten High Power LED's zum Einsatz. Die folgende Abbildung zeigt den Aufbau einer kommerziell verfügbaren High Power LED (Cree XT-E Royal blau).



Zu erkennen ist die sehr beliebte sternenförmige Platine (Star Layout), in deren Mitte die eigentliche LED sitzt. Das Star Layout bietet mehrere Anschlussmöglichkeiten, sodass die LED aus verschiedenen

Raumrichtungen mit dem Plus- und Minus-Pol verbunden werden kann. Zudem ist die Wärmeableitung sehr gut gelöst, was gerade bei High Power LED's ein sehr wichtiges Kriterium darstellt.

Im Folgenden erkläre ich kurz einige Grundlagen der Beleuchtungstechnik und schließlich wird es anschließend konkret mit der Auswahl der passenden LED's.

2.1.1. Farbtemperatur und Lichtstrom

Zur richtigen Auswahl der LED's gilt es neben dem reinen Lichtstrom auch die richtige Farbtemperatur zu beachten. Doch zuerst will ich kurz erklären was es mit dem Lichtstrom, der in Lumen (lm) angegeben wird, auf sich hat. Der [Lichtstrom hängt von dem vom menschlichen Auge wahrgenommenen Lichtkurve ab](#) und ist ein Maß für die subjektiv wahrgenommene Helligkeit einer Leuchtquelle. Dabei nimmt das menschliche Auge besonders gut gelb-grün wahr, blau beispielsweise wird nur noch mit in etwa 1/10 der Intensität wahrgenommen. Das bedeutet, dass beispielweise eine blaue LED mit 3 Watt Leistungsaufnahme nur mit 50 Lumen „leuchtet“, die äquivalente weiße LED mit in etwa 500 Lumen. Somit erscheint unserem menschlichen Auge die weiße LED viel heller als die blaue LED, obwohl diese die gleiche Leistungsaufnahme haben. Nun ist es aber wichtig zu wissen, dass es für die Pflanzen diese Art der Wahrnehmung im Wesentlichen nicht gibt und die blaue LED sozusagen die gleiche Energie an die Pflanzen ergibt. Natürlich gibt es hier je nach Pflanze auch Unterschiede in der Verwendbarkeit der Wellenlängen, je nachdem wie ihre Biologie im Detail aufgebaut ist.

Der Lichtstrom jedoch stellt nur die halbe Wahrheit dar. Hierbei wird nicht angegeben in welche Richtung das Licht strahlt. So kann es überspitzt formuliert sein, dass die Leuchte in 360°-Richtung leuchtet. Am idealsten ist es allerdings, wenn das Licht ausschließlich ins Aquarium ausgesendet wird. Das kann z.B. durch Linsen oder Reflektoren erzielt werden. An dieser Stelle kommt der wirklich entscheidende Wert für Aquarien ins Spiel: die Beleuchtungsstärke gemessen in Lux (lx). Diese berechnet sich aus Lichtstrom pro Fläche, also letztlich was tatsächlich auf der jeweiligen Fläche an Licht einfällt. Dieser Wert ist für Aquarienbeleuchtungen der maßgebliche Wert. Schaut man sich einige selbstgebaute Aquarienbeleuchtungen an oder auch kommerziell verfügbare Beleuchtungen, sowohl auf LED- oder Leuchtstoffröhren-Basis, so fällt häufig auf, dass viel Licht an dem Aquarium vorbei fällt. Somit verpufft letztlich von dem angegebenen Lichtstrom ein erheblicher Teil außerhalb des Aquariums, was dazu führt, dass der Raum schön hell ist, aber die Pflanzen im Aquarium effektiv weniger Lichtenergie zugeführt bekommen. Somit kann bei optimaler Gestaltung der LED Anordnung und des Abstrahlwinkels erheblich Energie gespart werden – dazu mehr im Kapitel der Anordnung.

Ein weiteres wichtiges Auswahlkriterium ist die Farbtemperatur. Diese ist ein Maß um den Farbedruck einer Lichtquelle quantitativ, also in Zahlen, zu bestimmen. Als Einheit wird Kelvin in (K) verwendet. Niedrige Werte, z.B. 2500 K, sind warm-weiße Töne, die man ehesten mit dem Licht von Glühlampen vergleichen kann. 6000 K ist ein kalt-weißes Licht. Deutlich darüber, z.B. 14000 K, ergibt ein blaues Licht, das beispielsweise gerne in der Meerwasseraquaristik verwendet wird. Dadurch leuchten die verschiedensten bunten Korallen besonders gut.

2.1.2. Welche LED's sind zu empfehlen?

Um nun die richtigen LED's für die selbstgebaute Aquariumbeleuchtung auszuwählen, überlegt man sich zuerst welche Farbtemperatur die Lampe haben soll.

Süßwasseraquarien werden in der Regel eher warm-weiß bis weiß beleuchtet. Durch warm-weißes Licht (2500K bis 4500K) leuchten gerade Wurzeln intensiv rötlich, hingegen wirkt das Grün der Pflanzen etwas blasser und gelblich. Bei weißer Beleuchtung (5500K bis 7000K) strahlt das Grün der Pflanzen

zen sehr kräftig. Die beiden Bilder zeigen den Unterschied deutlich, links kalt-weiße und rechts warm-weiße Beleuchtung.

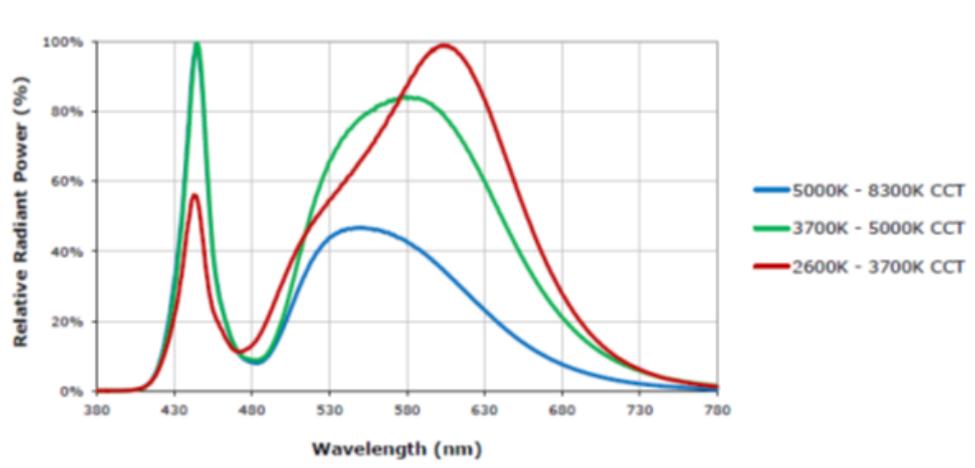


Die Pflanzen wachsen in beiden Fällen in etwa gleich gut, sodass man nach den individuellen Vorlieben entscheiden kann.

Für weißes Licht empfiehlt sich die Verwendung der sehr beliebten Cree XP-G2 R5 LED's. Diese LED hat eine Farbtemperatur von 6000 bis 6500 K und kann bis zu 4,5 Watt bei über 500 lm erzeugen.

Wer sich hingegen für warm-weißes Licht entscheidet, nimmt am besten die baugleiche Cree XP-G2 R2. Hier wird eine Farbtemperatur von 2700 K erzeugt und bei ebenfalls 4,5 Watt ca. 425 lm.

Durch das Mischen der beiden LED's kann die Farbtemperatur je nach Wunsch zwischen den beiden Grenzen (2700 K bis 6500 K) gelegt werden. Das Spektrum der beiden LED's ist im Folgenden abgebildet.

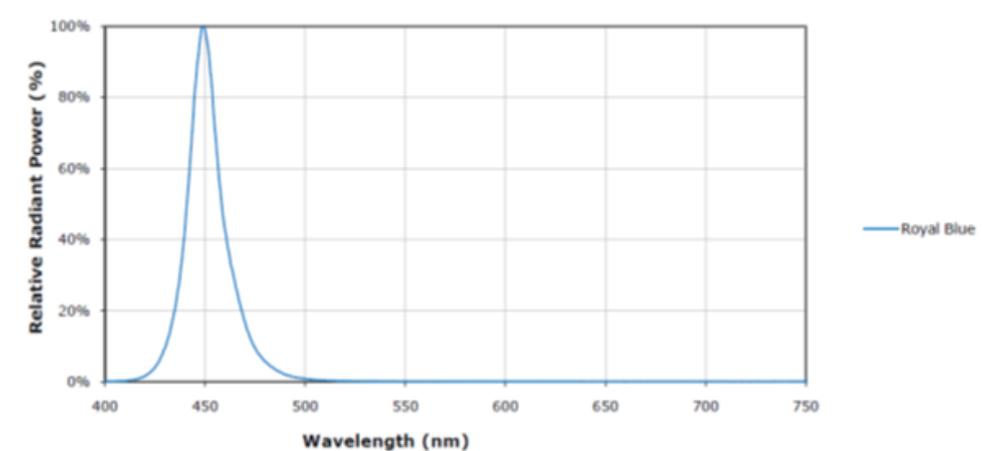


Gut zu erkennen ist die Spitze bei einer Wellenlänge von ca. 450 nm, was blau entspricht. Das ist in den physikalischen Grundlagen der LED's begründet. Weiße LED's sind eigentlich blaue LED's mit einer speziellen fluoreszierenden Leuchtschicht, die durch das Anleuchten eine weiße Farbtemperatur erzeugt. Je nach Schichtdicke der Fluoreszenzschicht leuchtet die LED in der gewünschten Farbtemperatur. Doch das nur als kleinen Exkurs. Zudem kann man gut erkennen, dass die warm-weißes LED's (rote Linie) stärker bei höheren Wellenlängen leuchtet, andersherum sind die weißen LED's (blaue Linie) in tieferen Regionen vertreten.

Meerwasseraquarien werden gerne mit kälteren, blauen Tönen betrieben. Das wird erzeugt durch einen Mix von blauen und weißen LED's, wobei die weißen LED's hauptsächlich dafür verantwortlich

sind, das Aquarium hell erscheinen zu lassen. Das Verhältnis kann auch hier nach individuellen Wünschen eingestellt werden. 1:1, 1:2 und 2:1 sind gute Verhältnisse. Die gebaute beispielhafte Beleuchtung für ein Meerwasseraquarium wird im Verhältnis 3:5 (blau:weiß) erstellt. Dieses Verhältnis ist nur zu empfehlen, wenn die weißen LED's sehr kalt sind, da ansonsten das Aquarium aufgrund der wenigen blauen LED's nicht kalt genug erscheint.

Empfohlen wird als blaue LED die Cree XT-E Royal Blue und als weißes die bereits in den Süßwasseraquarien vorgestellte Cree XP-G2 R5. Die XT-E Royal Blue hat den gleichen Footprint (=geometrische Dimension der LED) wie die XP-G2 R5, sodass hier, falls gewünscht, die gleichen Linsen zum Einsatz kommen können – dazu später noch mehr. Zur Vollständigkeit ist das Spektrum der XT-E Royal Blue im Folgenden abgebildet.



Es ist sehr gut die Spitze bei einer definierten Wellenlänge (450 nm) zu erkennen. Der Wert stimmt nahezu mit der oben, im anderen Spektrum, erwähnten Spitze überein.

Die Cree XP-G2 R5 gibt es in verschiedenen Farbtemperaturen. Auf dem deutschen Markt ist in der Regel eine Farbtemperatur von 6500 K erhältlich. In verschiedenen fernöstlichen Ländern gibt es diese auch mit 7000 oder 8000 K. Somit wird ein kälteres Gesamtlicht erzeugt, je nach Geschmack. Der gleiche Effekt lässt sich auch erzeugen, indem noch mehr blaue LED's ins Spiel gebracht werden.

Die folgende Tabelle liefert eine Übersicht der wichtigsten Kenndaten, der 3 vorgestellten LED's.

Eigenschaft	↕ Cree XP-G2 R5	↕ Cree XP-G2 R2	↕ Cree XT-E Royal Blue
Max. Lichtstrom [lm]	519	426	k.A.
Lichtstrom_350mA [lm]	157	129	k.A.
Farbtemperatur [K]	6500	2700	k.A. (450 nm)
Abstrahlwinkel [°]	115	115	140
Max. Strom [mA]	1500	1500	1000
Max. Leistung [W]	4,5	4,65	3,5

2.1.3. Wie viele LED's benötige ich für meine Aquarium-Leuchte?

Die Leuchtkraft der LED hängt im Wesentlichen von der Stromstärke ab. In der Regel gilt, je geringer die Stromstärke ist, je höher ist die Effizienz. Die von mir empfohlenen LED's können laut Hersteller von 350 mA bis 1500 mA betrieben werden. Die folgende Tabelle zeigt [den Lichtstroms](#) bei verschiedenen Stromstärken der Cree XP-G2 R5:

Stromstärke [mA]	Lichtstrom [lm]
350	157
500	216
700	288
1000	383
1500	519

Somit kann man sich überlegen, ob man wenige LED's verbauen möchte und damit bei den Anschaffungskosten, die pro LED bei rund 6€ - 8€ liegen, spart - allerdings eine etwas geringere Effizienz in Kauf nimmt. Oder man entscheidet sich für mehr LED's, beispielsweise aufgrund eines Sonderangebotes, und erreicht somit eine höhere Effizienz, wodurch bei gleicher Leuchtkraft Strom gespart werden kann.

Als guten Kompromiss wird eine Stromstärke von 700 mA gewählt. Daraus kann nun die Anzahl berechnet werden. Das Verhältnis ist wie beschrieben 1:1 zwischen blauen und weißen LED's in unserem Beispiel. Generell erfolgt die Berechnung der Anzahl der LED's indem man einfach sich vorstellt man würde ausschließlich weiße LED's verwenden. Mit Hilfe folgender einfacher Formel wird die Anzahl der LED's berechnet:

$$\text{Anzahl}_{LEDs} = \frac{\text{Gesamtlichtstrom}[lm]}{\text{Lichtstrom}_{LED,einzeln}[lm]}$$

Somit kann man sich überlegen, ob man wenige LED's verbauen möchte und damit bei den Anschaffungskosten, die pro LED bei rund 6€ - 8€ liegen, spart - allerdings eine etwas geringere Effizienz in Kauf nimmt. Oder man entscheidet sich für mehr LED's, beispielsweise aufgrund eines Sonderangebotes, und erreicht somit eine höhere Effizienz, wodurch bei gleicher Leuchtkraft Strom gespart werden kann.

Angenommen man hat einen benötigten Gesamtlichtstrom von 5600 Lumen errechnet (siehe oben) und eine weiße Cree XP-G2 R5 erzeugt 288 Lumen bei der festgelegten Stromstärke von 700 mA, so ergibt sich eine Gesamtzahl von 19 LED's. Da die zum Einsatz kommenden Netzteil, siehe unten, insgesamt 40W haben und stets etwas Reserve notwendig ist, werden 16 LED's verwendet.

Allerdings sollte man auch hier verstehen, dass die ganze Rechnung keine exakte Wissenschaft ist, und man je nach Bau auch mehr oder etwas weniger LED's verwenden kann, da die Annahmen wie Lichtstrom/Liter beispielsweise nur Schätzwerte und als grobe Orientierung dienen. Wie bereits beschrieben ist z.B. der Lux-Wert viel entscheidender und auch „blaues Licht“ liefert Energie die den Pflanzen zu Gute kommt, auch wenn die subjektive Helligkeit geringer ausfällt.

Nun erfolgt die Aufteilung, wenn man beispielweise warm-weiß und weiß mixt oder wie in unserem Fall blau mit weiß im Verhältnis 1:1 oder keine Aufteilung falls man nur Weiße benötigt. In unserem Fall ist die Rechnung also ganz einfach und wir erhalten 8 weiße und 8 royal-blaue LED's. Das erzeugt allerdings wie der ein oder andere direkt bemerkt hat insgesamt in etwa 2800 Lumen, wenn man von einer Lumenausbeute von 50 Lumen pro LED bei den Royal-blauen ausgeht. Wie beschrieben ist den Pflanzen nicht die subjekte Wahrnehmung des Menschen entscheidend, sondern im groben die Energiemenge die auf die Pflanzen trifft. Allerdings wollen wir auch, dass das Meerwasseraquarium schön hell ist, sodass die Variante mit je 8 weißen und royal-blauen nur die erste Ausbaustufe darstellt. In Stufe 2, sobald es Geld und Zeit zulässt, wird die Anzahl jeweils verdoppelt, sodass das gesamte Aquarium ordentlich hell erscheint.

2.2. Ausleuchtung

Bisher haben wir nun den Art der LED's ausgewählt und auch zugleich die Stromstärke gewählt mit der diese betrieben werden. Zudem wurde bestimmt wie viele LED's insgesamt verbaut werden.

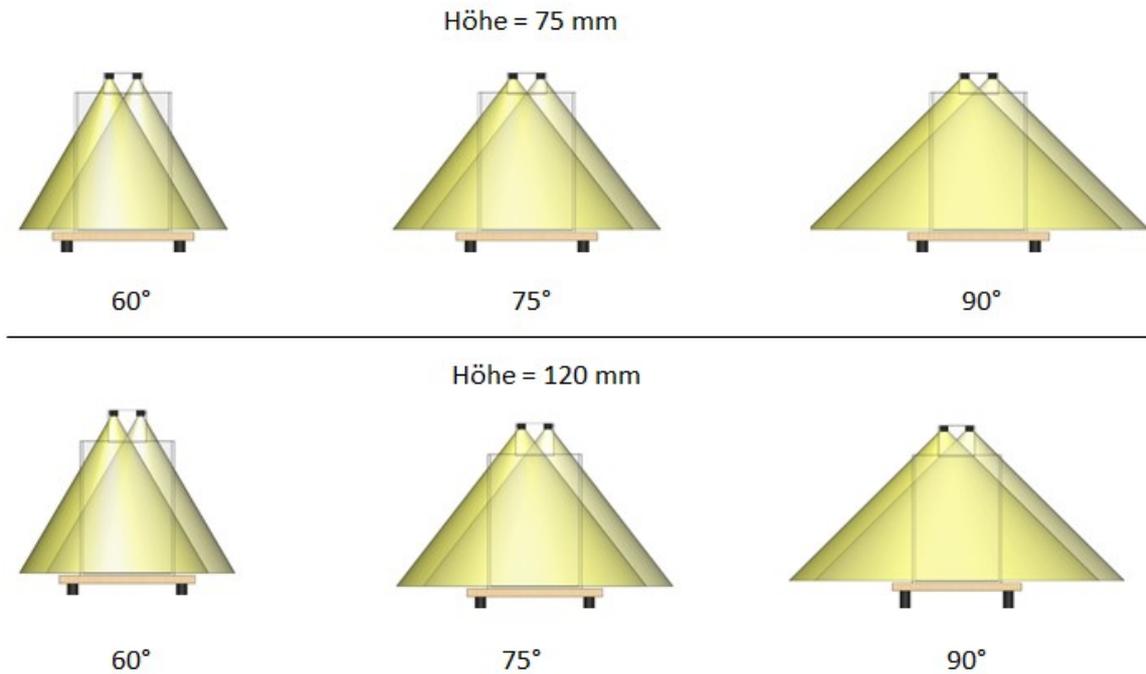
Jetzt machen wir uns Gedanken über die Ausleuchtung des Aquariums. Hierfür ist zum einen die Anordnung der einzelnen LED's und, falls gewünscht, der Linsenabstrahlwinkel entscheidend.

Die folgende Abbildung zeigt verschiedene Abstrahlwinkel einer LED mit Linsen und ohne Linsen.



Zu beachten ist, dass die Spots über den dargestellten, klar abgegrenzten Bereich hinausleuchten, allerdings mit schwächerer Intensität, sodass im Folgenden nur der gezeigte Kernbereich berücksichtigt wird. Es ist also keinesfalls so, dass außerhalb der Kegel, das Aquarium dunkel wird. Allerdings muss auch hier beachtet werden, dass die Linsen eine bestimmte Helligkeitsverteilung haben. Dabei kann es sein, dass die Linse bei beispielsweise 60° nur noch 10% der maximalen Helligkeit hat. Andere hingegen Linsen können z.B. bei 60° noch die Hälfte der maximalen Helligkeit liefern. Abhilfe schafft hier nur das Datenblatt. Das letzte Bild zeigt eine LED gänzlich ohne Linsen, bei einem Abstrahlwinkel von 120°.

Generell gilt, falls möglichst viel Licht der Lampe ausschließlich ins Aquarium fallen soll, umso enger kleiner muss der Abstrahlwinkel sein. Jedoch erhält man dann u.U. dunklere Ecken oder man muss sehr viele LED's einsetzen, die zugleich relativ hoch über das Aquarium angeordnet werden müssen. Man sollte ebenfalls beachten, dass höher und außen gelegene Bereiche weniger intensiv bestrahlt werden. Falls das Aquarium ein hohes Riff hat sollte ein großer Abstrahlwinkel bzw. die Lampe zugleich höher angeordnet werden. Wichtig ist hierbei nur sicherzustellen, dass die Hauptkegel komplett ins Aquarium fallen. Aufgrund der sehr guten Reflexionseigenschaften von Glas wird das von oben fallende Licht so gut ins Aquariummere reflektiert. Das nächste Bild zeigt das Beispielaquarium mit verschiedenen Höhen und Linsenwinkel.



Die obere Reihe zeigt den Beleuchtungskörper mit einer Gesamthöhe von 75 mm, die untere Reihe bei 120 mm Höhe. Die Linsenwinkel variieren von 60° bis 90° . Wie bereits beschrieben reflektiert die Aquariumwand das einfallende Licht bis zu einem bestimmten Winkel, sodass durch die Linsentechnik ein erheblicher Teil des Lichtes im Aquariuminneren bleibt.

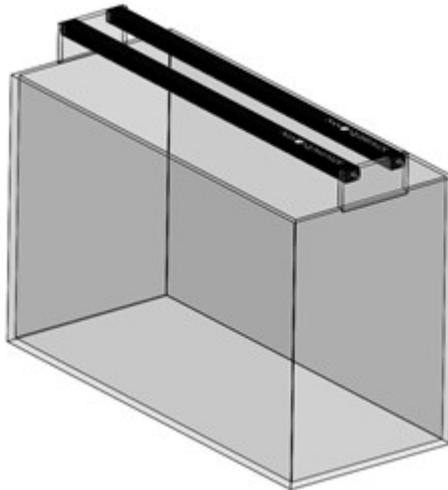
Dennoch ist es zu empfehlen ca. die Hälfte der LED's ohne Linsen auszustatten, da wie bereits beschrieben, das Helligkeitsprofil der Linsen u.U. eine nicht so idealisiert dargestellte Beleuchtung garantiert. Ausbaustufe 2 wird gänzlich ohne Linsen erfolgen, sodass auch der letzte Winkel hell erleuchtet.

Generell erzeugen Linsen einen schönen Volumeneffekt der Korallen, Fische und co., sodass das Riff besonders natürlich wirkt. Allerdings gilt es wie so häufig einen Kompromiss zwischen den beiden Varianten zu finden, sodass eine Hälfte der LED's ohne und die andere Hälfte mit Linsen in der finalen Ausbaustufe zum Einsatz kommen.

2.3. Grundkörper und LED-Anordnung

Eine gute Anordnung der LED's legt in gewissen Grenzen den Grundkörper der Leuchte fest. Im Folgenden werden zwei mögliche Varianten vorgestellt. Diese sollen zum Einen optisch ansprechend sein, wobei das natürlich im Auge des Betrachters liegt, und zum anderen genug Kühlleistung ermöglichen, die für eine gute Langlebigkeit der LED's der wichtigste Faktor ist.

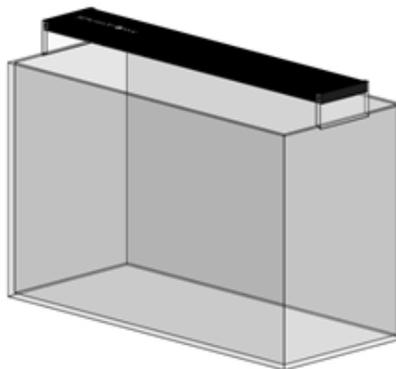
Generell basieren beide Varianten auf der Verwendung eines U-Profiles als Grundkörper. Als Material wird Aluminium verwendet, da es gute Wärmeleitfähigkeiten besitzt und eloxiert werden kann – dazu später mehr. Es werden keine aktiven Kühler wie beispielsweise Lüfter eingesetzt, sodass die Lampe keine störenden Geräusche von sich gibt. Somit muss der Grundkörper genug passive Kühlleistung bieten. Es sollte darauf geachtet werden die Größe der Grundkörper je nach Leistung der LED's zu wählen. Je mehr Leistung, je größer sollten die Grundkörper sein bzw. genauer gesagt, die Oberfläche.



Diese Variante eignet sich gut, falls zwei verschiedene LED's im Verhältnis 1:1 bei nicht zu tiefen Becken verwendet werden. Dadurch kann ein U-Profil mit ausschließlich blauen LED's zum Einsatz kommen, wodurch diese gedimmt nachts als Mondlicht verwendet werden kann. Zudem sehen die zwei schmalen Grundkörper optisch ansprechend aus. Diese Variante wird für die vorgestellte selbstgebaute Aquariumlampe verwendet, wobei in dem Fall die blauen und weißen auf die beiden Profile aufgeteilt werden.

Hinweis: Es können auch mehr als 2 U-Profile verwendet werden, je nach Beckentiefe. In der zweiten Ausbaustufe wird die Anzahl der Profile verdoppelt. Diese werden mittige dazwischen angeordnet.

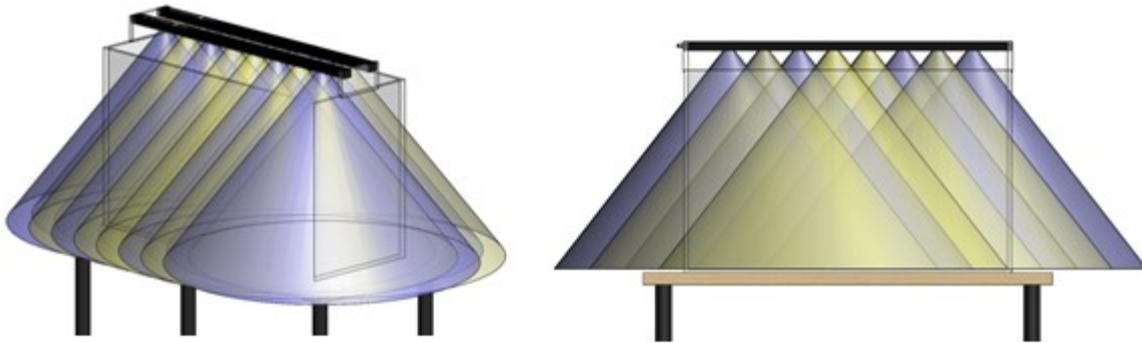
Alternativ empfehlenswert und ebenfalls sehr schön ist Variante 2. Hier wird nur ein U-Profil verwendet. In diesen werden alle LED's untergebracht. Als Vorteil gegenüber Variante 1 ist die Möglichkeit nur ein Netzteil und damit ein Kabel zu verwenden. Allerdings ist diese Variante etwas „klobiger“.



Die Entscheidung zwischen den Varianten ist letztlich reine Geschmackssache - Beide liefern eine ästhetisch wunderschöne LED-Lampe.

Die Linsen werden einem Strahlwinkel von 75° haben. Das nächste Bild zeigt die Ausleuchtung, wobei der Grundkörper einige Zentimeter über der Beckenkante angebracht ist - dazu im nächsten Kapitel noch genaueres.

Die fertige Konstruktion der Beleuchtung ist in der nächsten Abbildung dargestellt.



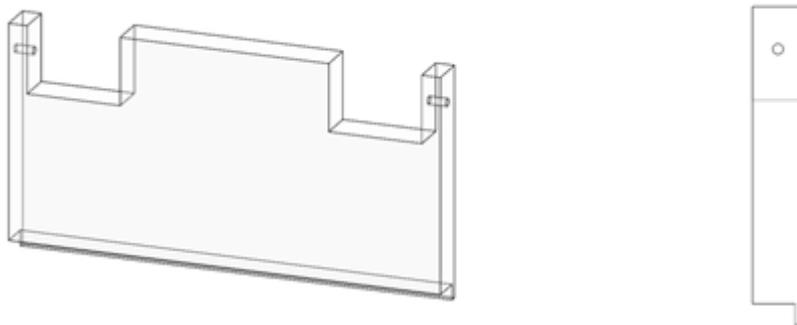
Wie bereits erwähnt werden auch die außerhalb der Kegel liegenden Bereiche beleuchtet, nur etwas schwächer.

Tipp: Um auf Nummer sicher zu gehen in Bezug auf die optimale Ausleuchtung, können einige LED's mit Linsen mit größere Abstrahlwinkel ausgestattet werden, sodass beispielsweise 1/4 der Linsen 90° Winkel aufweisen und 3/4 die gewünschten 75° . Die 90° Linsen sollten in den Ecken und in der Mitte angeordnet werden. Das garantiert auch bei höher gestalteten Riffen keine dunkleren Stellen in den Ecken.

2.4.Halterung

Im vorherigen Kapitel wurde bereits die Halterung der Lampe angeschnitten. Auch hier gibt es verschiedene Möglichkeiten. Ich stelle im Folgenden 2 sehr gute Varianten vor.

Die erste Variante ist auch gleichzeitig die in dem Beispiel Angewendete. Die Grundkörper werden durch zwei angepasste Platten rechts und links auf den Aquariumrand gestellt, sodass sich die Lampen etwas über dem Beckenrand befinden. Dadurch ist ein bequemes Arbeiten im Beckeninneren möglich und zugleich wird eine gute Ausleuchtung gewährleistet. Als Material kommt PMMA (auch Plexiglas oder Acryl genannt) zum Einsatz. Das ist zum einen günstig und noch viel wichtiger, durchsichtig. Dadurch wird ein schwebender Effekt der eigentlichen Lampen erzeugt. Das folgende Bild zeigt die Halterung von vorne und seitlich.



Die gegenüberliegende Seite ist baugleich. Die untere Aussparung gewährleistet einen sicheren Halt auf dem Beckenrand. In die oberen Aussparungen werden die Lampengrundkörper eingelegt und durch jeweils zwei Gewindeschrauben befestigt.

Durch die Schraubverbindung ist einfache und verstellbare Montage der Lampen möglich, sodass Fertigungstoleranzen leicht ausgeglichen werden können. Alternativ können die Lampen auch festgeklebt werden und somit auf die Gewindelöcher verzichtet werden. Hier ist drauf zu achten, dass die La-

pengrundkörper und die Halterungen über dem Becken zusammengeführt werden und somit die genaue Klebeposition (mit etwas Spiel) gefunden wird. Das Vorgehen ist aus dem Grund der stets vorhandenen Fertigungstoleranzen zu empfehlen. Zusätzlich kann hierbei aus rein funktioneller Sicht auf die vertiefenden Aussparungen für den Grundkörper verzichtet werden, sodass der Lampengrundkörper direkt auf die Oberseite der Halterung geklebt wird. Ob das aus ästhetischer anspricht, ist Geschmackssache.

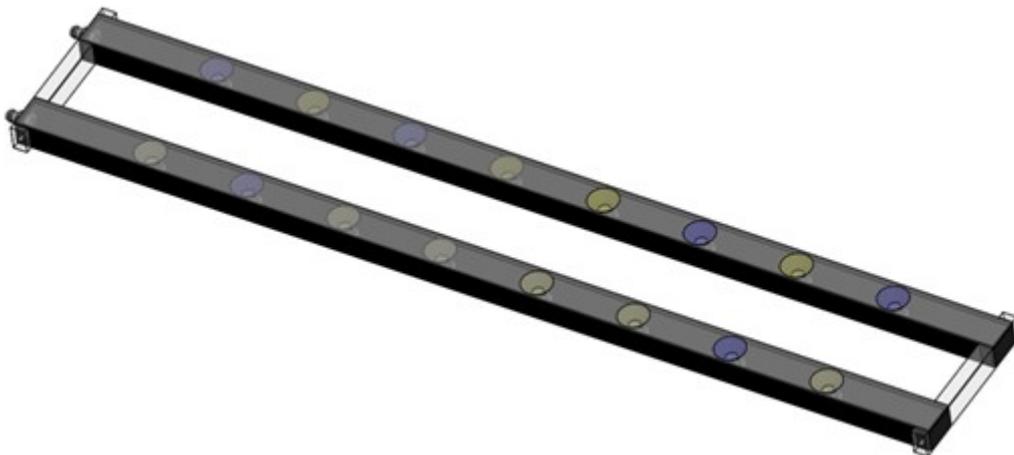
Bei Verwendung der zweiten Variante des Grundkörpers braucht oben nur eine längliche Aussparung, sowie eine Gewindebohrung untergebracht werden.

Die zweite Möglichkeit ist ebenfalls eine sehr elegante Variante, die auch häufig bei kommerziellen Beleuchtungen zum Einsatz kommt. Hier wird der Grundkörper an zwei Seilen über dem Becken aufgehängt. Dafür werden zwei Haken in die Decke gebracht und dort die Seile eingehängt. In die Lampen werden ebenfalls zwei Haken befestigt. Diese Anbringungsmöglichkeit eignet sich sehr gut für die Variante 2 des Grundkörpers, da hier nur zwei Seile benötigt werden. Sehr praktisch ist dabei ein Seilauwickler, wie [dieser hier](#). Dadurch kann die Lampe schnell nach oben oder unten bewegt werden, falls Arbeiten im Becken erforderlich sind.

2.5. Ergänzende Bauelemente und Tipps

Neben dem Grundkörper, den LED's, Linsen und den Halterungen gibt es noch einige zusätzliche kleinere Bauelemente die verwendet werden können. Diese sind je nach Geschmack optional, allerdings zu empfehlen, um die Lampe beispielsweise wasserdicht zu machen.

Dazu wird die Unterseite mit einer PMMA-Platte versehen. Diese wird an den Grundkörper festgeklebt.



Als Kleber kommt der [UHU Max Repair](#) zum Einsatz. Dieser ist durchsichtig, hat ausgezeichnete Klebefestigkeiten, dampft nicht aus und ist auch für etwas höhere Temperaturen geeignet. Zudem lassen sich viele andere Materialien kleben. Für uns ist in diesem Fall PMMA auf Alu und Alu auf Alu entscheidend, beide klebt er ohne Probleme.

Die seitlichen Enden werden mit kleinen Platten verklebt. Als Material kommt Aluminium zum Einsatz, sodass der Grundkörper und die Endplatten gleich aussehen. Zwei der Endkappen werden mit einer Durchgangsbohrung versehen, sodass das Kabel mit einer Kabeldurchführung rausgeführt werden kann. Zu empfehlen ist die schöne [Skindicht Kabeldurchführung](#). Diese ist kompakt und edel.

Bereits oben wurde angedeutet, dass die Aluminiumteile, also die Grundkörper und die Endkappen, eloxiert werden. Das ist in jedem Fall zu empfehlen, da in der Umgebung eines (Salzwasser)Aquariums uneloxiertes Aluminium leicht korrodiert. Zudem wird die Oberfläche durch die Eloxalschicht kratzresistenter. Ein weiterer Vorteil des Eloxierens ist, dass es neben der sogenannten naturfarbenen Eloxalschicht (das Aluminium bleibt nahezu in der gleichen Farbe wie vorher), viele verschiedene Farben möglich sind. Im Beispiel werden die Teile schwarz eloxiert. Ebenfalls denkbar sind jedoch alle möglichen Farben wie blau, rot, grün etc., je nach Geschmack. In jedem Fall ist zu empfehlen, die Alu-Teile vorher in einer CNC-Werkstatt o.ä. Sandstrahlen zu lassen. Dadurch wird eine gleichmäßige Oberflächenbeschaffenheit erreicht und kleinste Kratzer oder Grat entfernt.

Zudem kann man sich für relativ kleines Geld per Lasergravur ein Logo, seine Initialen oder wer weiß eingravieren lassen. Das verleiht der eigenen Arbeit einen persönlichen Touch und ist immer ein Hingucker.

Konkrete Tipps zur (günstigen) Beschaffung der Bauteile folgen weiter unten.

2.6. Stromversorgung

Die richtige Stromversorgung ist ein wesentlicher Bestandteil um erfolgreich und langlebig eine LED-Beleuchtung zu betreiben.

LED's sind sogenannte nicht-lineare Widerstände. Das bedeutet für uns konkret, weicht die Spannung von dem Sollwert nach oben ab, so kann die LED extrem heiß. Das kann schnell zur Zerstörung der LED führen.

Heutzutage ist üblich eine Konstantstromquelle (KSQ) als Energiequelle zu verwenden. Wie der Name bereits verrät wird der Strom hierbei nahezu konstant auf einem definierten Wert gehalten, in unserem Fall sind es 700 mA (siehe oben). Dabei wird die Spannung entsprechend dem Bedarf der LED's automatisch angepasst. Sind beispielsweise 3 LED's mit jeweils 3,1 V in Reihe geschaltet, so liefert die KSQ automatisch die richtige Spannung von 9,3 V bei 700 mA Strom. Schwankungen im Stromnetz oder Veränderungen in der Schaltung haben keine Wirkung auf die LED's.

Die KSQ gibt es einzeln, sodass hier noch ein gewöhnliches Netzteil, wie beispielsweise ein Notebook-Netzteil, die KSQ versorgen muss. Das folgende Bild veranschaulicht die Schaltung.

Es gibt allerdings auch Konstantstromnetzteile. Hier ist die KSQ im Netzteil integriert, sodass das Ausgangskabel direkt an die LED's angeschlossen werden kann. Diese einfachere Variante wird im Folgenden für das Beispielaquarium zum Einsatz kommen. Dabei wird für jeden Lampenkörper ein separates Netzteil verwendet.

2.6.1. Welche Vor- und Nachteile haben die beiden Stromversorgungsvarianten?

Einzelne KSQ's können mit in den Grundkörper integriert werden, sollte der Platz ausreichen. Der Vorteil der einzelnen KSQ's liegt in der häufig integrierten Anschlussmöglichkeit einer Steuerung. Dadurch können Tag-Nacht-Wechsel etc. programmiert werden. Das Feature kann auch erst einmal ungenutzt bleiben, sodass bei Lust und Laune später eine Steuerung integriert werden kann. Ebenfalls kann für jede LED-Farbe eine einzelne KSQ verwendet werden. Somit ist es möglich jede Farbe einzeln zu dimmen. Somit können beispielsweise nur die blauen LED's gedimmt und die weißen dabei komplett ausgeschaltet werden, sodass man nachts ein Mondlicht erhält.

Die Konstantstromnetzteile haben häufig, bis auf wenige Ausnahmen die unten kurz erwähnt werden, keine Steuerungsmöglichkeit. Der Vorteil liegt in dem geringeren Gesamtanschaffungspreis und der einfacheren Montage.

2.6.2. Hinweise zur Auswahl der richtigen Stromversorgung

Die Auswahl der richtigen Stromversorgung, seien es einzelne KSQ's mit gewöhnlichem Netzteil oder Konstantstromnetzteile, gestaltet sich einfach. Allerdings sind hier einige Punkte zu beachten.

Entscheidet man sich für einzelne KSQ's, so sollte auf die Anschlussmöglichkeit einer Steuerung geachtet werden. Die Anschlüsse sind in der Regel PWM (Pulsweitenmodulation) Eingänge. Diese können wie beschrieben, erst einmal ungenutzt bleiben.

Zudem ist auf eine ausreichende Leistungsversorgung der KSQ zu achten. Angenommen es sollen 10 LED's mit jeweils 3,1 V bei 700 mA betrieben werden. Eine Gesamtleistung von 21,7 W ist nun für die LED's erforderlich. Die Leitungen und Anschlüsse haben ebenfalls einen gewissen Spannungsabfall, sodass mindestens 10% mehr Leistung für das gewöhnliche Netzteil erforderlich ist. Besser sind 20 bis 30% Reserve.

Ebenfalls sollte man sich vorher die maximalen (und auch minimalen) Ausgangs- und Eingangsspannungen der KSQ anschauen. Möchte man beispielsweise 20 LED's zu je 3,1 V mit nur einer KSQ betreiben, so ist es schwer eine KSQ mit 60 V Ausgangsspannung zu finden.

Gerade bei vielen LED's an einer KSQ sollte unbedingt auf eine ausreichende Kühlung geachtet werden. Diese kann ebenfalls wie bei den LED's passiv über den Grundkörper erfolgen. Wie diese am besten dort befestigt werden, wird in dem Bauanleitungskapitel unten erklärt.

Es sollte ebenfalls die Dimensionen der KSQ berücksichtigt werden. Es gibt einige sehr kompakte und flach gebaute, was optimal für unsere flache selbstgebaute LED ist, sollte die KSQ in den Grundkörper integriert werden.

Bei Verwendung eines Konstantstromnetzteils sind ebenfalls die maximalen und minimalen Ausgangsspannungen zu beachten. Und, je nach Bauart, möglicherweise auf die Wahl der passenden Kabeldurchmesser, falls Durchführungen vorhanden sind.

Konkrete Empfehlungen gibt es unten im Bauanleitungskapitel.

2.6.3. Sonstige Elemente im Stromkreis

Nicht unbedingt notwendig, aber vielleicht für den ein oder anderen sinnvoll, ist die Möglichkeit die Leuchte per Schalter an- und auszuschalten. Dafür muss man lediglich wissen, dass der Schalter nur im Primärkreis des Stromflusses eingebaut werden sollte, also zwischen Steckdose und Konstantstromnetzteil bzw. KSQ's. Im Sekundärkreis, also dort wo in unserem Fall konstanter Strom herrscht, kann ein Schalten zu hohen Spannungsspitzen führen, die die LED auf Dauer beschädigen können. Am billigsten und einfachsten eignet sich ein Netzkabel mit integriertem Schalter, siehe unten. Als sinnvolle Alternative ist für jeden Aquarianer eine programmierte Steckdose zu nennen, wie [diese hier](#).

Sollte eine wie oben beschriebene Kabeldurchführung gewählt werden, so ist drauf zu achten, dass das Kabel rund ist. Nur so wird eine vollständige Dichtigkeit und eine gute Zugentlastung durch die Kabeldurchführung gewährleistet.

Als Kabelquerschnitt sollten ausreichend dicke Kabelquerschnitte verwendet werden, da bei größeren Lampen einiges an Leistung durchfließt. Das Kabel sollte mindestens $0,5 \text{ mm}^2$ Leitungsquerschnitt aufweisen. Noch besser sind $0,75 \text{ mm}^2$. Das gleiche gilt für die Verbindung der LED's untereinander durch die Kabellitzen.

3. Bauanleitung

Die Grundlagen und Bauelemente sind nun geklärt. Im Folgenden wird im Detail der Bau geschildert. Zudem werden Tipps zur günstigen Beschaffung gegeben und Alternativen gezeigt.

Zum einfachen Nachbau sind die Konstruktionszeichnungen zum Herunterladen veröffentlicht.

3.1. Montage

Die Montage wird im folgenden Video erklärt. Wir wünschen viel Spaß beim Zuschauen:

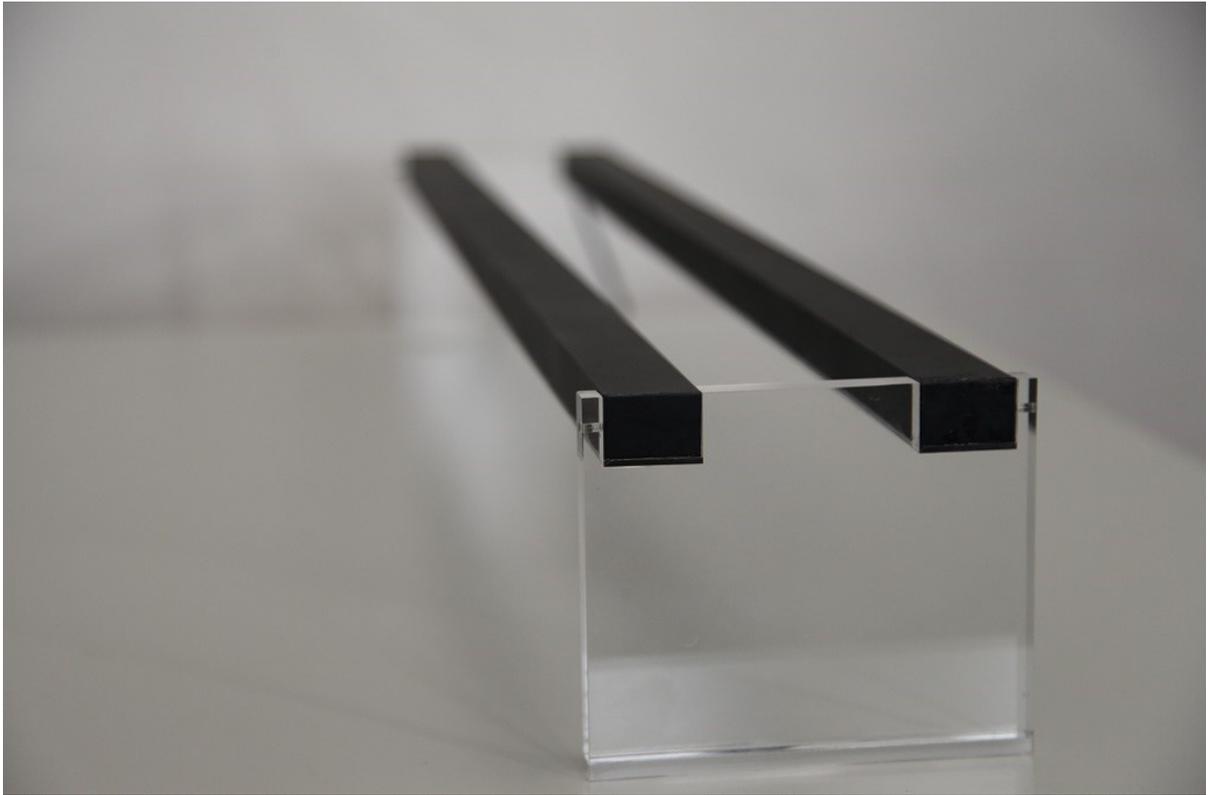
<https://www.youtube.com/watch?v=4wVnEd8OZyw>

Hinweis: Die Schrauben nur minimal anziehen, da ansonsten die seitlichen Teile leicht abscheren können. Eine Umdrehung ab Kontakt der Schraubenspitze mit dem Grundkörper sollte ausreichen und eine sehr gute Verbindung gewährleisten.

Sollte die Beleuchtung komplett vom Aquarium genommen werden, z.B. für größere Arbeiten im Aquarium, empfiehlt es sich die Leuchte in der Mitte anzufassen. Dadurch wird ein unnötiger Druck auf die Halter vermieden, auch wenn diese relativ stabil sind.

Einige Bilder der fertig montierten LED Beleuchtung (Stufe 1):





Riffbilder der High-Power LED-Beleuchtung in Aktion:





3.2. Tipps zur Beschaffung der Komponenten

Einige Tipps zur Beschaffung wurden bereits im Text oben gegeben. Hier erfolgt eine komplette Auflistung aller relevanten Teile. Hier wurde Wert auf Qualität und zugleich günstigen Preis gelegt.

Mechanische Komponenten

U-Profile und Plättchen: <http://www.gemmel-metalle.de/>

PMMA-Platten: *Baumarkt* oder beispielsweise [hier](#)

Laser-Gravur: <http://www.gravur-berlin.com/>

Kleber: [Uhu Max Repair](#) (Klebt so gut wie alles und ist dabei durchsichtig und dampft nicht aus)

Kabeldurchführung: [Skindicht Mini](#)

[Binder Connector](#) (nur ein Beispiel, hier gibt es unzählige Varianten)

Elektrische Komponenten

LED's: http://www.led-tech.de/de/High-Power-LEDs-Cree-c_120_0.html (hier auf den Daytrade achten. Preise um die 4€ pro LED sind möglich. Generell Versandkostenfrei)

Noch günstigere Alternative: http://www.satisled.com/cree-xlamp-xpg-r5-group-cold-white-8000k-led-with-star_p1310.html (Diese sind 1500K kälter als die meisten auf dem deutschen Markt erhältlichen XP-G, allerdings ist dies nur der Vorgänger der XP-G2 und somit ca. 20% weniger effizient)

Heißer Tipp: [Aliexpress](#)

Konstantstromnetzteile: als gut erweisen sich **Meanwell** Netzteile oder als kostengünstige Alternative bei wenig Leistung die Netzteile von **Goobay**

[Zu den Netzteilen](#)

Konstantstromquellen: [dimmbare KSQ](#)

Linsen: http://www.led-tech.de/de/High-Power-Zubehoer-c_106_0.html

<http://www.aliexpress.com/item/High-quality-CREE-lens-with-holder-Diameter-13-1mm-90-degrees-Lens-XP-G-R5-Lens/1555767374.html> (sehr günstige Angebote. Ware kommt in der Regel aus China, sodass hier bei günstigem Schiffsversand ca. 4 Wochen Versandzeit eingeplant werden muss und je nach Warenwert ein kurzer Besuch beim Zoll (Umsatzsteuer) von Nöten ist)

Wärmeleitkleber: [Arctic Silver](#)

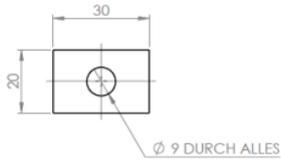
3.3. Konstruktionszeichnungen

Die Konstruktionszeichnungen der selbstgebauten LED-Beleuchtung können im Folgenden heruntergeladen werden. Hier müssen lediglich die Werte an dein individuelles Aquarium angepasst werden.

POS-NR.	BENENNUNG	2 hohe Halter/MENGE	Material
1	Halterung hoch	2	PMMA
2	Aluprofilschiene	2	6060 T66
3	Abdeckung	2	PMMA
4	Endstück Kabeldurchführung	2	6060 T66
5	Endstück	2	6060 T66
6	Lappkabel Skindicht M8	2	Messing
7	Hexagon Thin Nut ISO 4035 - M8 - N	2	
8	LED Einheit - weiß	9	
9	LED Einheit - royal blau	8	
10	DIN 915 - M3 x 6-N	4	

WENN NICHT ANDERS DEFINIERT: DIMENSIONEN SIND IN MILLIMETER		OBERFLÄCHENGÜTE:		ENTGRATEN UND SCHARFE KANTEN BRECHEN		ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN		ÄNDERUNG	
TOLERANZEN:		LINEAR:		WINKEL:		BENENNUNG:			
GEZEICHNET	NAME	SIGNATUR	DATUM	WERKSTOFF:		ZEICHNUNGSR:		A3	
GEPRÜFT				PMMA		LED			
GENEHMIGT				GEWICHT: 0,45kg		MASSTAB 1:1		BLATT 1 VON 4	
PRODUKTION:									
QUALITÄT:									

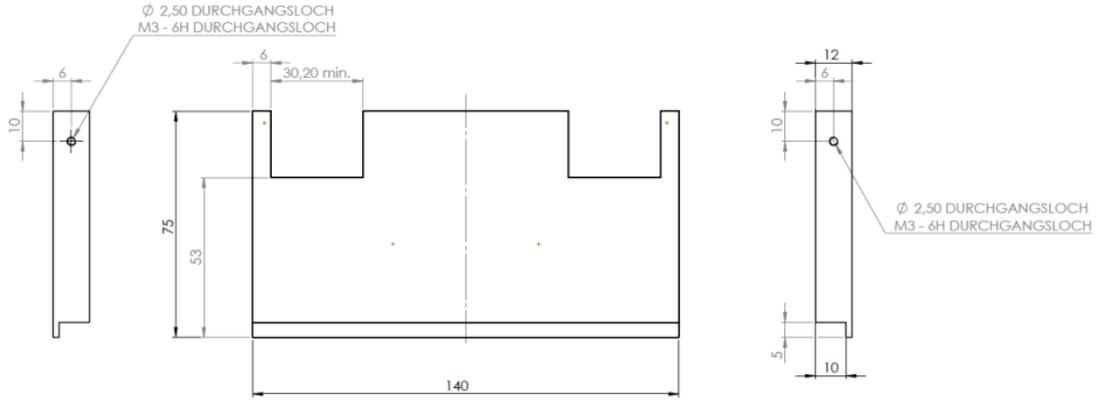
WENN NICHT ANDERS DEFINIERT: DIMENSIONEN SIND IN MILLIMETER		OBERFLÄCHENGÜTE:		ENTGRATEN UND SCHARFE KANTEN BRECHEN		ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN		ÄNDERUNG	
TOLERANZEN:		LINEAR:		WINKEL:		BENENNUNG:			
GEZEICHNET	NAME	SIGNATUR	DATUM	WERKSTOFF:		ZEICHNUNGSR:		A3	
GEPRÜFT				PMMA		LED			
GENEHMIGT				GEWICHT: 0,45kg		MASSTAB 1:1		BLATT 1 VON 4	
PRODUKTION:									
QUALITÄT:									



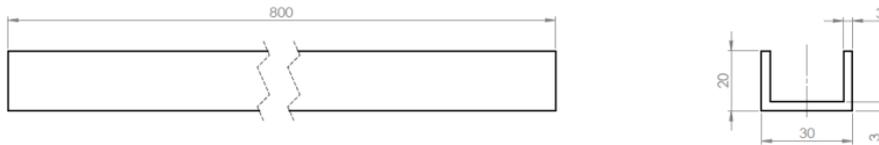
WENN NICHT ANDERS DEFINIERT: OBERFLÄCHENGÜTE:			ENTGRATEN UND SCHARFE KANTEN BRECHEN		ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN		ÄNDERUNG	
DIMENSIONEN SIND IN MILLIMETER OBERFLÄCHENSCHAFENHEIT: TOLERANZEN: LINEAR: WINKEL:								
GEZEICHNET	NAME	SIGNATUR	DATUM		BENENNUNG: Endstück Kabeldurchführung			
GENÜHMT								
GENEHMIGT								
PRODUKTION					WERKSTOFF: 6060 T66		ZEICHNUNGSR: LED	
QUALITÄT							A3	
			GEWICHT: 2,8945		MASSSTAB: 1:1		BLATT 5 VON 6	



WENN NICHT ANDERS DEFINIERT: OBERFLÄCHENGÜTE:			ENTGRATEN UND SCHARFE KANTEN BRECHEN		ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN		ÄNDERUNG	
DIMENSIONEN SIND IN MILLIMETER OBERFLÄCHENSCHAFENHEIT: TOLERANZEN: LINEAR: WINKEL:								
GEZEICHNET	NAME	SIGNATUR	DATUM		BENENNUNG: Endstück			
GENÜHMT								
GENEHMIGT								
PRODUKTION					WERKSTOFF: 6060 T66		ZEICHNUNGSR: LED	
QUALITÄT							A3	
			GEWICHT: 2,8945		MASSSTAB: 1:1		BLATT 4 VON 6	



WENN NICHT ANDERS DEFINIERT: ABMESSUNGEN SIND IN MILLIMETERN OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT: TOLERANZEN: LINIEN: WINKEL:			OBERFLÄCHENRÜHE		EINGEFÄHRT UND SCHNITT KANTEN RÄUHEN		ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN		ÄNDERUNG		
GEZEICHNET	NAME	SEITE	DATEI				BENENNUNG:				
GEPRÜFT							Halterung hoch				
GEHEMIGT							ZEICHNUNG NR.				
PROJEKTION						WERKSTOFF:	LED		A3		
QUALITÄT						PMMA					
						GEWICHT: 122,544	MASSSTAB: 1:1		BLATT 6 VON 6		



WENN NICHT ANDERS DEFINIERT: ABMESSUNGEN SIND IN MILLIMETERN OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT: TOLERANZEN: LINIEN: WINKEL:			OBERFLÄCHENRÜHE		EINGEFÄHRT UND SCHNITT KANTEN RÄUHEN		ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN		ÄNDERUNG		
GEZEICHNET	NAME	SEITE	DATEI				BENENNUNG:				
GEPRÜFT							Aluprofilschiene				
GEHEMIGT							ZEICHNUNG NR.				
PROJEKTION						WERKSTOFF:	LED		A3		
QUALITÄT						6060 T66					
						GEWICHT: 414,738	MASSSTAB: 1:1		BLATT 2 VON 6		

4. Häufig gestellte Fragen

F: Meine Leuchte fühlt sich sehr heiß, was kann ich tun?

A: Sollte die Messung lediglich mit der gefühlten Temperatur per Hand erfolgen, so ist es zu empfehlen die Temperatur mit einem Thermometer korrekt zu bestimmen. Der Eindruck per Hand kann etwas trügerisch sein, da Metalle die Wärme sehr schnell übertragen, wodurch einem Metalle entweder sehr warm oder sehr kalt vorkommen.

Dazu ein kleines Experiment: Man fasse ein Geländer oder ähnliches aus Metall im Winter oder im Sommer an. Dabei sollten sich die Gegenstände im Schatten befinden, sodass sich dieses nicht künstlich von der Sonne aufgeheizt wird. Im Winter erscheint uns das Stück Metall deutlich kälter als beispielsweise ein Baum, obwohl beide Gegenstände in etwa die gleiche Temperatur – die Umgebungstemperatur – aufweisen. Somit kann der reine Eindruck per Anfassen trügerisch sein.

Eine valide Bestimmung erfolgt per Thermometer. Kostengünstig ist, falls sowas im Haushalt noch nicht vorhanden ist, ein [Bratenthermometer wie das hier](#). Dieses hat einen hohen Temperaturbereich und ist ausreichend genau.

Als Alternative sei das etwas teurere Thermometer empfohlen. Dieses kann per [USB an den Rechner angeschlossen werden](#) und per Software Daten aufzeichnen. Dadurch kann eine Temperaturkurve auf einfache Weise aufgezeichnet werden. Das Thermometer ist generell sehr zu empfehlen, da es dicht gegenüber Flüssigkeiten ist und auch in anderen Situationen für Bastler gut einsetzbar ist.

Bei der Messung sollte auf eine ausreichend lange Einschaltzeit der LED-Beleuchtung geachtet werden. Es sollte mindestens eine halbe Stunde, besser noch eine Stunde, angeschaltet sein, da der Betriebszustand sich erst nach einiger Zeit einstellt.

Sollte die nun gemessene Temperatur über 50°C liegen, so müssen Maßnahmen ergriffen werden, die Temperatur dauerhaft zu senken. Unterhalb dieser Temperatur brauchen keine weiteren Maßnahmen ergriffen werden.

Eine Möglichkeit besteht beispielsweise in dem Anbringen von 2 aktiven Lüftern pro Lampe. Das führt schnell zu einer Besserung, erzeugt allerdings, je nach Lüfter, ein Betriebsgeräusch. Hier gibt es auch sehr leise Lüfter, sodass diese quasi nicht mehr zu hören sind.

Da ich bekanntermaßen ein Fan der geräuschlosen passiven Kühlung bin, ist Variante 2 meine Bevorzugte. Hier wird ein Kühlkörper mit [Wärmeleitkleber](#), beispielsweise auf der Oberseite, angebracht. Dieser kann bei [Fischerelektronik kostengünstig in den verschiedensten Abmessungen passgenau bestellt werden](#), sodass die Leuchte weiterhin ästhetisch ansprechend aussieht. Dieser kann sowohl in naturfarben oder schwarz eloxiert geliefert werden. Durch den passiven Kühlkörper wird die Oberfläche deutlich erhöht, wodurch die Kühlleistung ansteigt.

Abschließend sollte in jedem Fall nochmals eine Temperaturmessung erfolgen.

F: Ich will meine LED-Beleuchtung nach flacher gestalten. Was kann ich tun?

A: Die Höhe ist, falls Linsen zum Einsatz kommen sollten, durch die Linsenhöhe beschränkt. Ca. 10 – 12 mm Bauhöhe sind realistisch. Ohne Linsen sind durchaus auch 6 mm möglich.

Die Herausforderung besteht hier die Stromkabel sicher aus dem Gehäuse zu führen. Am Idealsten wäre es wenn die Lampe weiterhin wasserdicht bleibt.

Qualitativ hochwertig, aber nicht ganz günstig, sind die Steckervon Binder-Connector. Diese gibt es in den [verschiedensten Ausführungen](#). Aufgrund der flachen Bauweise eignet sich am ehesten ein Winkelstecker, sodass dieser ober- oder unterhalb die Stromkabel sicher ins Gehäuse führen kann.

F: Wie kann ich das für mich optimale Mischungsverhältnis von blauen und weißen LED's im Meerwasseraquarium bestimmen?

A: Hier gilt probieren über studieren. Dazu wird ein Spannungs-/Stromgenerator benötigt, am besten 2-Kanal. Zu diesem Zweck wird nur ein Teil der weißen und blauen LED's auf das/die Profil/e geklebt und jeweils einzeln angesteuert. Die nun noch nicht ganz so leuchtkräftige LED-Beleuchtung wird übers Becken gehalten und im Rahmen des erlaubten Maximalstroms an beiden Kanälen variiert.

Tipp: Sollte der Spannungsgenerator nur einen Kanal besitzen, so wird eine LED-Farbe mit dem Konstantstromnetzteil bzw. KSQ betrieben und es kann dabei die jeweils andere Farbe variiert werden.

F: Die Gesamthelligkeit ist mir zu gering, was kann ich tun?

A: Sollte man sich für die Variante mit 2 Balken entschieden haben, ist das Vorgehen hier relativ einfach. Man erweitert die bestehende Konstruktion um einen weiteren (oder mehr) Balken. Der Vorteil dieser Konstruktion ist die sehr gute Modularität. Eingesetzt werden viele weiße LED's gemischt mit wenigen blauen, da weiße LED's deutlich mehr zu Helligkeit beitragen. Stichwort: Empfindlichkeitskurve des menschlichen Auges.

Hat man sich hingegen für einen einzigen (breiten) Grundkörper entschieden, so muss zwangsläufig die (geklebte) Deckplatte entfernt werden, sodass neue LED's eingesetzt werden können. Hier ist allerdings drauf die Wärmeentwicklung zu achten, da der LED-Träger im Gegensatz zu anderen Variante nicht größer wird. Am besten hierfür vorher eine Temperaturmessung im Dauerbetrieb machen. Sollte die Temperatur unterhalb von in etwa 40°C liegen, so kann noch die ein oder andere LED hinzugefügt werden. Ich empfehle in diesem Fall maximal 30% mehr Leistung, dann sollte die Temperatur noch unter 50°C bleiben und somit eine gute Lebensdauer gewährleistet werden.

Fazit

Die vorgestellte Lösung für die selbstgebaute Aquarium Beleuchtung ist sowohl effizient und erzeugt zugleich ein auf das eigene Bedürfnis optimal abgestimmtes Beleuchtungserlebnis. Dabei sind die Ansätze als Grundlage zu verstehen, auch ein 1:1 Nachbau erzeugt ein wunderbares Ergebnis.

Die gewählte Variante stellt Ausbaustufe 1 dar. Sobald das Geld es zulässt wird die Lichtleistung wie bereits oben erwähnt verdoppelt und durch die Verwendung der LED's ohne Linsen eine vollständige Ausleuchtung gewährleistet, Bilder und Hinweise werden natürlich sofort ergänzt.

Durch die Kombination von LED's mit und ohne Linsen wird ein guter Kompromiss zwischen optimaler Ausleuchtung auch dunkelster Stellen und dem erzeugen der sehr beliebten Kringel und Kegeleffekte erzielt. Durch die Kegel werden bestimmte Bereiche gezielt angestrahlt, was dem Aquarium ein ganz besonderes Flair verleiht.

Wir hoffen euch hat die DIY Lösung zur Aquarium Beleuchtung mit modernster LED Technik Spaß gemacht zu lesen und wird euch eine gute Hilfe bei der ein oder anderen kniffligen Frage sein.

Über Kommentare und Feedback freuen wir uns natürlich wie immer sehr gerne. Und nicht vergessen, teilt den Artikel mit euren Freunden und zeigt auch Ihnen wie sie auf einfache und günstige Weise ihre Beleuchtung im Aquarium auf eine ganz neue Ebene heben können.

Viel Spaß beim Nachbauen!

PS: Falls du Fragen hast, kannst du uns jederzeit auf Nanoaquarium.de kontaktieren. Wir helfen gerne!