



# Ur LED är tiden... ...men så härligt att leva just nu!

Text och foto: Pär Engelholm



**F**ör mig handlar ett snyggt akvarium om att jag blir uppslukad av vattenvärlden; att fastna framför rutan och titta, hitta en ny beskådningsvinkel, titta lite till. Lysrören är ett hot mot detta!

De få gånger som lysrör använts med framgång har inredningen varit klok med skuggande rötter, skuggande växter eller skuggande bakgrundsmoduler. För mig

har ett vackert akvarium alltid inkluderat en dramatisk och spännande ljussättning. Lättast uppnås detta med punktbelysning. Inte helt olikt vardagsrummet – där jag heller inte använder lysrör.

Traditionellt sett finns MH-lamporna men de är dessvärre stora, rätt dyra och knappast i linje med ett grönt skönt miljötänk. Halogenlampor kan ge bra stämningsljus och jag minns när jag drog igång en 50 x 50 x 50-kub till mitt diskuspar: jag stod utan ljusramp men hade en IKEA bordslampa tillgänglig. Resultatet blev ett härligt ljus i baljan, där ljus möter mörker.

Halogenlampornas färgspektrum tror jag inte är till växternas fördel och fiskarnas färger gynnas heller inte av det varmvita ljus som produceras.

Här någonstans börjar det bli dags för en önskelista.

## Önskelista för belysning

- Punktbelysning för estetikens skull.
- Miljövänligt för miljös och den goda nattsömnens skull.
- Rätt färgspektrum för både fiskar och växter.

- Flexibelt med avseende på:
  - Placering (var punkten i punktbelysningen skall sitta)
  - Skalbarhet till mindre och större kar
  - Färgspektrum
- Lättbyggt och lättkonstruerat.
- Ekonomi som inte avskräcker.
- Ljustyrka.
- Morgon- och kvällsbelysning.

## Färgspektra

Färgspektra är en intressant fråga. Efter en djupdykning blev jag varse att det också är en väldigt stor fråga.

Kelvintalet är till exempel en allt för enkel lösning (en för kraftig abstraktion) för att garantera ett bra resultat. Jag har en viss allergi mot denna typ av förenklingar, men tanken är nog att använda Kelvintalet i sammanhang andra än för växter och djur?

Om vi börjar med växternas preferenser för färgspektra verkar detta område vara väl dokumenterat. Studier och tester har gjorts och min tolkning är att man på något smart sätt har mätt mängden fotosyntes. Stor fotosyntes jämföras med att växten i fråga växer, frodas och mår bra. Jag undrar var man köper en fotosyntesmätaarmojäng. Resultatet skvallrar om att växterna behöver blått och rött ljus, översatt till våglängder har vi det blå i 400-460 nm (nanometer) och det röda i 640-670 nm. Faktiskt är fem stycken olika våglängder identifierade, men jag tänkte att så kritiskt kan det väl knappast vara? För att få stöd och mer information vände jag mig till plantswap.se där jag upplever några medlemmar som riktiga växt-ess! Min tråd kring ämnet resulterade i ett större lugn, växterna har en förmåga att omvandla felaktigt ljus till rätt ljus, så länge det ligger hyfsat rätt till med avseende på våglängder. Med stöd av det, skriver jag våglängdsintervall ovan istället för absoluta våglängder. Googla på "chlorophyll absorption" om ni vill ha lite mer information i ämnet.

## Om vi fortsätter med fiskarna

Jag förstår att vi människor behöver solljus för att må bra. Det märks och känns i kroppen när denna artikel skrivs. Fiskarna behöver vad jag vet inget speciellt färgspektrum, men för att vi skall se alla deras färger behöver färgen finnas i ljuset för att kunna reflekteras ut till våra ögon. Med tanke på hur många av våra fiskar lever – i mörkt vatten – är det nog helt okej med bara "bra ljus".

Jag tror att det är så enkelt att man önskar ha alla färger representerade. Jag har hört rykten om *Symphysodon aequifasciatus* (diskus) som inte uppskattade ett kraftigt och ensidigt blått ljus. Om det är sant eller falskt vet jag inte, men berättelsen/skrönan/sanningen får mig att falla tillbaka på något jag ofta återkommer till: Naturtrogenhet, det vill säga att inte gå för långt från verkligheten.

## Ljustyrka – en möjlighet eller ett svart hål?

Antalet watt per liter vattenvolym i akvariet används rätt ofta som dimensioneringsätt. Ett sådant värde måste kopplas till en belysningstyp, alternativt till flera belysningstyper som har samma effektivitet. Glödlampewatt är inte jämförbara med till exempel T5'ornas watt.

Erfarenhetsmässigt har jag klarat mig bra på två 30 watts lysrör (med reflektorer) över mitt 222 literskar. Ett 540-literskar jag sköter på Carlskrona Akvarieförening fungerade bra med fyra stycken 36-watt, men växtligheten föll märkbart när jag ersatte två av dessa med ett ensamt 30-watts. Dessa exempel ger  $60/222 = 0,27$  w/l respektive  $144/540 = 0,26$  w/l. När jag bytte två stycken 36-wattsrör mot ett mindre 30-wattsrör i 540-literskaret sjönk det till 0,19 w/l.

Jag vände mig till SI-enheterna (Système International d'Unités) i hopp om mer ljus i tunneln. SI-enheten för ljus är Candela och förkortas cd. Standarder är väldigt bra och alla verkar ha sin egen standard nu för tiden. I detta fall är det emellertid en gemensam standard. Bra? Nej, tyvärr inte helt lyckad för oss akvarister. Candela skall omvandlas till lumen och sen lux. Det hela är – och det är här det går åt pipan – dessutom kopplat till den mänskliga synen, som har en känslighet nästan perfekt inverterad mot den som växterna mår bra av. Enkelt uttryckt är en lumen varmvitt ljus något helt annat än en lumen djuprött ljus.

Lätt besviken på SI-enheter, tänkte jag mig en annan mer pragmatisk approach: Ett lysrör på 120 centimeter och 36 watt ger ungefär 3000 lumen. Per centimeter blir det  $3000/120 = 25$  lumen per centimeter. Detta sprids sedan ut cylindriskt vilket gör att man tappar en stor mängd ljus. 25 lm är alltså högt räknat. Är man miljömedveten och/eller snål använder man reflektorer för att effektivisera. Min tanke är att 10 centimeter lysrör ger (högt räknat) 250 lm. Kan man nå denna siffra har man nog tillräckligt ljus för en punktbelysning!

## Jag känner mig upplyst

LED, Light Emitting Diode, upplevs som en nyhet men uppfanns redan 1920. Denna ur-LED hade dock inte synligt ljus, det dröjde ända till 1960 tills LED med synligt ljus utvecklades.

På senare tid har LED tagit kraftiga kliv framåt i färgspektra, prisvärdhet men också ljustyrka. Man pratar nu om något man kallar Power LED och effektsiffrorna är löjeväckande, 1, 3 och 5 watts LED, medan ljusutbytet är imponerande. Skenet (!) bedrar alltså. En vit 5 watts Power LED (5500K) ger 218 lumen vilket kan jämföras med de 3000 lumen ett 120 cm långt lysrör ger. Det är inte helt långt från en tiondels (~10 centimeters) output alltså.

LED är förresten en diod med halvledarmaterial. Den betar sig lite märkligt på det sättet att motståndet genom halvledaren är beroende av strömmen som flyter genom den. Tänk dig om vattenkranen skulle bete sig så; när du vrider på vatten ändras flödesmotståndet och än mer vatten rinner genom och då ändras flödesmotståndet igen och än mer vatten rinner genom och då ändras...

Detta gör att en LED måste strömbe-gränsas för att inte brinna upp på kort tid (sekunder alltså). Materialet i halvledaren är det som bestämmer färgen på ljuset. Jag har hittat sju olika material som ger ifrån sig sina respektive färger. Jag gissar att det pågår mycket jobb att få fram ännu bättre eller bara annorlunda material.

Med tanke på tidigare nämnda önskelista är LED ett väldigt intressant alternativ. Ljustyrkan finns där, de är lätta att placera där man för stunden vill ha dem, färgmässigt finns det mycket att välja bland och effektiviteten känns grön, skön och miljövänlig. [www.led1.de](http://www.led1.de) är en av de större europeiska LEDförsäljarna jag stött på under mitt sökande på nätet. Där finns det mesta.

## Dags att kavla upp ärmarna

En vanlig ljusramp med ett eller två lysrör går löst på 700 till 1 400 kronor. Jag satte

"Ur led är tiden: Ve! Att jag är den som föddes att den vrida rätt igen." ur Hamlet av William Shakespeare, (1564-1616), född i England, känd som en av de största dramatikererna genom tiderna. Ett synnerligen negativt och tråkigt uttalande.

min budget på 1 500 kronor och började klicka: Add to cart, Add to cart...

### Listan såg ut såhär:

Fem Prolight Power LED white 3 Watt

Två Prolight Power LED blue 3 Watt

Två Prolight Power LED red 3 Watt

En SOLAROX® 700mA Constant current source for Power LEDs

En 10° Reflector for Prolight Power LEDs

Sju 20° Collimator for Prolight Power LEDs

En 45° Collimator for Prolight Power LEDs

En Thermal adhesive (2 comp.)

En Kostenlose Verpackung - free packing

En Thermal adhesive (2 comp.)

En Kostenlose Verpackung - free packing

ing

Hela paketet kostar ca 1 200 SEK, hemskickat med UPS.



Beställningen till LED-projektet kom hem snabbt, bekvämt och väl sorterat.

Värt att nämna är att det blir 9 stycken Power LEDs à 3 watt, lite olika reflektorer/linser med olika spridningar, termiskt lim (som leder bort värmen på ett bra sätt) och en konstantströmsmjäng ”Constant current source for Power LEDs”. Kollar vi på LED-arna ligger den blå på 470 nm medan den röda ligger på 625 nm.

### Konstruktion

Jag började med att limma Power LEDs på spikplattor. Se bild *Power LED limmas fast och Tvåkomponentlimmet*. Härefter löds kablarna enligt: in på plus, vidare från minus till nästa LEDs plus, vidare från minus till nästa LEDs plus. Detta kallas att koppla i serie och är helt avgörande för att det skall fungera.

Nu är det dags för linser/reflektorer och enklast är att bara limma fast dom. Jag har haft lite problem att linserna släpper. Bättre lösning finns säkert och problematiken är kanske kopplad till limmet i sig?

Härefter kopplades alla tre spikplattor ihop med konstantströmsmjäng och

jag kunde placera ut mina spotar på mitt 222-literskar. Placering hit, placering dit, flytta en rot och en växt och där satt den! Denna placering antecknades för att kunna överföras till U-profilen och därmed själva ljusrampen. Spikplattorna skruvades fast med bult och mutter efter att hål borrats i U-profilen. Här är det lätt att framöver borra nya hål och således flytta punktbelysningen när andan faller på.

Konstruktionen av rampen är rätt enkel: Power LEDs limmade på spikplattor (värmeavledning och hantering), stavlimmad ek som gavlar inklusive en liggande list som U-profilshållare, bockad (som L-profil) aluminium som yttre skydd, bockad (som U-profil för stabilitet) aluminium som hållare för spikplattorna. Läger ut skiss på ciklid.org om så önskas men här finns säkert tusen vägar framåt som alla leder till en fungerande ramp. Denna lösning blev dock snygg och låg i vikt.

Min tanke var att köra två grupper med en blå, en röd och en kallvit LED i respektive grupp. I mina ögon ett fiasko, se bild *Fiasko*. Färgerna blandar sig inte och det blir i mina ögon mer likt ett omoget barnakvarium alternativt lite julgransstämning. Ny beställning gjordes från Tyskland med kompletterande kallvita Power LEDs. Dagens lösning innebär en grupp om tre kallvita, en ensam kallvit och en grupp med en blå, en röd och tre kallvita. Totalresultatet ser du på bild *That's more like it!*.

### Reflektion

Punktbelysning är verkligen melodin för mig och här är Power LEDs ett utmärkt verktyg för att skapa karaktär och dramatik i akvariet. Fiskarna verkar bete sig lite annorlunda, stimmar mer, mer aktiva, färgar ut mer.

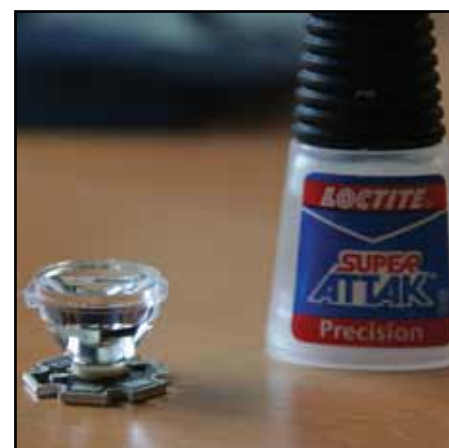
Bygget anser jag vara i mitten på en skala av lätt- respektive svårbyggt. Bygget inkluderar lödning, el, säkerhet men också mekanik.

Min ramp kommer att kompletteras med ett T5-rör som skall lysa dagtid medan punktbelysningen ensamt lyser kvällstid. Jag hittade en anständig

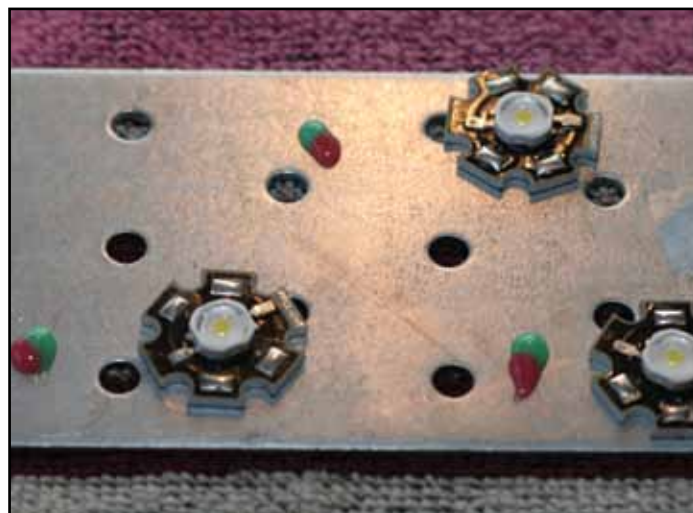
T5-ramp på [www.dusk.se/belysning.htm](http://www.dusk.se/belysning.htm) för 700 pistoler och 39 watt (inkl hyfsat rör Osram HO 965). LED och T5 skall gå på varsin timer.

Jag har använt 20-graderslinserna men också testat 10- och 45-graders. Testerna har gjorts på 45 centimeter höga kar och inget säger att 20-graders är bäst i högre eller lägre kar eller ens att linser är ett måste.

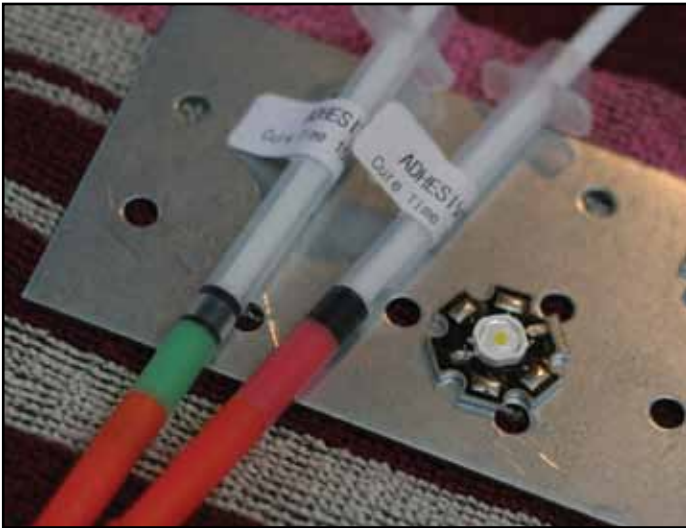
Prismässigt hamnar jag på ~2 300 SEK inklusive T5-rampen. Nästan 1 000 kronor mer än jag budgeterade. Jag tycker inte att projekt skall bedömas enligt principen ”inom tidsramar och budget” utan på hur bra produkten blev. Sug lite på den, företagare... Det är svårare att mäta, men mer verkligt. I detta fall är jag väldigt nöjd med resultatet. Kommentarer från forumisterna på [www.ciklid.org](http://www.ciklid.org) är nära nog uteslutande positiva. På Carlskrona Akvarieförening ([www.akvariekarlskrona.se](http://www.akvariekarlskrona.se)) är intresset stort och ett eget kar där



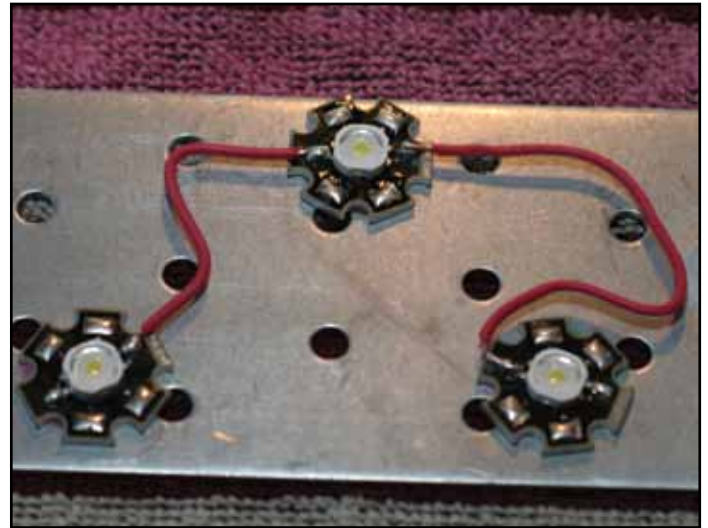
Jag förväntade mig tysk precision och användarvänlighet men receptet löd kort och gott ”limma själv men vilket lim du tror är bäst”.



Power-Led limmas fast: lika del rött som grönt av det termiska tvåkomponentlimmet.



Tvåkomponentlimmet serveras i sprutliknande förpackning: otroligt lätt att applicera både på rätt plats och med rätt mängd.



Att koppla seriellt betyder in på plus, vidare från minus till nästa plus, vidare från minus till nästa plus, osv.

denna ramp skall lysa finns redan. Där går idag ett stim serpatetra (*Hyphessobrycon eques*) och ett par *Apistogramma*.

### Hur går man vidare med LED?

Det är här i artikeln som uttalandet "endast fantasin sätter begränsningar" kommer in. Ett utmärkt uttryck för att slippa komma på något själv...

Patrik Roséns (intressanta) artikel i CB 2/2009 ang *Filtreringens ABC* nämner att man kan använda sump och i den ha växter för att rena vattnet. Här är det ett utmärkt läge för POWER LED's: Två röda och två blå med 20-graderslinser bör ge växten bra förutsättningar! Perfekt med ljus, perfekt med den fokuserade spridningen (inget

ljus läcker ut), perfekt med effektiviteten, perfekt med litenheten.

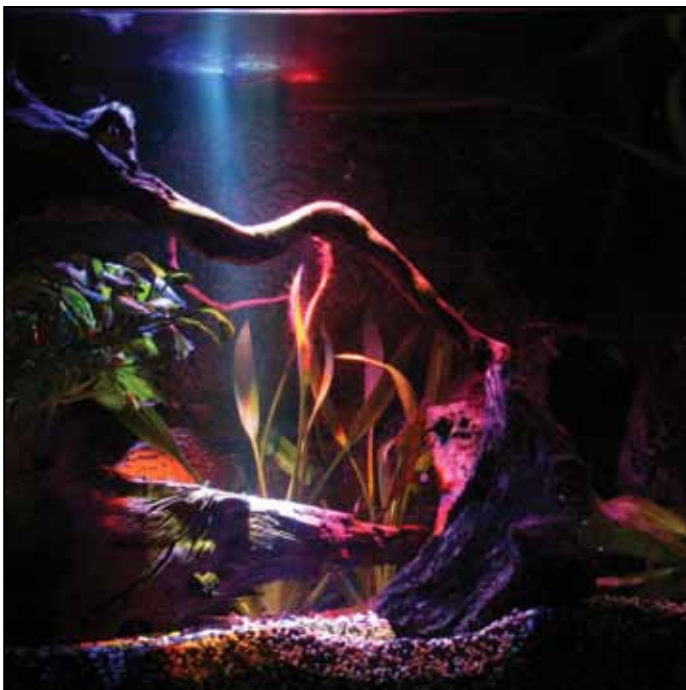
Odlingskar-/ställningar är ett annat område där jag ser att Power LEDs är smarta lösningar. Låga krav på ljusmängder och önskan om billig drift går hand i hand med LED.

Värsting-värsting-lösningar är också kul! Det finns t.ex. 5 watts Power LEDs från samma tillverkare. Vi ser kommersiella produkter med många rader av LEDs, oftast utan linser/reflektorer. Varför inte köpa trippel eller quadrupel sats och köra var tredje vit, röd respektive blå? Vill man bli coolest på gatan köper man en dimmer

och kopplar ihop LED-arna färgmässigt för att kunna ställa Kelvin-talet helt fritt.

Eller varför inte låta tre grupper à nio Power LEDs lysa över ett större kar som ett 540-liters? Stora kraftiga rötter, lätt torvfilterat vatten...

Jag är själv lite nyfiken på hur linserna absorberar ljus. Databladet säger något om att 90 procent av ljuset är kvar men jag undrar om detta sker över hela ljusspektret eller om det är 100 procent av det blå (som utgör tio procent av totalen) som försvinner. Funkar det att ta en digitalbild på LED-en med och utan lins och kolla histogrammet?



Fiasko, julgransbelysning, barnakvarium...vad som helst utom en snygg belysning. Men skam den som ger sig...



That's more like it! Belysningen skapar dramatik och håller kvar mig, intresserar mig.