

Dynamisch belichten van het aquarium

Lange tijd is TL verlichting toegepast boven het aquarium. Een hele verbetering t.o.v. de tot dan toe gebruikte gloeilampen. Door elke buis op een eigen tijdklok aan te sluiten kon de verlichting in stapjes worden aangezet en weer uitgezet. In de jaren 90 werd de T5 buis geïntroduceerd. Die dunnere en zuiniger TL buis moest aangestuurd worden door een elektronisch voorschakel apparaat. Die elektronische voorschakel apparaten kwamen ook in dimbare uitvoering op de markt. Dat maakte de weg vrij voor het traploos dimmen van de verlichting boven het aquarium. Om de dimbare elektronische voorschakel apparaten aan te sturen met een naar wens in te stellen lichtprogramma, is in 2005 de flora-mate dimmer op de markt gekomen. De installatie van dimbare verlichting was betrekkelijk kostbaar en vereiste toch wel wat technische vaardigheid. Niettemin heeft de flora-mate dimmer het dimmen van de verlichting boven het aquarium echt op de kaart gezet.



Figuur 1 De eerste flora-mate dimmer, gemaakt voor het aansturen van dimbare voorschakelapparaten

Sinds eind 2021 mag TL helemaal niet meer geproduceerd en verkocht worden. Moderne verlichting is op basis van leds. Led verlichting heeft enorme voordelen t.o.v. TL, niet in de laatste plaats omdat leds zo eenvoudig te dimmen zijn. Led verlichting is tegenwoordig standaard boven een aquarium, en dat die verlichting gedimd kan worden is een vanzelfsprekendheid.

TC420SJ



Figuur 2 TC420 LED dimmer, met uitgebreide mogelijkheden voor het samenstellen van een lichtprogramma.

Er zijn een aantal redenen waarom je de verlichting zou willen dimmen.

- Een langzame zonsopgang en zonsondergang is veel natuurlijker en aangenamer voor de vissen dan het plotseling aan- en uitfloepen van de verlichting. Vooral bij het plotseling uitgaan van de verlichting kunnen vissen enorm in paniek schrikken. Als de verlichting langzaam minder wordt kunnen ze rustig een veilig plekje zoeken .
- Het esthetisch aspect speelt ook een grote rol. Zeker als verschillende kleuren leds elk in hun eigen tempo worden gedimd kan de sfeer die het aquarium uitstraalt naar wens worden ingesteld tussen bijvoorbeeld helder en fel belicht in de middag en zwak, warm belicht in de avond.
- Verlengen van de levensduur van de led verlichting kan ook een goede reden zijn om de verlichting te dimmen. Leds worden heter naarmate ze feller branden en die warmte moet worden afgevoerd . Niet alle fabrikanten van led verlichting hebben hier voldoende aandacht voor bij het ontwerpen van hun verlichting. Bedenk hierbij dat een led die 10 graden warmer is dan een andere, maar half zolang leeft als die andere. Het is dus van belang te zorgen dat leds niet te heet worden, en dat kan heel eenvoudig bereikt worden door de leds niet continu op volle kracht te laten branden, maar door te dimmen ook gelegenheid te geven weer af te koelen.
- Door de verlichting te manipuleren kan ook het aquarium milieu beïnvloed worden. Denk daarbij aan het oude advies om een middagpauze in de belichting te introduceren. Het idee daarbij is dat, door de verlichting een paar uur uit te zetten, de aanwezige hoeveelheid CO₂ in het water weer kan worden aangevuld. Een middagpauze kan met tijd klokken gerealiseerd worden, maar met een flexibele dimmer kan aan dit aspect veel gedetailleerder aandacht besteed worden.

Dynamische belichting

Hieronder verstaat men het relatief snel aan- en uitzetten van de verlichting. Sinds de enorm toegenomen kosten van energie is dit een idee dat in de tuinbouw leeft omdat het de belofte van een grote energiebesparing in zich heeft. Recent onderzoek laat zien dat jonge tomatenplanten echt niet de hele dag vol belicht moeten worden om toch voldoende productie te krijgen¹. Er is een minimale lichtsterkte die gedurende de dag gehandhaafd moet blijven maar volle belichting kan ook worden beperkt tot korte pieken afgewisseld met wat langere intervallen met lage intensiteit.

Zelf heb ik sinds de introductie van de flora-mate dimmer in 2005, deze belichtingstechniek altijd boven mijn aquarium toegepast. Standaard staat de verlichting op een relatief laag niveau, en gedurende 10 minuten elk uur gaat de verlichting even vol aan. De pieken zijn uitsluitend gedurende de dag, in de avond wordt de verlichting ingesteld op een vast niveau dat aangenaam is om naar te kijken.

Het lichtpatroon heb ik eenmalig proefondervindelijk bepaald op de volgende manier:

- De verlichting wordt enkele uren (zeer) laag gezet. Daarna op 100% en gemeten wordt hoe lang het duurt totdat de planten bellen gaan vormen. Deze tijd wordt vervolgens vastgelegd als de piek tijd.
- De lage stand van de verlichting wordt gekozen op esthetische grond. Je wilt tenslotte nog wel iets kunnen zien in het aquarium.
- De periode van de lage stand van de verlichting wordt steeds korter gemaakt, tot op het moment waarop de planten in de daaropvolgende piek periode al bellen gaan vormen voordat de ingestelde tijd voor de piek voorbij is. Hiermee is de interval periode bekend.

Ofschoon ik sindsdien een aantal keer van aquarium en van verlichting heb gewisseld, heb ik steeds het destijds gevonden patroon gebruikt: 30% gedurende het interval en elk uur een piek van 90% gedurende 10 minuten. Mijn ervaringen gedurende inmiddels 21 jaar met een lichtprogramma zoals dit, zijn de volgende:

- De vorm van de planten lijkt te worden bepaald door de lichtsterkte in de piek. Dus korte internodiën en brede koppen in de stengelplanten.
- De productie van plantmateriaal (en dus de hoeveelheid snoeiwerk) kan worden bepaald door het kiezen van de lichtsterkte in het interval. Led dimmers zoals de TC420 kunnen meerdere lichtprogramma's hebben, en als er meer groei gewenst is dan kan een programma met sterkere verlichting in de interval periode gekozen worden.
- Groene algen lijken niet goed om te kunnen gaan met de relatief zwakke verlichting in het interval terwijl ze niet lijken te profiteren van de pieken.
- De led verlichting blijft mooi koel, hetgeen de levensduur aanzienlijk ten goede komt.
- Er is sprake van enige energie besparing.

¹ Dynamisch belichten in jonge tomatenplanten: grenzen en mogelijkheden: Deelverslag IV van project LED licht met de zon mee
<https://research.wur.nl/en/publications/dynamisch-belichten-in-jonge-tomatenplanten-grenzen-en-mogelijkhe-2/>

Waarom werkt dit ?

Van productiegewassen en zelfs van boven water gekweekte aquariumplanten is veel meer bekend dan van planten die (al dan niet tijdelijk) een ondergedoken bestaan leven. Dit maakt het lastig antwoorden te vinden op vragen die specifiek over de fysiologie van onze aquariumplanten gaan. Toch heb ik in de loop der jaren een en ander weten te vinden over dit onderwerp:

- Onze aquariumplanten zijn vaatplanten. In de plant lopen kanalen via welke onder meer voedingsstoffen en assimilatie producten worden getransporteerd.
- Als een plant belicht wordt dan treedt fotosynthese in werking waarbij chlorofyl en andere pigmenten de energie uit het licht benutten om suikers te bouwen. Hierbij wordt koolstof uit CO₂ gewonnen en waterstof uit water. Er komt zuurstof vrij.
- Suikers en vrijgekomen zuurstof worden via de vaten getransporteerd naar andere delen van de plant. Ook (een deel van) de zuurstof komt terecht in de vaten. Als er teveel zuurstof in de vaten zit wordt de druk te hoog en ontsnappen er belletjes uit de plant. De aquariumhouder zegt dan dat de plant staat te assimileren (maar ook als er geen bellen ontsnappen assimileert de plant).
- De energie uit de geproduceerde suikers wordt door de plant gebruikt om complexere moleculen op te bouwen (ook dit is assimilatie) die dan uiteindelijk plantenweefsel worden.
- Als de plant de geproduceerde suikers niet zelf kan verwerken dan worden ze uitgescheiden. Dit kan gebeuren als er te weinig voedingsstoffen aanwezig zijn om de verdere assimilatie te doen slagen, of als er teveel licht is waardoor de productie van suikers veel hoger is dan de plant kan verwerken. (De uitgescheiden suikers zijn een voedingsbron voor algen.)
- In ons lichtschema wordt piekbelichting gevolgd door een periode met zwakkere belichting. Tijdens de piek worden suikers en zuurstof gevormd waarmee de vaten in de plant gevuld worden. We hebben dat zo gekozen dat er nog net geen bellen ontsnappen.
- Tijdens het interval met zwakkere belichting kan de plant de gevormde suikers gebruiken voor de verdere assimilatie. We hebben dat interval zodanig gekozen, dat aan het eind van het interval de plant weer klaar is voor een nieuwe periode van piekbelichting.
- Er is geen overproductie van suikers.

Dit evenwicht tussen productie en verdere verwerking zoals hierboven beschreven kan ook bereikt worden met een constante belichting van zodanige intensiteit dat de productie van suikers gelijke trend houdt met het verbruik. Die constante belichting zal dan (aanzienlijk) zwakker zijn dan de belichting in de pieken van ons dynamisch lichtschema.

Door een deel van de lichtsom in pieken toe te dienen ontstaan een aantal voordelen:

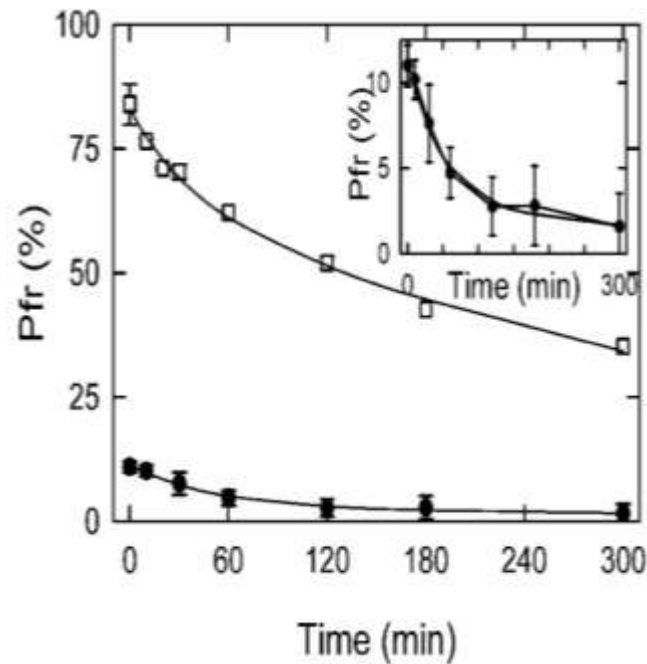
- Omdat algen geen vaatplanten zijn kunnen algen niet optimaal profiteren van de piekbelichting. Voor algen lijkt het alsof het aquarium continu zwak belicht is.
- Bij lage belichting hebben planten de neiging te gaan strekken om bij het licht te komen. Stengelplanten worden dan wel langer maar er is geen sprake van echte groei, alleen de cellen worden langer. Dit geeft ook zichtbaar langere internodiën. Door de intensere belichting in de piek wordt de plant weerhouden te gaan strekken. Dit werkt zo::

- Fytochroom is een lichtreceptor in planten die vooral reageert op rood (R) en ver-rood (FR) licht. Het is een soort “schakelaar” die aangeeft of het licht dat de plant krijgt van de zon komt of dat de plant in schaduw zit (waar rood relatief afneemt en ver-rood relatief toeneemt). Een plant die in de schaduw staat gaat strekken om bij het licht te komen.
- Fytochroom kan twee toestanden aannemen:
 - Pr (absorbeert rood, ongeveer 660 nm)
 - Pfr (absorbeert ver-rood, ongeveer 730 nm)
- Deze twee toestanden kunnen omschakelen van de ene stand naar de andere:
 - Als rood licht wordt geabsorbeerd door fytochroom moleculen in de Pr toestand, schakelen die om van Pr naar Pfr.
 - Als ver-rood licht wordt geabsorbeerd door fytochroom moleculen in de Pfr toestand, schakelen die om van Pfr naar Pr.
 - Er is sprake van “terugloop” in het donker: Pfr kan (onder invloed van de temperatuur) langzaam terugvallen naar Pr (dark reversion). Bij lage belichting kan de terugval van Pfr naar Pr groter zijn dan de aanmaak van Pfr door het licht.
- Pfr is de “actieve” toestand die groeistrekking remt. Als het meeste fytochroom in de Pfr toestand is dan blijven de internodiën kort.
- Het spectrum van onze aquarium lampen bevat over het algemeen voldoende rood en nauwelijks ver-rood. In dat type licht wordt het aanwezige Pf fytochroom snel omgezet naar de Pfr vorm.
- Om korte internodiën te houden zorgen we er met de piek in de belichting voor dat het fytochroom in de Pfr toestand komt. Gedurende het interval met zwakkere belichting kan het fytochroom langzaam terugvallen naar de Pr toestand (dark reversion). De volgende piek moet dan op tijd gegeven worden om het fytochroom weer terug te brengen in de Pfr stand. We profiteren van het feit dat Pfr onder invloed van fel licht snel wordt aangemaakt, en in het relatief donker maar langzaam verdwijnt.

Suggesties voor nader onderzoek

De snelheid waarmee het Pfr terugvalt naar Pf is onderzocht (in zandraket, een landplantje)²

Het duurt ongeveer 60 minuten om van 100% Pfr terug te vallen naar 60%. In het daarop volgende uur zakt het verder terug naar 50%. Het terugvallen gaat steeds langzamer. Dit zou aanleiding kunnen zijn om te testen of de interval periode verder verlengd kan worden zonder nadelige gevolgen voor de lengte van de internodiën.



Figuur 3 De curve met de open vakjes is van fytochroom dat eerst is belicht met rood licht, zodat alles aanvankelijk in de Pfr toestand is. De curve met gevulde blokjes is van fytochroom dat eerst met ver-rood is belicht zodat veel van het fytochroom aanvankelijk al in de Pf toestand is. In het inzetje is die laatste curve vergroot weergegeven. Wij zijn met name geïnteresseerd in de curve met de open blokjes.

Met het verlengen of verkorten van het interval en/of minder intensief belichten gedurende het interval, wordt de fotosynthese versterkt of verzwakt. En daarmee de opname van CO₂. Dit zou invloed moeten hebben op de pH, en die kan gemeten worden.

- Intensiever belichten gedurende het interval en/of een korter durend interval, verhoogt de CO₂ opname en de pH zou daarop moeten stijgen.
- Zwakker belichten gedurende het interval en/of een langer durend interval, vermindert de CO₂ opname en de pH zou daarop moeten dalen of in elk geval minder stijgen.

Het is interessant om te testen of middels een pH meting de dynamische belichting zodanig automatisch aangepast kan worden dat de pH (en daarmee de CO₂ concentratie in het water) op het gewenste niveau blijft, en wel zonder externe CO₂ dosering.

² Both Subunits of the Dimeric Plant Photoreceptor Phytochrome Require Chromophore for Stability of the Far-red Light-absorbing Form
https://www.researchgate.net/publication/12220783_Both_Subunits_of_the_Dimeric_Plant_Photoreceptor_Phytochrome_Require_Chromophore_for_Stability_of_the_Far-red_Light-absorbing_Form

Praktische opmerkingen

- Bij dit type van belichting hoort een lichtinstallatie die krachtiger is dan de doorsnee verlichting. De piek in de belichting moet wel echt een piek zijn. De vuistregel die ik zelf hanteer voor led verlichting is de volgende:

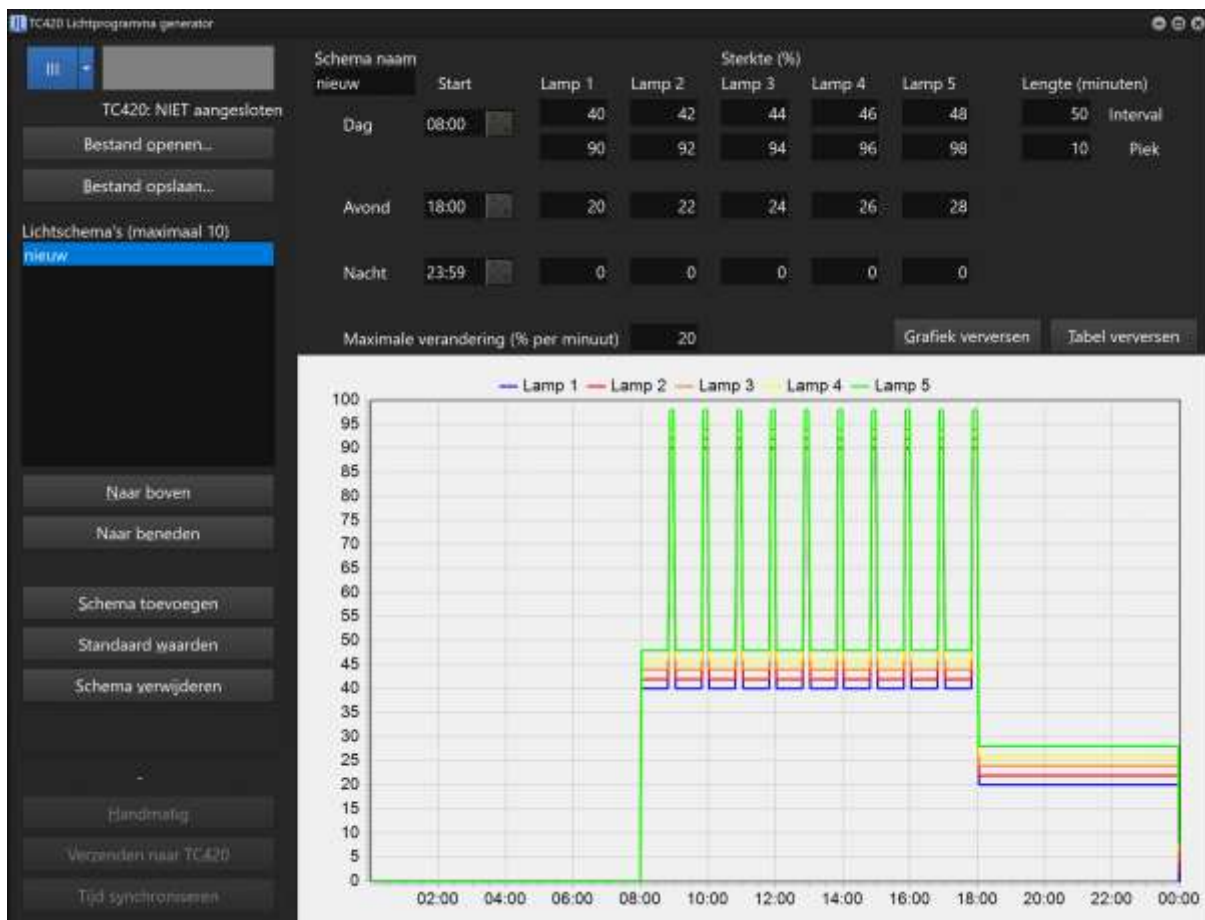
Totaal led vermogen = inhoud van het aquarium (liters) x hoogte van het aquarium (cm) / 100

Dus een aquarium van 500 liter met een hoogte van 50 cm vraagt minimaal 250 Watt led verlichting. En aangezien we kunnen dimmen, liever (veel) meer dan te weinig.

- In een aquarium staat niets op zichzelf. Een dynamisch lichtschema kan alleen succesvol toegepast worden als ook de andere parameters in orde zijn waaronder het juist bemesten (eventueel ook met CO2) en snoeien van de planten, het onder controle houden van het aquarium milieu door water verversen, filteren en zorgen voor voldoende stroming, op de juiste wijze voeren van de levende have en een visbezetting die niet groter is dan het aquarium aankan.

TC420 programma generator

Om het experimenteren met dynamische belichting een beetje gemakkelijker te maken, heb ik een programma geschreven waarmee een aantal van die lichtschema's in een TC420 lichtdimmer gezet kunnen worden³.



³ http://dnih.nl/TC420/setup_TC420PG.zip

Een TC420 heeft intern ruimte voor 10 verschillende lichtschema's. Elk schema kan maximaal 50 stappen doorlopen. Zo'n stap is een moment op de dag waarbij de sterkte van elk kanaal (er zijn 5 kanalen) gegeven is. De TC420 zorgt er dan voor dat de lampen vloeiend van de ene sterkte naar de andere sterkte gaan. Om op deze manier een lichtschema voor dynamische belichting in te voeren is omslachtig. De TC420 programma generator maakt dit gemakkelijk.

Een dynamisch lichtschema wordt ingevoerd voor de dagperiode. De avond- en nachtperiode hebben elk een vaste lichtsterkte. In de avond een aangename lichtsterkte om naar het aquarium te kijken. En donker in de nacht.

Schema naam		Sterkte (%)						
	Start	Lamp 1	Lamp 2	Lamp 3	Lamp 4	Lamp 5	Lengte (minuten)	
Dag	08:00	30	30	30	30	30	60	Interval
		90	90	90	90	0	10	Piek
Avond	18:00	30	30	30	30	30		
Nacht	23:59	0	0	0	0	0		

Voor het dagschema worden de lengte van het interval en de lengte van de piek ingevuld, en de sterkte van elk van de maximaal 5 kanalen gedurende het interval en gedurende de piek. (Wilt u helemaal geen dynamisch schema? Zet dan de lengte van de piekperiode op 0 minuten.)



Om van de ene sterkte vloeiend naar een andere sterkte te gaan kan worden aangegeven hoe snel een kanaal van sterkte mag veranderen. Bedenk wel dat dit snel genoeg moet zijn om de lampen naar de gewenste sterkte te laten gaan voordat de tijd van de piekperiode voorbij is.

Druk op 'Grafiek verversen' voor een grafisch beeld van het lichtschema. Als u wilt zien welke tabel er naar de TC420 gestuurd wordt als u dit lichtschema programmeert, druk dan op 'Tabel verversen'. De tabel is altijd maximaal 50 stappen. Als de tabel 50 regels lang is, controleer dan of de onderste regel in de tabel op 23:59 staat. Als dat niet zo is dan is het lichtschema te complex en past het niet in de TC420. Het helpt dan enorm om de lengte van het interval te vergroten, of de avond vroeger te laten beginnen. Het helpt ook om gedurende het interval en gedurende de piek de lampen allemaal dezelfde lichtsterkte te geven. De kanalen die niet gebruikt worden laat u het best altijd op 0. Als het programma merkt dat het lichtschema te complex is, dan volgt er een waarschuwing.

Een set van maximaal 10 lichtschema's kan worden opgeslagen in een bestand en later weer worden geopend. Deze bestanden zijn niet uitwisselbaar met de bestanden die het PLED programma gebruikt.

Om de TC420 te programmeren moet hij worden aangesloten. Dit is zichtbaar als een groene indicator, meteen rechts naast de knop voor het hoofdmenu.

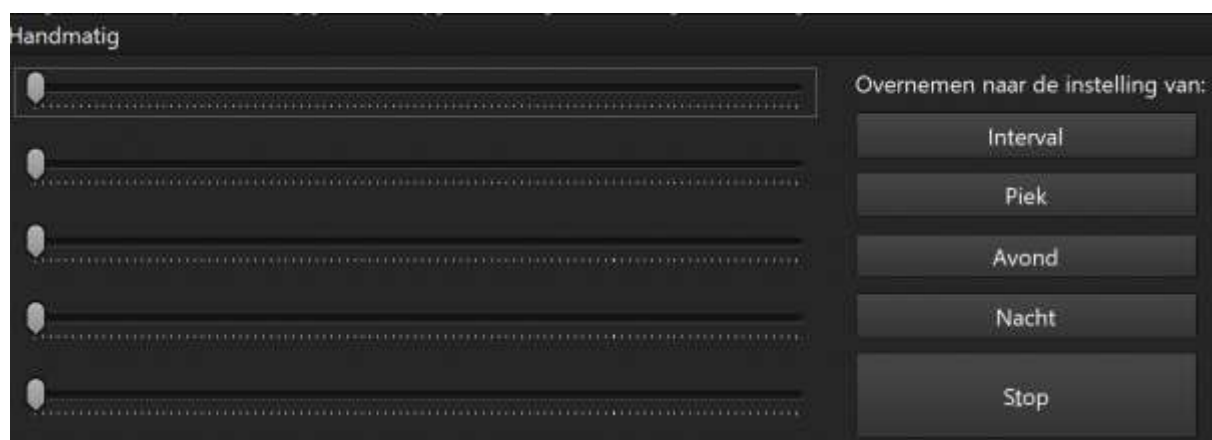


Als de TC420 is herkend komen ook de bedienopties beschikbaar:



Hiermee kan de tijd in de TC420 worden gelijkgezet met de tijd in de PC. Met de knop 'Verzenden naar TC420' kunnen de ingevoerde lichtschema's in de TC420 gezet worden.

De knop 'Handmatig' laat een nieuw scherm zien met 5 schuifregelaars. Met de schuifregelaars kan de sterkte van elk van de 5 kanalen worden ingesteld, en als de TC420 op de verlichting is aangesloten, ziet u meteen hoe sterk de verlichting is bij elke stand van de schuifregelaars.



De huidige stand van de schuifregelaars kan worden overgenomen in de instellingen van het lichtschema. Daarmee kan op het oog worden bepaald wat de lichtsterkte moet zijn in elk deel van het lichtschema.

Als er een mooie set lichtschema's is gedefinieerd, vergeet dan niet die te bewaren in een bestand om later nog eens te gebruiken of om met anderen uit te wisselen.

Hopelijk kan dit artikel u inspireren om eens wat te gaan experimenteren met dynamische verlichting boven uw aquarium, terrarium of kweekkas.

Geschreven Juli 2026, door Jaap Liefing, Aquariumvereniging 'De Natuur in Huis' in Alphen aan den Rijn.