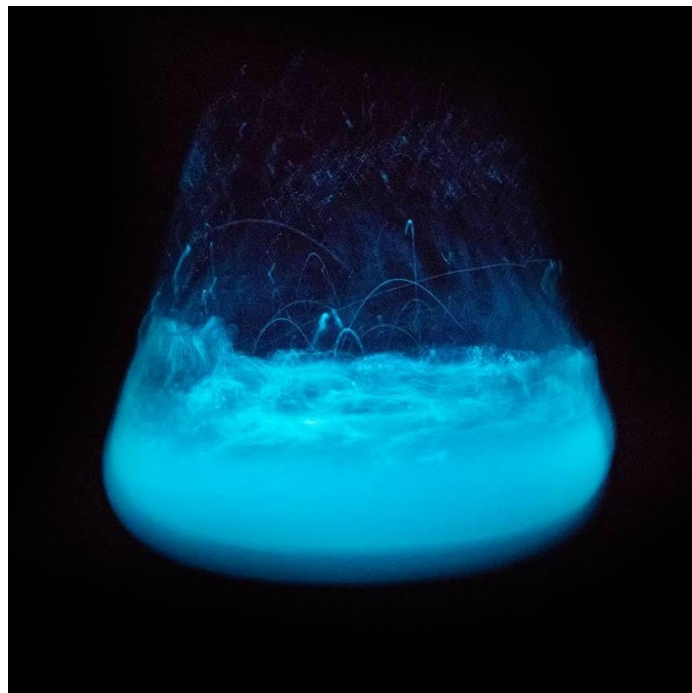


Bioluminescens

Alger der lyser i mørket

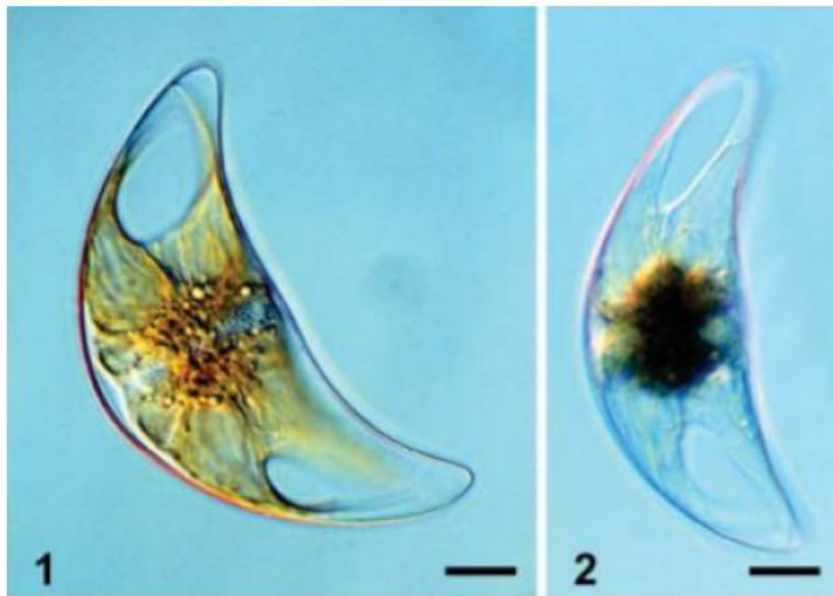
Alger bruges som sagt allerede i dag til at producere værdifulde stoffer, der indgår i mange af de produkter, vi køber i supermarkeder, på apoteker og tankstationer. Men forskere prøver i øjeblikket at finde ud af, hvordan og hvorfor nogle alger udsender et kraftigt blå lys i mørket. Måske kan dette levende lys fra algerne bruges som et bæredygtigt alternativ til almindelige lamper i fremtiden. Forstil dig en hel by, som bliver oplyst af alger i stedet for gadebelysning.

Det er endnu ikke lykkedes at lave lamper med selvlysende alger, der er kraftige nok til at oplyse byer, men i det følgende afsnit vil du blive introduceret til de selvlysende algers forunderlige verden.



Figur 1 Billedet viser bioluminescerende alger, som rystes og derfor lyser i mørket. Fotograf: Mikal Schlosser.

Algerne du skal arbejde med i dette projekt kaldes dinoflagellater, og de udsender et fascinerende blå lys om natten, hvor de bruger den energi, som de har fået fra fotosyntesen i løbet af dagen. Når algerne udsender blå lys, kaldes fænomenet bio-luminescens. "Bio" henfører til, at organismen som udsender lys, er levende. "Luminescens" betyder, at lyset produceres som resultat af en kemisk reaktion. I naturen lever algerne typisk under varmere himmelstrøg i havet, så de alger i undersøger med dette forsøg findes desværre ikke i Danmark. Nogle gange kan man opleve en anden art af selvlysende alger oplyse de danske kyster om sommeren i et fænomen kaldet "morild". Normalt lever selvlysende alger fra ca. 60 til 100 meters dybde, men nogle gange samles de i overfladen, og så kan man faktisk svømme med de selvlysende alger. Algerne bliver op til 0,1 centimeter i diameter hvilket kun lige er stort nok til, at du kan se dem med det blotte øje. De er så små, at de bedst ses under et mikroskop som på *Figur 5*, eller når der er mange millioner af dem i en flaske. Fænomenet, hvor milliarder af mikroskopiske alger lyser havet op, har man kendt til i mere end 2500 år, og der er endda hulemalerier, der illustrerer fænomenet. På trods af, at vi har kendt til det så længe, ved vi stadigvæk ikke så meget om algerne.



Figur 2 Dette er billeder af en selvlysende alge under et mikroskop. Billede nummer 1 viser, hvordan algen ser ud om dagen, og billede 2 viser, hvordan den samme alge ser ud om natten. Det er tydeligt, at organerne inde i algen bevæger sig i forhold til om det er dag eller nat. Det er faktisk sådan, at algen styrer, at den kun vil udsende lys om natten fremfor om dagen, hvor lyset alligevel ikke kan ses.

Enzymer er proteiner, som forekommer i alle levende organismer. Enzymer sørger for, at de kemiske processer i cellerne foregår meget hurtigere end normalt. Dette gør, at cellerne lynhurtigt kan lave fotosyntese og respiration og derved få energi. Uden enzymer ville de kemiske processer foregå alt for langsomt, og cellerne ville ikke kunne overleve. Enzymer binder sig til substrater og ændrer disse substrater f.eks. ved at lave O_2 og H til H_2O eller som luciferase der binder til og ændrer luciferin under bioluminescens.

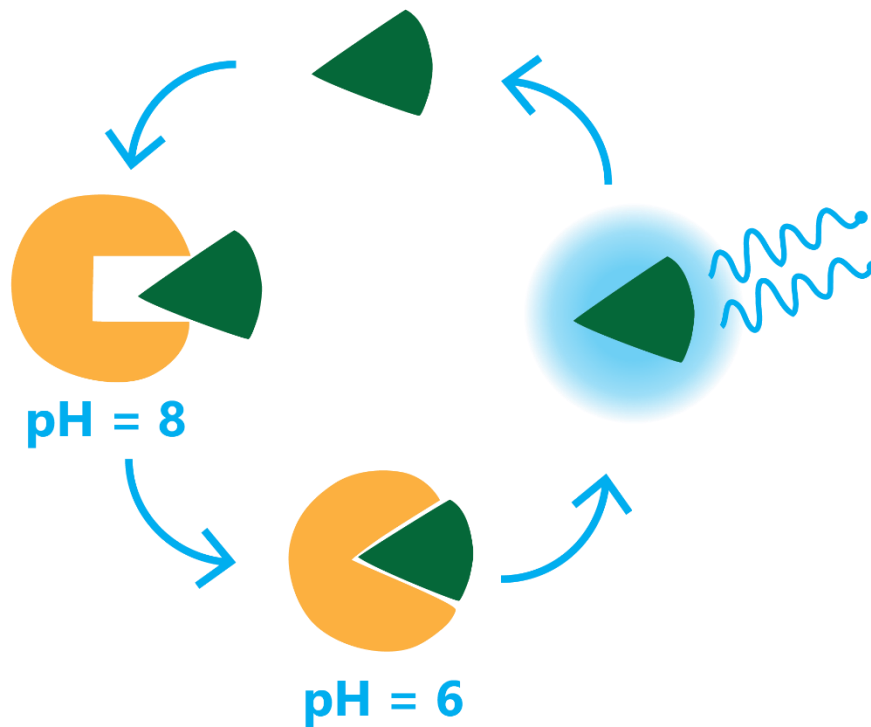
Algerne lyser kun når de bliver rystet, og det vil senere i teksten vise sig, hvorfor de gør det. Ude i naturen lyser algerne op i mørket, når der kommer en bølge, eller når et rovdyr svømmer tæt på dem. I klasselokalet kan du se lyset, når

du ryster flasken med algerne i. Det tager kun 0,02 sekunder fra du ryster algerne, til at de begynder at lyse. Når algen opdager, at den bliver rystet, vil der blive sat en lang række kemiske reaktioner i gang inde i cellen, hvilket får pH værdien til at falde. Der er to **molekyler**, som er vigtige for produktion af lys;

luciferase, som er et **enzym** og *luciferin*, som er et molekyle, der stammer fra fotosyntesen.

Når pH værdien falder, bliver enzymet luciferase aktiveret. Luciferase vil derefter binde til luciferin og overføre energi. Denne energi bliver så frigivet i form af blå lys, som det ses på *Figur 6*. Det kræver altså energi for algen at producere lys.

Atomere som er sat sammen med kemiske bindinger kaldes **molekyler**. Disse molekyler kan være små som vand = H_2O eller større som f.eks. sukker = $C_6H_{12}O_6$. Molekyler er altså en fælles betegnelse, som kan bruges til at beskrive stofferne i en celle.



Figur 3 Tegningen viser, hvordan enzymet luciferase ændrer sig i forhold til pH ændringer. Luciferase er illustreret som den gule Pacman og luciferin er illustreret som den grønne trekant. Ved $\text{pH} = 8$ passer substratet luciferin ikke ind i luciferases aktiveringsområde (munden på Pacman), derfor udsendes der ikke blåt lys. Når $\text{pH} = 6$ har luciferase ændret sin form, derfor passer luciferase og luciferin nu sammen som hånd i handske, og derved udsendes blåt lys. pH værdien bestemmer altså, hvornår der skal udsendes lys.

Det vigtigste er således, at algen bruger energien fra fotosyntesen om dagen til at udsende lys senere, når det er blevet nat. Men det sker kun, når den bliver rystet.

Hvorfor lyser algerne om natten?

Jo, det er et godt spørgsmål, og faktisk er forskerne ikke helt sikre på, hvad det rigtige svar er. De har dog nogle teorier om, hvorfor algerne udsender lys. Den første teori er, at algerne lyser for at kommunikere med hinanden. På den måde kan de finde ud af, hvor mange alger der er omkring dem, og hvor tæt de er på naboen. Men hvad algerne ”taler” om, det ved vi

desværre ikke endnu. En anden teori er, at lyset fungerer som en forsvarsmekanisme. Når små vandlopper, rejer og andre små rovdyr forsøger at svømme hen til en alge og spise den, vil den udsende blå lys, og det kan få rovdyret til at blive bange og vende om. Den sidste anerkendte teori er, at algerne lys kan sammenlignes med en tyverialarm. Dvs. når en lille reje forsøger at spise en alge, vil algen lyse op, og det tiltrækker opmærksomheden fra fisk. Fiskene kommer så hen og undersøger lyset og opdager nu rejen, som den så kan spise. Når rejen bliver spist af fisken, vil algen igen være i sikkerhed, da fisken ikke spiser algerne. På den måde mener man, at algen overlever angreb fra rovdyr.