

Nyt lys på bakterien

Bakterier og andre sygdomsfremkaldende mikrober kan uskadeliggøres med ultraviolet lys. Forskere ved Syddansk Universitet arbejder på at udvikle udstyr baseret på moderne lys-emitterende dioder (LED), som kan bruges til at bekæmpe bakterier på hospitaler.

Af Carsten R. Kjaer

■ At sygdomsfremkaldende bakterier findes overalt i vores miljø er et vilkår, vi som mennesker må leve med. Men nogle steder ønsker vi naturligvis i særlig grad at holde bakterierne nede så vidt som det overhovedet er muligt. Det gælder f.eks. på vore hospitaler, på vandværker eller i fødevareindustrien, hvor ukontrolleret vækst af bakterier potentielt kan være fatalt eller kan smitte tusinder af mennesker – og selvsagt også kan være forbundet med store udgifter.

En af de strategier, man bruger til at bekæmpe bakterier sådanne steder, er ved at belyse bakterierne med UV-lys. Ligesom UV-lys er usundt for os mennesker i for store mængder, er også bakterier følsomme over for UV-lys, og de kan derfor uskadeliggøres ved at give dem en tilstrækkelig dosis af de dræbende stråler.

Men den slags udstyr koster selvfølgelig penge – både i indkøb og drift – og derfor vil der være stor interesse for mere effektivt udstyr, der samtidig reducerer driftsomkostningerne.

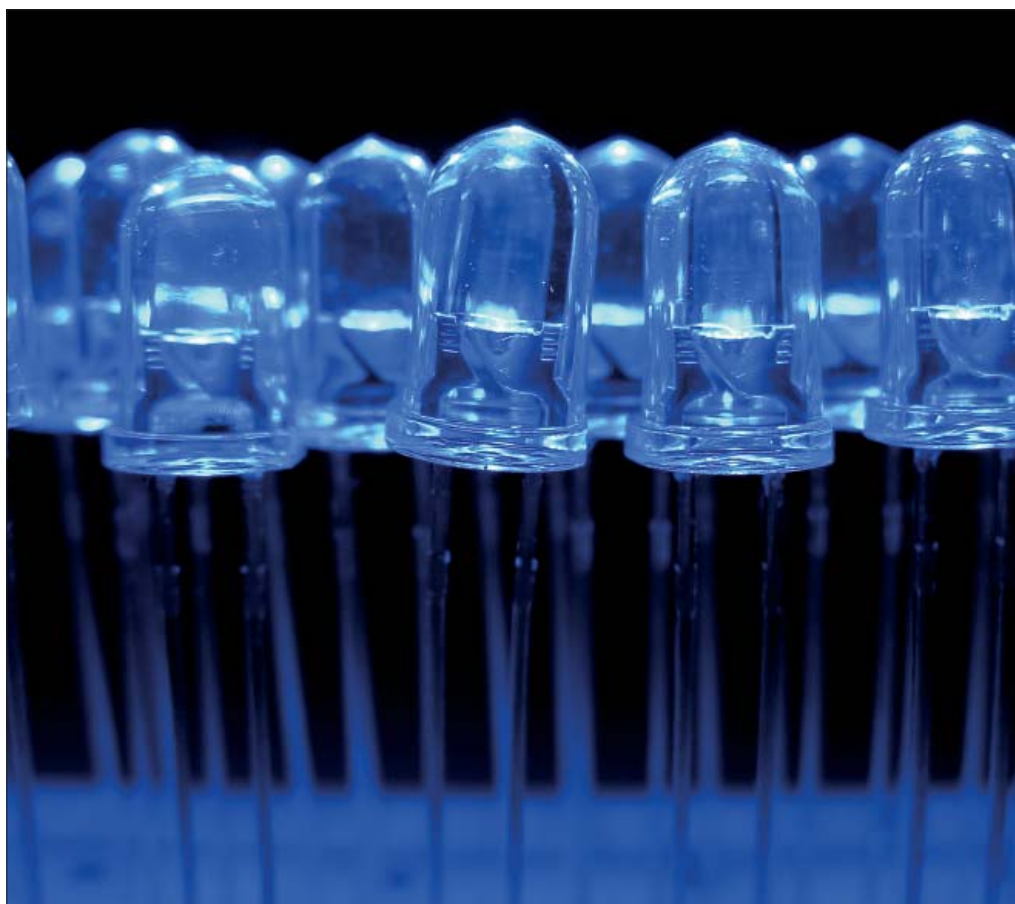


Foto: Gassisauro

Lys-emitterende dioder blev introduceret som en praktisk elektronisk component i starten af 1960'erne. De første LED's udsendte rødt lys med lav intensitet, men siden er der udviklet LED'er over spektret fra infrarødt over synligt til ultraviolet lys, som kan levere meget høj intensitet.

LED mod bakterier

Princippet med at bruge lys mod mikroorganismer er ikke nyt – faktisk var det den danske læge Niels Finsen (1860-1904), der som den første brugte lys-behandlinger mod hudtuberkulose, hvilket han blev hædret med Nobelprisen for i 1903.

Når man i dag bruger UV-lys til bakteriebekæmpelse, bruger man helt overvejende en gammeldags teknologi, idet man bruger gas-udledningsrør som lyskilde. Den traditionelle anvendelse af kviksølv-udledningsrør går helt tilbage til de første vandrensningssystemer, som blev installeret i Marseille i 1910.

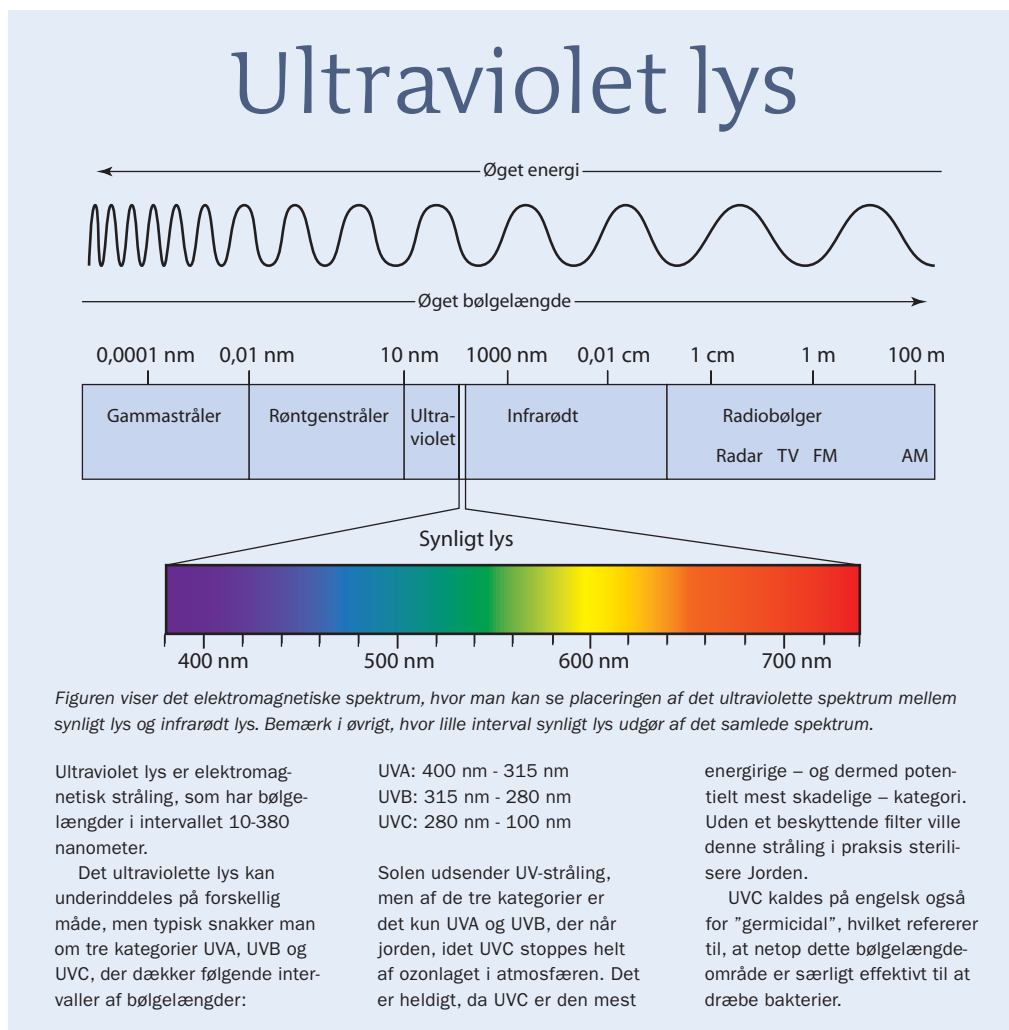
Den hastige udvikling af lys-emitterende dioder (LED) har nu åbnet for muligheden af at udnytte denne langt mere energieffektive teknologi til formålet.

På TEK Momentum ved Syddansk Universitet står John Erland Østergaard bag et projekt som netop skal teste effektiviteten af bekæmpelse af bakterier på sygehuse ved hjælp af UV-lys baseret på LED-teknologi. Helt konkret skal projektet demonstrere, hvordan man kan reducere to af de betydelige smitekilder på hospitalerne ved at indbygge UV-Led teknologi i toiletter samt i udstyr til desinficering af sengetøj. Derudover skal projektet også vurdere potentialet for at bruge denne form for bakteriebekæmpende belysning andre steder på hospitalet – f.eks. på sengegavle, dørhåndtag, computertastaturer, stofbeklædte stole mv.

Dræbende lys

Det grundlæggende princip i teknologien er, at bakterier er særlig følsomme over for lys i det såkaldte UVC-område, som dækker 100-280 nanometer. Fotoner med tilstrækkelig energi kan både ramme følsomme proteiner og enzymer ligesom de kan ødelægge molekylstrukturen i DNA- og RNA-molekylet.

Det er kendt, at UV-absorptionsspektret for DNA-molekylet har et maksimum i området 250-270 nm (se figur). Absorptionen af fotoner i dette område fører til en række komplicerede



biokemiske reaktioner og omlejninger i DNA-molekylet, hvilket betyder, at bakterierne enten dør eller ikke kan reproducere sig selv. Jo større stråledosis

bakterierne modtager, jo større sandsynlighed er der for, at de følsomme områder rammes. Den samlede reduktion – eller drabseffekt – af bakterier afhæn-

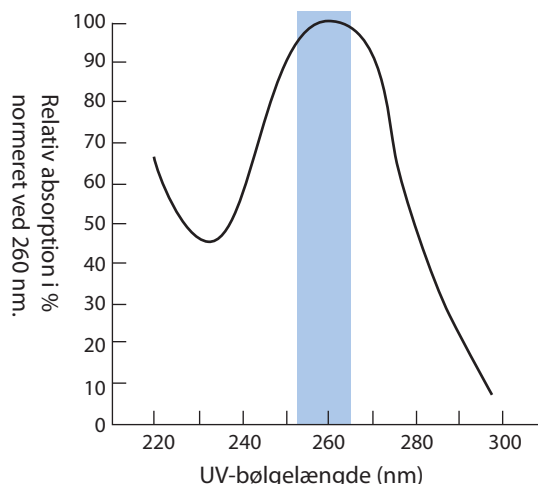
ger derfor af den samlede UV-strålingsenergi – strålingsdosis – der tilføres.

UV-strålingsintensitet måles i Watt pr kvadratmeter og den tilførte strålingsdosis måles i Wattsekunder pr kvadratmeter (= Joule/m²).

Både bakterier, vira og svampe kan bekæmpes med UV-lys, men der er forskel på, hvor meget der skal til for at komme de genstridige organismer til livs.

For bakterier afhænger det af deres nærmere opbygning. Generelt er såkaldte gram-positive bakterier med en tyk indkapsling af molekylet murein (der opbygger cellevæggen) sværere at inaktivere end gram-negative bakterier med en tynd indkapsling.

Man kan udarbejde tabeller, hvor man simpelthen kan slå op, hvor stor en dosis bestemte arter skal have. Tager vi en bøl-



Figuren viser et såkaldt absorptionspektrum for DNA, der viser, at DNA i særlig grad absorberer UV-lys med bølglængder i intervallet omkring 260 nm.



Foto: Fiona Lightning A/S

Virksomheden Fiona Lightning A/S producerer armaturer til brug i gartnerier, der kan give store besparelser på elregningen. Virksomheden udspringer af forskningen i LED ved Tek Momentum, Syddansk Universitet.

gelængde på 254 nanometer, som er optimal til bakteriebekæmpelse, angives behandlingsdoserne ud fra det succeskriterium, at 90 % af bakterierne skal uskadeliggøres. Målt ud fra disse kriterier skal f.eks. *E. coli*-bakterier gennemsnitligt have en dosis på 45, *legionella* kan nøjes med 15, mens bakterien *Clostridium tetani* (som kan forårsage stivkrampe) er noget mere genstridig og skal have en dosis på 130.

Ud fra de samme forudsætninger skal f.eks. skimmelsvampe og alger have langt højere doser – op til flere tusinde.

Man kan også have den ambition at inaktivere 99,9 % af bakterierne, og i så fald skal værdierne ganges med en faktor tre.

Småt og effektivt

Der er mange fordele ved at basere UV-udstyret på LED-lys fremfor traditionelle UV-lyskilder. F.eks. er UV-rør meget store – op til 1 meter lange – mens en

diodelyskilde til dette brug kan have størrelser på 1 mm. Og det giver jo helt andre muligheder for at bygge lyskilderne ind i et smart, handy design. F.eks. er ideen at forsøge at indbygge LED-lyskilderne i et toiletbræt, hvilket vil være pløkkumligt, hvis man skulle bruge traditionelle UV-lyskilder.

Udover størrelsen glimrer LED-lyskilder også generelt ved at være mindre skrøbelige overfor stød, have en længere brændetid og ingen opvarmningstid. Og så er der egenskaber ved selve lyset, såsom at det kun har én bølgelængde og er retningsbestemt.

En af de helt store fordele vil selvfølgelig også være et lavere strømforbrug – hvor man på andre områder, som i f.eks. gartnerier, har kunnet nedsætte strømforbruget med 50 % ved at bruge LED-armaturer. Her skal det dog siges, at LED-lyskilder i UV-området i forhold til LED'er med større bølgelængder, stadig er en forholdsvis

umoden teknologi. Det betyder dels, at effektiviteten ikke er så høj, ligesom UV-lyskilder kan koste flere tusind kroner stykket. Men forventningen er, at prisen hurtigt vil falde efterhånden som teknologien modnes – nøjagtigt som det er sket med andre LED-lyskilder. Og det er jo grunden til, at disse lyskilder nu marcherer ind overalt – i f.eks. lommelygter, dagligstuelamper og billygter.

Ud på hospitalerne

Det er planen, at teknologien skal testes på Odense Universitetshospital i samarbejde med professor og overlæge ved Klinisk Mikrobiologisk Afdeling Hans Jørn Kolmos. Han fortæller, at det vil være nyt land at betrede for det danske sundhedsvæsen, da man ikke i forvejen bruger UV-udstyr til bakteriebekæmpelse på hospitalerne. På hospitalerne har man først og fremmest fokus på stafylokokker, der udgør et stort problem – især fordi der nu findes flere

stammer, der er resistente overfor et bredt spekter af antibiotika. Derudover er tarmbakterier som *E. coli* også et problem – i særlig grad tarmbakterien *Clostridium difficile*, der giver en ondartet diarre.

For John Østergård og hans kolleger bliver udfordringen at udvikle det udstyr, der konkret skal bruges – og derefter at måle og teste, om det faktisk virker bedre – eller mere økonomisk – end andre metoder. De metoder, der traditionelt anvendes til desinficering på hospitalerne er selvfølgelig god gammeldags skrub og vask med klorin, og i svære tilfælde ved hjælp af såkaldte hydrogenperoxid-anlæg, hvor man aflukker et lokale og damper hydrogenperoxid derind. Hydrogenperoxid er et meget aggressivt molekyle, der kan slå mikroberne ihjel – men en ulempe er, at når det reagerer med organisk materiale er slutproduktet vand, hvilket betyder et større arbejde med at tørre op bagefter.

Til sammenligning er der ikke de samme problemer med affaldsprodukter ved UV-lys-behandling. En anden uprøvet mulighed på hospitalerne vil være at bruge ozon-anlæg, da ozon også er en effektiv bakteriedræber, så det er også noget der indgår i overvejelserne i John Østergaards projekt.

Pointen er, at forskellige metoder har deres fordele og ulemper, og at der ikke er et enkelt svar på, hvad der er optimalt at satse på. Den teknologiske udvikling gør nemlig, at grænserne hele tiden flyttes for, hvad der kan anses for effektivt og rentabelt.

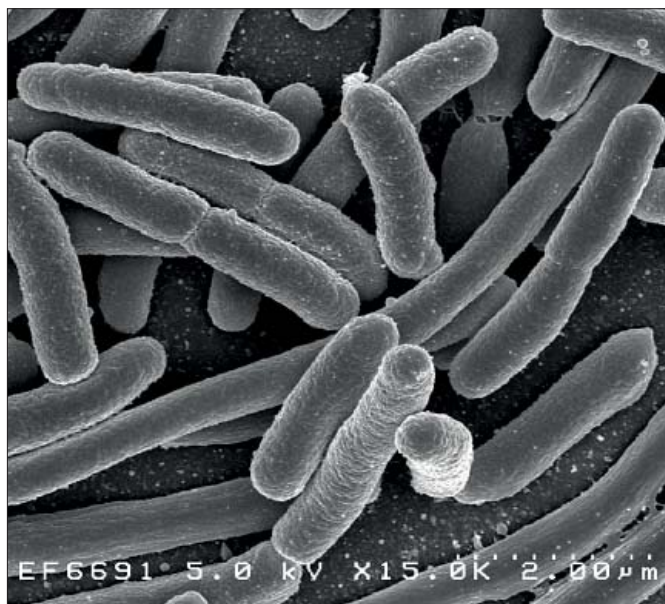
Rent teknologisk har LED-teknologien i dag nået et stade, hvor det er oplagt at satse på den i de situationer, hvor man i forvejen bruger UV-lys til desinficering. Men om teknologien kan indføres på hospitalerne kræver viden om mange spørgsmål – såsom om lyset nu også kan nå helt ud i de hjørner og sprækker, hvor bakterierne gemmer sig, eller om det trænger langt nok ind i tekstilerne (hvor f.eks. en almindelig stoffbeklædt stol kan være en ren bakteriebombe) eller hvorvidt UV-lyset gør uønsket skade på andet materiale. Det er sådanne spørgsmål, John Østergaard og kolleger nu skal undersøge.

Det er selvfølgelig en mulighed, at projektet ender med den konklusion, at det – i hvert fald for nuværende – ikke vil være særlig effektivt at bruge UV-LED til bakteriebekæmpelse på hospitaler. Men det vil i så fald også være et værdifuldt resultat.

Masser af muligheder

Projektet med at teste UV-LED som bakteriebekæmpelse på hospitalerne udspringer af John Østergaard og kollegers mangeårige arbejde med LED. De sidste 4-5 år har forskerne således arbejdet intensivt med at udvikle LED-baserede armaturer til gartnerier, hvilket bl.a. har udmøntet sig i "spin-off" virksomheden Fiona Lightning.

John Østergaard og kolleger forsøger at udnytte deres erfaringer innovativt ved at spørge,



Credit: Rocky Mountain Laboratories, NIAID, NIH

E. coli er en af de bakterier, man meget gerne vil undgå bliver spredt ukontrolleret på f.eks. landets hospitaler. Med en passende dosis UV-lys kan man slå dem ihjel. Da coli-bakterier lever i vores tarmsystem er toiletter den typiske smittekilde, og derfor er det oplagt at indbygge udstyr til UV-belysning i toiletter.

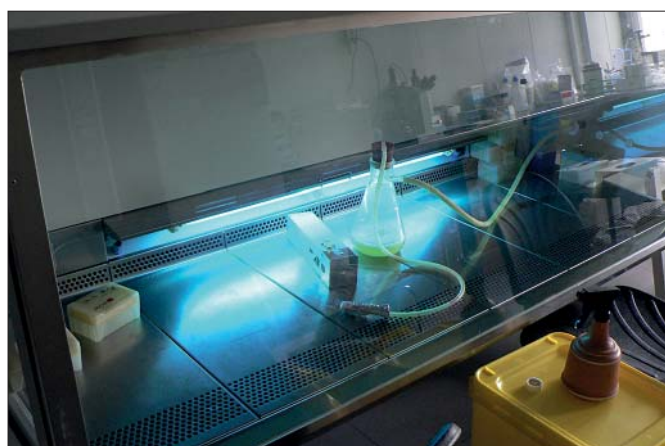


Foto fra Wikimedia Commons

UV-lamper kan være bygget ind i laboratorieudstyr som dette stinkskaab, hvor det er vigtigt at undgå forurening med mikroorganismer. Når udstyret ikke er i brug kan det således let desinficeres ved at tænde UV-lampen.

hvad arbejdet med design af LED-armaturer, køling mv. ellers kan bruges til.

Et lovende område er at udnytte UV-LED til hærkning af farver og lakker, hvor der også arbejdes på at etablere en spin-off virksomhed.

Herudover er der også perspektiver i at anvende LED i forbindelse med dyrkning af mikroalger, som kan anses for en enorm uudnyttet ressource til f.eks. fiskefoder, humant kosttilskud og biobrændstof.

Forskerne har med dette for øje indsendt en patentansøgning med en integreret LED i en lukket bioreaktor.

Herudover kigger forskerne også på mulighederne for at bruge UV-LED til rensning af ballastvand på skibe, som kan være med et middel i kampen mod invasive arter, idet disse ofte spredes netop via ballastvand.

Mulighederne er mange, og fremtiden er i bogstaveligste forstand lys for LED. ■

Om forfatteren



Carsten R. Kjaer
Aktuel Naturvidenskab
red@aktuelnaturvidenskab.dk

Om forskeren



John Erland Østergaard
Afdelingsleder, professor mso,
TEK Momentum – Erhvervs-
innovation og Teknologi
Syddansk Universitet
Tlf.: 6550 7425
jeo@tek.sdu.dk

Om projektet

Forskningen beskrevet i denne artikel foregår ved Institut for Kemi-, Bio-, og Miljøteknologi samt TEK-Momentum, som begge hører under Det Tekniske Fakultet, der huser ingeniørdannelserne ved Syddansk Universitet.

Projektet om udnyttelse af UV-LED til bakteriebekæmpelse foregår i et samarbejde med, Odense Universitetshospital samt industripartnere Pressalit A/S, KEN A/S og Provectas A/S.