

# Diodlaser kan finna inflammation i bihållor

**Laserspektroskopi används ofta till att mäta gasen i atmosfären eller i genomskinliga gasceller, för till exempel kemisk analys. Ny teknik gör det nu möjligt att mäta gas i mer komplexa miljöer, till exempel inuti människokroppen eller i livsmedel. Tekniken är baserad på absorptionen av ljus från diodlasrar med låg effekt och är ett intressant alternativ för att diagnostisera den vanliga, men svårbestämda bihålsinflammationen.**

**LJUS VÄXELVERKAR MED** materia på ett mycket specifikt sätt och är anledningen till att saker har färger, himlen är blå och att solljus kan delas upp i en regnbåge genom vattendroppar. Läran om hur ljus växelverkar med material – spektroskopi – används inom astronomi, kemi, fysik och medicin. Absorptionsspektroskopi studerar just hur olika material absorberar elektromagnetisk strålning och gör det möjligt att avbilda genom röntgenstrålning och kvantitativt bestämma gaser i atmosfären. Inom kemisk analys är absorption av ljus (UV, synliga och IR området) ofta använt. Varje atom och molekyl absorberar ljus på ett unikt sätt, vilket är ett resultat av dess inre struktur. Övergångar mellan de diskreta energinivåerna, ett resultat av kvantmekaniken, leder till absorptionslinjer. Då ljus absorberas av en molekyl exciteras denna, vilket innebär att den ändrar sin elektronkonfiguration, det vill säga elektronorbital, vibration och/eller rotation.

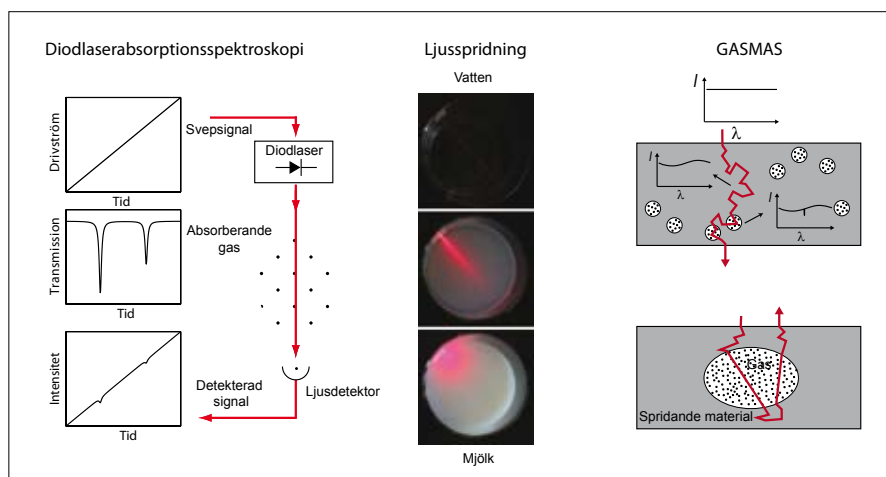
**DENNA AVHANDLING AVSER** absorptionsspektroskopi där absorptionen av ljus emitterat från diodlasrar studeras- diod-

laserabsorptionsspektroskopi. Laserljus är en ytterst lämplig ljuskälla för absorptionsspektroskopistudier då ljuset från en laser har alldeles specifika egenskaper. Särskilt intressant är diodlasern för absorptionsspektroskopi, då den är svepbar. Diodlasern består av ett halvledarmaterial som man skickar en ström igenom. Genom att ändra diodlaserns temperatur eller drivström så ändras den utsända våglängden – man kallar detta att diodlasern är svepbar i våglängd. Typiskt sveps våglängden över en absorptionslinje av den studerade gasen genom att strömmen till diodlasern snabbt rampas, se figur. Diodlasrar är kompakta små enheter, som är enkla att styra och reglera, vilket ytterligare bidragit till deras stora användning inom absorptionsspektroskopi.

**AVHANDLINGEN SYFTAR** syftar till utveckling av diodlaserspektroskopitekniken och ett särskilt fokus har varit att studera gaser inuti fasta prover som sprider och absorberar ljus kraftigt. Spridning innebär att ljusets utbredningsriktning ändras, jämför till exempel laserljus som

passerar genom ett glas med vatten (det går rakt igenom) och laserljus som går genom ett mjölkglas (det blir diffust), se figur. Möjligheten att mäta gas fastän den är lokaliserad inuti ett fast absorberande och spridande material är en relativt ny diodlaserspektroskopiteknik (har funnits i 10 år) och har givits namnet GASMAS – gas in scattering media absorption spectroscopy.

Den fundamentala skillnaden mellan GASMAS och traditionell diodlaserspektroskopi är att ljuset inte går rakt igenom provet och växelverkar med gasen, utan istället studsar runt inuti provet och växelverkar med gas när det stöter på denna, se figur. Den diffusa ljusutbredningen som spridningen orsakar leder till att vägsträckan genom gas är okänd och att endast mycket små mängder ljus kan detekteras. Klassiskt används vägsträckan för att bestämma koncentrationen på gasen genom Beer-Lamberts lag. Den okända gas-våglängden i GASMAS-fallet leder till en mer komplex koncentrationsanalys. För att detektera det spridda ljuset används en detektor med stor yta (25 - 400





mm<sup>2</sup>). Typiskt detekteras 1 nW - 1 μW då laserljus med effekten 0.5 - 1 mW sänds in i provet. Möjligheten att detektera absorptionen från gasen (typiskt absorberas 1 av 10 000 fotoner) fastän provet kraftigt absorberat och spritt ljuset beror på att gasen spektralt sett absorberar mycket skarpare än bulkmaterialiet. Till skillnad från fria molekyler – gas – upplever molekyler i flytande och fast fas störningar av närliggande molekyler vilket gör att deras absorption blir bredbandig.

**I DETTA AVHANDLINGSARBETE** har GASMAS-tekniken undersökts för medicinsk diagnostisering och livsmedelsförpackningsanalys. Gasmonitorering i människokroppen är begränsad till vävnadens transmission av ljus och tillgängliga absorptionslinjer. Vävnad absorberar ljus kraftigt, men i området från 600 nm till 1400 nm (det optiska vävnadsfönstret) är det möjligt för ljus att passera igenom. Inom detta optiska vävnadsfönster har syre, O<sub>2</sub>, och vattenånga, H<sub>2</sub>O, absorptionslinjer.

I detta avhandlingsarbete visas hur detektion av O<sub>2</sub> och H<sub>2</sub>O i mänskliga käk- och pann-bihålor samt gaskaviteter i mastoidbenet, med hjälp av icke-invasiv GASMAS-teknik ger kliniskt relevant information. Mastoidbenet, lokaliserat bakom örat, är en gasfylld benstruktur som kan bli igensatt vid sjukdom. Bihålorna som i ett friskt tillstånd är gasfyllda kaviteter som ventileras via näskaviteten blir i ett sjukligt tillstånd blockerade och igensatta. Inga enkla tillförlitliga diagnostiseringsmetoder finns vilket leder till överförskrivningar av antibiotika. GASMAS-teknikens icke-invasiva natur och enkla apparatur är ett intressant alternativ med stor klinisk användbarhet. Genom

att lysa laserljus genom kinden kan gas i bihålan mätas, se figur.

I en klinisk studie, där GASMAS-data och annan klinisk data (utvärdering av datortomografibilder) jämförts, har god korrelation visats. Genom att mäta absorptionen av H<sub>2</sub>O och O<sub>2</sub> kan både gasmängd och koncentrationen av O<sub>2</sub> bestämmas. Gasmängden anger hur igensatt bihålan är och O<sub>2</sub>-koncentrationen hur välventilerad denna är – två kliniskt relevanta parametrar.

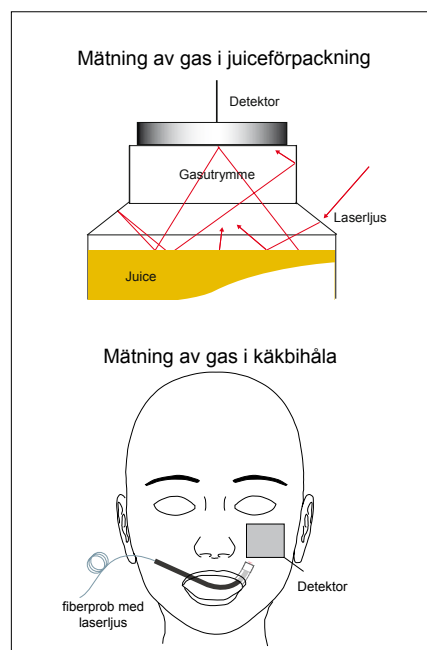
**VIDARE HAR GASMAS-TEKNIKEN** undersökts som möjlig metod för att monitorera gas i lungorna hos för tidigt födda barn – ett högst kritiskt fall som skulle nyttjas av en icke-invasiv teknik. GASMAS-mätningar har utförts på en realistisk modell bestående av lungvävnad från djur och gelatinfantomer (med absorption och spridning som vävnad), i realistiska dimensioner. Resulta-

ten visar att gasmonitorering av för tidigt födda barns lungor bör vara möjligt.

**ATT MÄTA GASEN I** livsmedelsförpackningar utan att punktera dem är en annan intressant applikation av GASMAS-tekniken. Behovet att mäta gas i förpackningar är stort då många livsmedel förpackas i en modifierad atmosfär, det vill säga O<sub>2</sub>-koncentrationen är reducerad. Med diodlaserspektroskopi är det möjligt att mäta gasen i en förpackning om det finns fri optiskt tillgång, det vill säga en passage där ljuset kan gå rakt igenom. GASMAS-tekniken expanderar användningsområdet till förpackningar där ljuset kan gå genom spridande förpackningsmaterial och livsmedel. Demonstration av tekniken har gjorts genom köttfärspaket och bröd paketerade i en modifierad atmosfär.

Ytterligare har studier av gas inuti mjölkpaket och olika syrgasinnehåll för juicepaket med olika hållbarhetsdatum utförts. Laserljuset får då passera igenom förpackningen och genom att analysera det ljus som kommer ut kan man bestämma gassammansättningen i förpackningen utan att ta håll på den, se figur. Resultaten visar att GASMAS-tekniken kan bestämma syrekoncentrationen i förslutna förpackningar.

**MÄRTA LEWANDER**



Märta Lewander doktorerar i atomfysik vid Lunds Tekniska Högskola. Hon försvarade sin avhandling "Laser Absorption Spectroscopy of Gas in Scattering Media" den 17 december 2010.

Hela avhandlingen finns att ladda ner på: [http://www.atomic.physics.lu.se/research/applied\\_molecular\\_spectroscopy\\_and\\_remote\\_sensing/phd\\_theses/](http://www.atomic.physics.lu.se/research/applied_molecular_spectroscopy_and_remote_sensing/phd_theses/)

# “Kunskap sitter även i händerna”

Din avhandling handlar om att mäta gas med hjälp av diodlasrar. Varför fastnade du för det ämnet?

– Jag lockades av dess tvärvetenskapliga inriktning. Projektet innehåller både ny teknik och intressanta applikationer. Dels inom sjukvården och i diagnosticeringsmiljöer och dels inom industrin och i förpackningstillverkningen.

Vad har varit största utmaningen under din doktorandtid?

– Det har varit väldigt mycket jobb om jag ska vara ärlig. Många projekt som ska göras samtidigt. Som forskare är det spännande att kunna påverka sitt jobb men det är också lätt att ta på sig för mycket och försöka göra mer än vad man fysiskt kan under de timmar man har.

Vad är du speciellt stolt över?

– Jag är mest stolt över att jag har lärt mig så mycket. Jag har pushat mig själv och



### MÄRTA LEWANDER

**Ålder:** 29 år

**Familj:** stor

**Bor:** i Lund

**Bakgrund:** lärarexamen inom matte och fysik och civilingenjör i teknisk fysik.

**Forskning:** mätning av gas i komplexa miljöer med hjälp av ljus från diodlasrar.

blivit pushad och utvecklats och investerat i mig själv.

Varför blev det fysik för dig?

– Jag har alltid tyckt att matte och fysik är

tilltalande och har haft viss läggning för det. Valet av fysik beror på att det har en ”hands-on”-kvalitet som jag gillar. Jag trivs med att jobba med händerna i labbet och anser att kunskap sitter både i huvudet och i händerna. Att bygga något i ett labb, testa, verifiera och pröva nya applikationer ger mig en väldig tillfredsställelse.

Vad har du för intressen utöver fysiken?

– Måla tavlor och sticka. Jag läser också mycket böcker och gillar att vara ute i naturen och att jogga.

Vad drömmer du om att göra i framtiden?

– Jag hoppas att jag har ett lika roligt jobb som jag har haft under de här fyra åren när jag har doktorerat, men att jag även har tid för annat. Min dröm är att kunna kombinera detta stimulerande jobb med en fritid.

ÅSA REHNSTRÖM

## TARGET YOUR RESEARCH WITH EPL

Sign up to receive the free EPL table of contents alert.

[www.epljournal.org/alerts](http://www.epljournal.org/alerts)

