

# NAPLAS – Nano Plasmoniske Sensorer til kemisk detektion

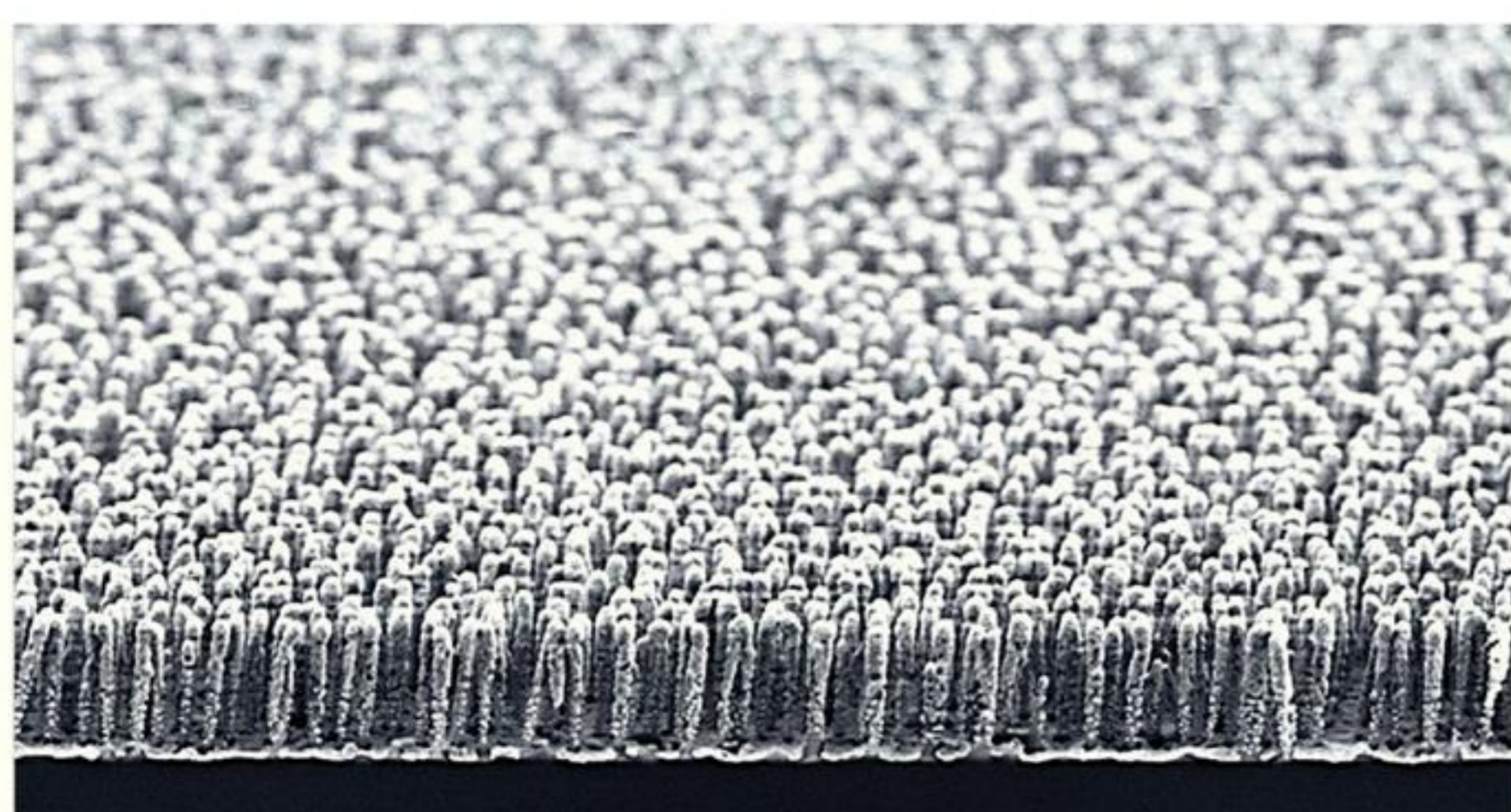
Nye nanostrukturerede overflader muliggør den praktiske udnyttelse af plasmoniske fænomener til kemisk spormængde-detektion ved brug af Raman-effekten.

Af Michael Stenbæk Schmidt, DTU Nanotech

I 1928 opdagede de indiske forskere C.V. Raman og K. S. Krishnan, at inelastisk spredning af lys kunne levere oplysninger om de molekylære bindinger lyset interagerede med. To år senere blev C.V. Raman hædret med Nobelprisen i fysik for denne opdagelse. Siden 1974, hvor de første forsøg viste, at man kunne forstærke Raman-effekten vha. strukturerede ædelmetaloverflader, er forskningen inden for overfladeforstærket Raman-spektroskopi (SERS – Surface Enhanced Raman Spectroscopy) gået fra at forstå de fysiske principper til nu at udnytte SERS som kemisk sensor uden for laboratoriet.

## En unik overflade

Ledet af professor Anja Boisen har man på DTU Nanotech udviklet en nanostruktureret overflade, der på unik vis kan forstærke Raman-effekten enormt effektivt, og derved muliggøre kemisk spormængde-detektion i relevante koncentrationer for diverse kemiske specier. Ud over den høje følsomhed er det unikke ved denne overflade, i modsætning til andre overflader med samme formål, at den er meget billig at fremstille og



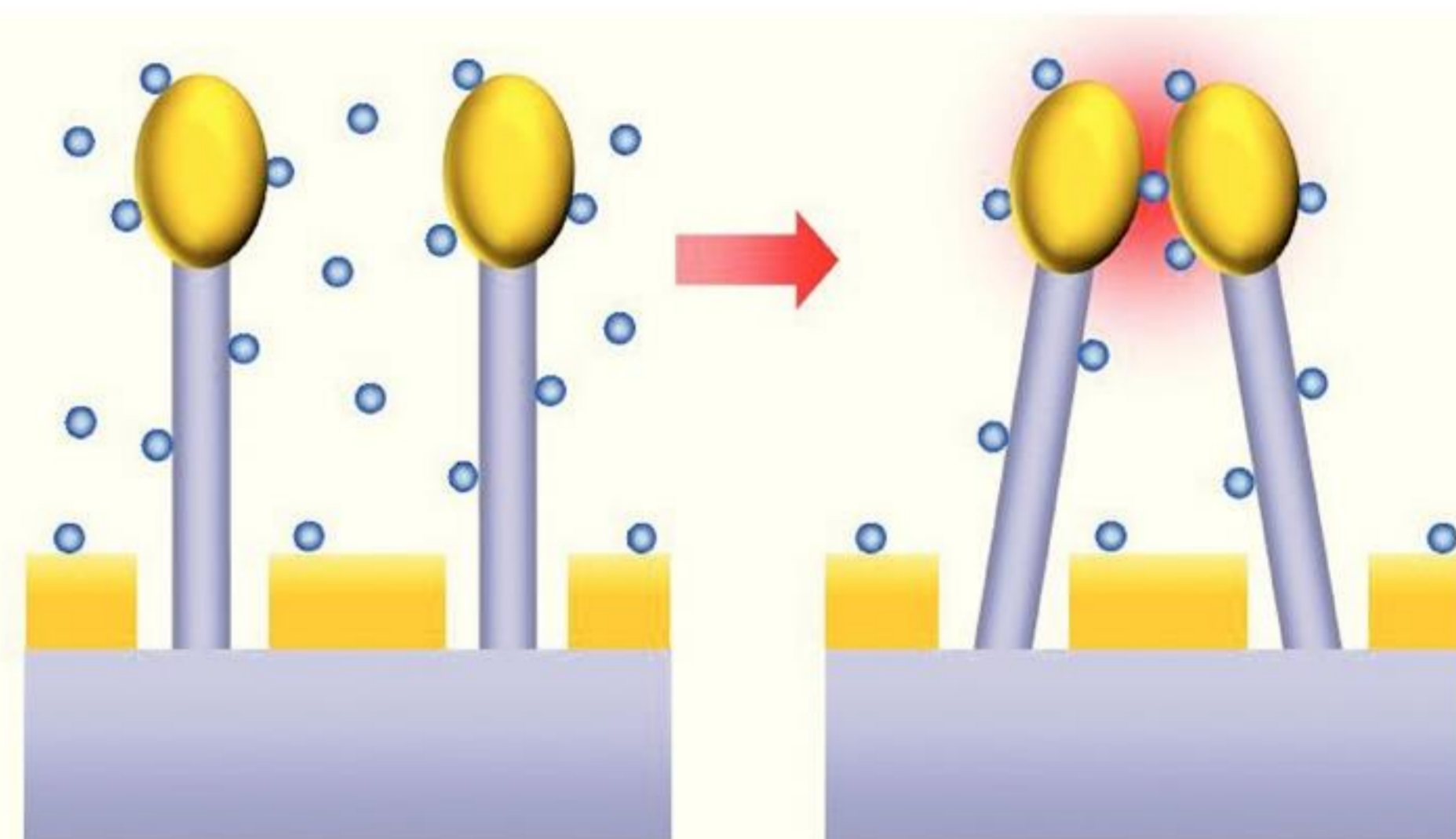
Figur 1. Den nanostrukturerede overflade består af millioner af silicium-nanosøjler, der er dækket med guld. Store uniforme arealer kan produceres rutinemæssigt.

derfor kan bruges som engangs "consumables" i enkeltanalyser. Overfladen består af millionvis af silicium-nanosøjler, der er dækket af et nanometertykt lag guld. Disse nanosøjler er meget fleksible og har derfor mulighed for at læne sig mod deres nærmeste naboer, når de bliver udsat for svage kræfter. Når man tilsætter sin analyt til væskefasen, vil nanosøjlerne læne sig mod hinanden, når væsken fordamper. Nogle af analytmolekylerne vil dermed blive "fanget" mellem søjlehovederne. Netop i mellemrummet imellem guldnanopartiklerne dannes der et meget stærkt elektromagnetisk felt kaldet "hot spot", hvor

Raman-effekten bliver enormt forstærket. Man kan også bruge samme teknik til detektion af stoffer i gasfasen. Efter man har udsat overfladen for analytgassen skal man blot påføre en dråbe væske og lade den indtørre for at skabe de nødvendige "hot spots". På den måde har man mulighed for at detektere meget lave koncentrationer af analytter.

## Udvikling af Raman-spektroskopi

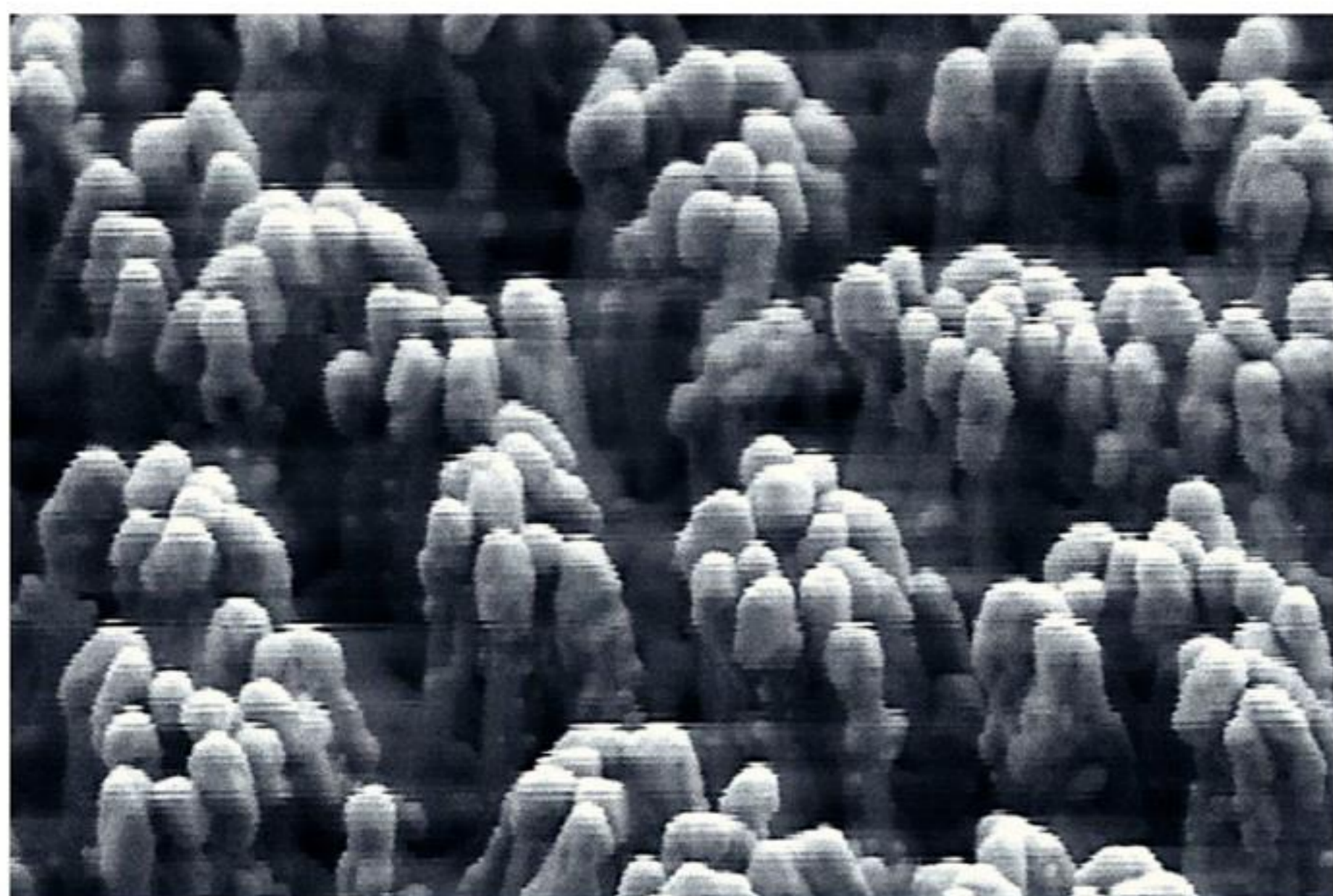
DTU Nanotech har i tre større projekter sammen med diverse samarbejdspartnere i ind- og udland udnyttet dette sensorprincip til at spore sprængstoffer, polyklorinerede biphenyler (PCB) i bygninger, hormoner i drikkevand, specifikke diagno-




Figur 2. Det unikke ved denne overflade er, at de fleksible silicium-nanosøjler kan læne sig mod de nærmeste naboer og danne stærke elektromagnetiske felter, der forstærker Raman-effekten enormt og muliggør spormængde-detektion af analytten, skulle denne være til stede i den såkaldte "hotspot".

stiske biomarkører i blod samt udåndingsluft i forbindelse med behandling af lungesygdommen cystisk fibrose. I forbindelse med biologiske målinger er udfordringen at få de specifikke markører til at binde til guldoverfladen. Der benyttes derfor en række funktionaliseringstrin inden selve Raman-målingerne finder sted.

Efterhånden som laser- og CCD-teknologien er blevet udviklet er Raman-spektroskopi blevet mere og mere udbredt. I takt med at flere slutbrugere har fået øjnene op for at bruge Raman-spektroskopi inden for deres respektive applikationsområder, er der kommet en øget aktivitet inden for instrumentudvikling. I kraft af dette er Raman-spektroskopi og især SERS blevet en mere gængs analysemetode, samtidig med at hardwaren er kommet ned i pris. I dag findes der adskillige fabrikanter af kommercielle Raman-spektrometre på markedet, og det er ikke længere udelukkende specialiserede forskningsgrupper, der gør brug af teknikken. Det forholder sig på samme måde

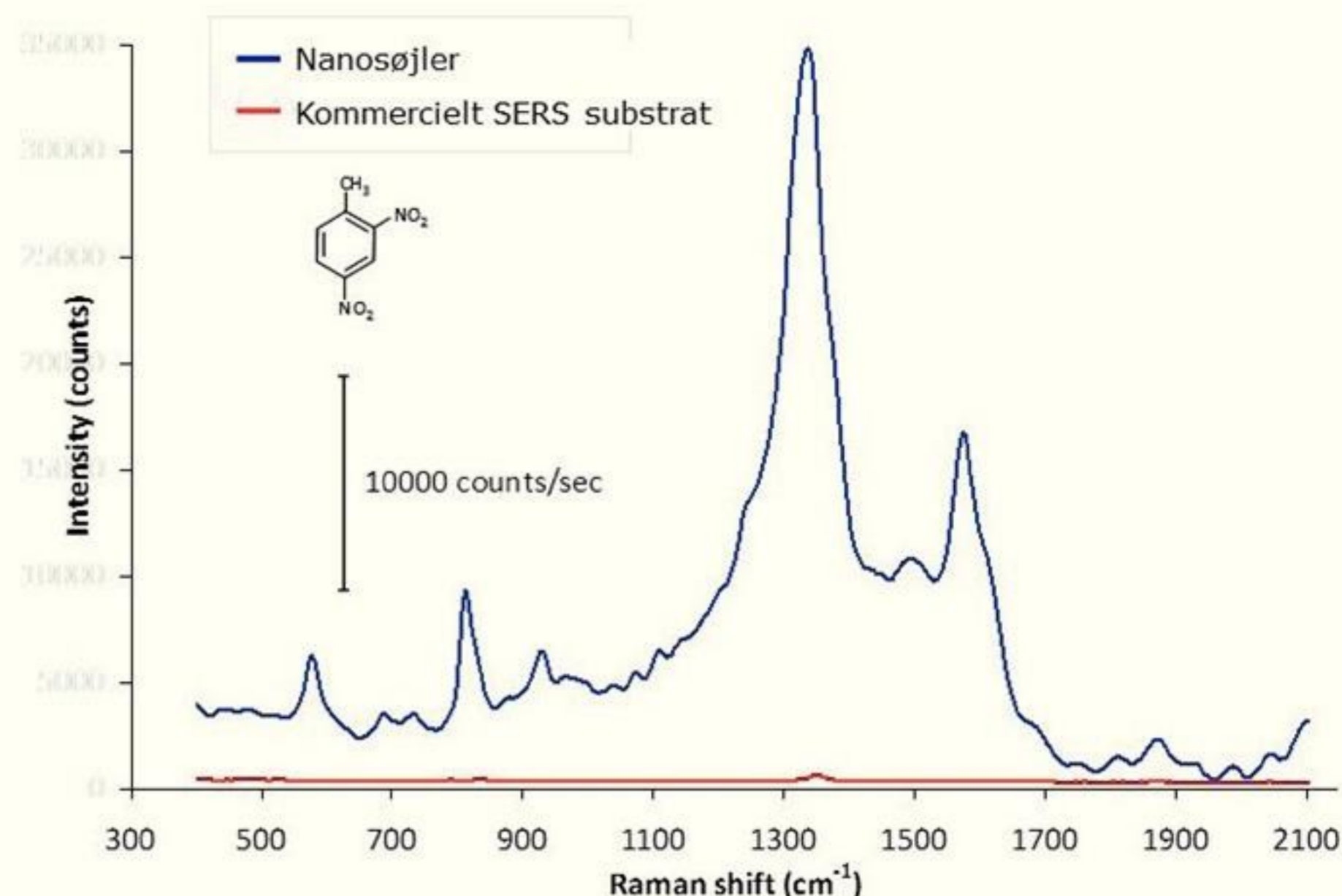


200 nm 

Figur 3. Hver søjle har lænet sig mod sin nabo og derved består overfladen af tusindvis af "hotspots".

med substrater, der forstærker Raman-effekten for at muliggøre spormængde-detektion. I dag bliver der brugt to kategorier af substrater: nanostrukturerede overflader og nanopartikler. Hver kategori har sine fordele og ulemper, men fælles for dem begge er, at de nu er tilgængelige på det kommercielle marked.

DTU Nanotech har også fostret et spin-out firma, der leverer guld- og sølvbelagte nanosøjler, der kan beskrives som en hybrid mellem de to kategorier af substrater ([www.silmeco.com](http://www.silmeco.com)).



Figur 4. Raman-spektra fra samme koncentration af 2,4-dinitrotoluen-gas fordampet på *to forskellige* SERS-substrater. Nanosøjlerne har et signal, der er 800 gange bedre end det gængse kommercielle tilgængelige.

Mere information om projekterne kan findes på: [www.dsf-muse.org](http://www.dsf-muse.org), [www.nanotech.dtu.dk/Research-mega/Projekter/Externally\\_Funded\\_Projects/NAPLAS](http://www.nanotech.dtu.dk/Research-mega/Projekter/Externally_Funded_Projects/NAPLAS) og [www.xsense.dk/](http://www.xsense.dk/)

E-mail  
Michael Stenbæk Schmidt: [Michael.Schmidt@nanotech.dtu.dk](mailto:Michael.Schmidt@nanotech.dtu.dk)



Messe München  
International

Connecting Global Competence

## Welcome to your success laboratory.

Instrumental Analysis | Laboratory Technology | Biotechnology | analytica Conference



Internationally leading in the Analysis, Laboratory and Biotechnology sectors.

- Meet international key players from science and research in five halls.
- Experience real laboratory worlds in three Live Labs on topics such as food analysis, plastics analysis, genetic and bio-analysis.
- Find out everything about occupational safety/health and safety in the workplace.
- Be at the analytica Conference when the scientific elite enters into a dialog.

Information and tickets:  
[www.analytica.de/en/tickets](http://www.analytica.de/en/tickets)

ExpoService ApS  
Tel. +45 6166 0098  
[info@exposervice.dk](mailto:info@exposervice.dk)

April 1–4, 2014  
Messe München

24th International Trade Fair for Laboratory Technology, Analysis, Biotechnology and analytica Conference



analytica