

The background of the entire page is a close-up, slightly blurred photograph of a circuit board. The board is covered in a grid of small, square components, likely microchips or capacitors. The lighting is dramatic, with a strong red glow emanating from the center, transitioning to yellow and green towards the edges. The perspective is from a low angle, looking down at the board, which creates a sense of depth and focus on the intricate details of the technology.

# En vigtig spiller i globalt tech-kapløb

B346A | Nyhedsbrev nr. 2 | November 2023  
Campus Service | Danmarks Tekniske Universitet

# Nanolab Phase 4: En vigtig spiller i globalt tech-kapløb

DTU's kommende renrum, Nanolab Phase 4, bliver en hjørnesten i danske tech-virksomheders udviklingsarbejde. Verdensledende NIL Technology er en af de virksomheder, der står på spring for at bruge det avancerede renrum. Ifølge direktør Theodor Nielsen betyder den nye facilitet, at virksomheden kan holde deres arbejde i Europa.

DTU planlægger lige nu detaljerne for et længe ventet nyt renrum til nanofabrikation. Renrummet, Nanolab Phase 4, udvider det eksisterende renrum og skaber et samlet, stærkt nanolaboratorium, der giver forskere, studerende og tech-virksomheder en højt specialiseret facilitet. Den nye facilitet giver Danmark en nøglerolle i udvikling af elektroniske nanokomponenter, som mikrochips og optiske linser - komponenter, vi er afhængige af i stort set alle elektroniske enheder og systemer.

## En afgørende facilitet i den digitale tidsalder

Nanoteknologi udvikler sig med en enorm hast og har kæmpe indflydelse på vores hverdag. Uden chips ville vores betalingssystemer, kommunikationskanaler, transportsystemer og



**Tre vinkler på det nye renrum.** Virksomheder kan bruge DTU Nanolabs kommende renrum Nanolab Phase 4 (B346A), som Campus Service skal opføre. I nyhedsbrevet møder du Anders Jørgensen (til venstre), der er vicedirektør for DTU Nanolab, Theodor Nielsen (nederst til højre), der er direktør i NILT og Troels Lysgaard-Hansen (øverst til højre), der er projektleder i Campus Service. Fotos: DTU/NILT

*”Hvis Danmark skal gribe de muligheder, som nanoteknologi giver, skal vi udvide vores renrum, så vi kan skabe de chips, f.eks. indenfor kvanteteknologi, biosensorer og optik, som verden har brug for”*

– Anders Jørgensen, vicedirektør, DTU Nanolab

sundhedssystem bryde sammen. De er i stigende grad en integreret del af vores hverdag og samfund. Vi er afhængige af de små komponenter, og de bliver hele tiden mindre, mere effektive og billigere.

”Hvis Danmark skal gribe de muligheder, som nanoteknologi giver, skal vi udvide vores renrum, så vi kan skabe de chips, f.eks. indenfor kvanteteknologi, biosensorer og optik, som verden har brug for. Med nanoteknologi kan vi sende mere information via fibernet, foretage hurtigere og bedre diagnosticering, gøre vindmøller mere effektive og i det hele taget bidrage til nye, mere bæredygtige teknologier. Alt det bliver vores nye renrum et springbræt til”, siger Anders Jørgensen, vicedirektør ved DTU Nanolab. På DTU Nanolab taler man ligefrem om, at chips er en af vor tids vigtigste ressourcer: Vores samfund kan ikke fungere uden. Derfor er det så enormt vigtigt for Danmark, at renrummet udvides.

## Nyt renrum holder førende virksomheder i Danmark

Nanolab Phase 4 bliver vigtig for danske og internationale virksomheder. Som fx NIL Technology (NILT), der udvikler avancerede optiske linser til bl.a. ansigtsgenkendelse i mobiltelefoner og sensorer i biler. De er en af de kommende brugere,



der lovpriser DTU's investering i den nye facilitet. Deres arbejde kræver mere plads og mere fleksible rammer. Når udvidelsen står klar, rykker de ind med maskiner, der kan fremstille mastere til produktion af komponenter til fremadstormende teknologier inden for 3D-sensing og eye-tracking i briller. Deres linser er konkurrencedygtige, fordi de er mere kompakte, præcise og billigere end de traditionelle kurvede linser.

"Vi har brug for mere plads, så vi kan bevare vores udvikling i Danmark. I DTU's nye renrum får vi, udover plads, præcis den sparring med forskere og studerende, som vi har brug for. Det er guld værd for os, og det supporterer en voksende industri med kompetencer", siger Theodor Nielsen, en af grundlæggerne af og direktør i NILT.

Firmaet, der siden de etablerede sig, har været en startup man holdt øje med, kom i 2023 på top-50 over europæiske tech-firmaer med størst vækstpotentiale. Ifølge Theodor Nielsen vil vi inden for meget nær fremtid se en udvikling, hvor Virtual

**"Med det nye renrum skaber DTU en tung vidensforankret arbejdsplads med den nødvendige teknologi og infrastruktur, veluddannede medarbejdere. Det er en styrke for vores konkurrenceevne og entreprenørskab at have sådan en facilitet på dansk jord."**

– Theodor Nielsen, Direktør, NILT

reality (VR) og Augmentet Reality (AR) vil vinde mere indpas. AR, hvor man integrerer digital information med den virkelige verden, kan for eksempel bruges som en sensor i en bilrude, der giver et alarmsignal, hvis føreren ikke har blikket på vejen. Eller teknologien kan bruges i undervisningssystemer, så man ikke behøver sende en person afsted, når der er medarbejdere, der skal oplæres. Det kan være effektivt på boreplatforme, i sundhedsvæsenet, hos produktionsvirksomheder mv.

Anders Jørgensen forventer sig også meget af mikset af brugere og den synergi, der vil opstå:

"De virksomheder, der arbejder her, får direkte kontakt til potentiel ny arbejdskraft. Her kan de møde de dygtige ingeniørstuderende, og de studerende kan se hvordan det, de lærer, er direkte anvendeligt i virksomhederne", siger han.

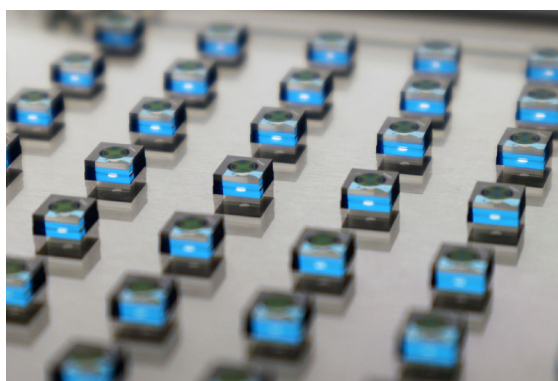
### **NIL Technology (NILT)**

NILT blev etableret af Theodor Nielsen og Brian Bilenberg, begge er civilingeniører fra DTU og var i gang med en Ph.d. på DTU, da de tog orlov og startede NILT.

De er specialiseret sig i at lave avancerede optiske linser, såkaldte metalinser, der er flade i stedet for kurvede. Deres primære fokus er på optiske linser til smartphone, Virtual Reality, Augmentet Reality og sensorer til biler.

Deres løsninger indgår bl.a. i ansigtsgodkendelse på mobiltelefoner. Optikken bygges via nanostrukturer og er flade linser, der er mere avancerede end de klassiske, kurvede linser. At linserne er flade betyder, at der kan produceres mere avancerede linsefunktioner end de kurvede, hvor flere linser lægges oven på hinanden. Teknikken betyder, at en avanceret flad optisk linse kan erstatte fire kurvede linser

Optiske linser bygget via nanostrukturer er kompakte, simple og temperaturstabile. En stabil temperatur er vigtig i telefoner, der skal virke selv i høj varme og ved sensorer i bilruder, der bliver varme af sollys. Markedet rummer også wearables, der måler puls, iltmætning i blodet og AR-displays, som NILT forventer vinder betydeligt frem de næste år.



**Optiske metalinser.** NILT fremstiller prototyper på optiske linser med electron beam lithography i renrummet på DTU. For at kunne holde arbejdet på dansk jord, har NILT brug for mere plads og fleksible rammer. Øverst ses de optiske metalinser, også kaldet Meta Optical Elements. Nederst kigger direktør for NILT, Theodor Nielsen nærmere på en enkelt metalinse. Fotos: NILT.



## **Chips - komponenterne vi ikke kan leve uden**

Chips er en eftertragtet lille byggesten, som indgår i stort set alle højteknologiske produkter. Lige fra de traditionelle digitale mikrochips i computere, mobiltelefoner og alverdens styringer til chips, lavet med de samme teknologier men med helt andre materialer end digitale chips. De er en uundværlig del i udviklingen og produktionen af fx sensorer, pumper, solceller, høreapparater og optiske linser til fx ansigtsgenkendelse i vores mobiltelefoner. De er også grundstenen i DNA-screening, drug discovery, kemiske analyser og i kvantecomputere. Chips laves ved nanofabrikation som kort sagt er teknologi, som vi allerede nu er afhængige af og hvor efterspørgslen er stigende.

Der er storpolitik i chips. EU arbejder for selv at kunne levere chips til europæiske virksomheder - for ikke at være afhængige af lande som Kina, Taiwan og Sydkorea, der er nogle af de store spillere globalt set. EU arbejder derfor på at udmønte, the European Chips Act, der bl.a. har som mål, at EU-landene skal øge deres markedsandel af alle former for chips, både digitale og de baseret på nye materialer.

Europa og Danmark kan blive en vigtig leverandør, der sikrer at EU kan forsyne egne virksomheder med de chips, der sikrer vores udvikling og sikkerhed. Det kræver de rigtige faciliteter - og dem er man ved at bygge på DTU.

Når NILT om få år indtager det nye renrum, er det for at lave mastere, som firmaet bruger til at producere avancerede optiske linser. Det er såkaldte metalinser, som vil blive brugt i alle former af sensorer, specielt i fremtidens telefoner og til produktion af AR-briller.

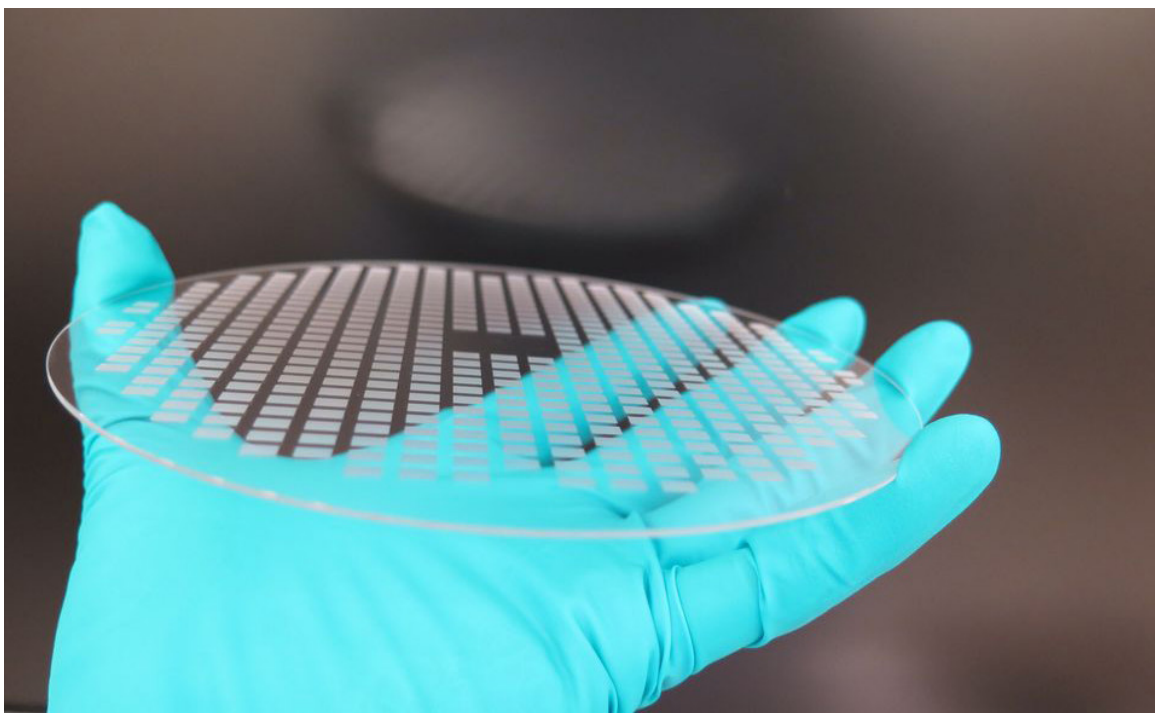
Theodor Nielsen understreger vigtigheden af DTU's langsigtede og ambitiøse strategi om at bygge og drifte et nyt renrum:

“Med den nye renrum skaber DTU en tung vidensforankret arbejdsplads med den nødvendige infrastruktur, veluddannede medarbejder og den nødvendige teknologi. Det er en styrke for vores konkurrenceevne og entreprenørskab at have sådan en facilitet på dansk jord. Det betyder, at vi holder vores udvikling i Danmark i stedet for at søge til Østen”.

### **Nyt Nanolab understøtter EU-ambition**

Ifølge Theodor Nilsen er det lige nu, Danmark skal investere i nanoteknologi og ikke mindst holde fast i investeringen. Kun på den måde mener han, at vi kan høste frugterne - nemlig at blive førende, hvad angår viden og teknologi inden for optiske linser og nanoteknologi. For det tager tid at lave deep-tech, der er karakteriseret af langvarig og udviklingstung investeringer i nye markeder. Men det er positivt, at arbejdspladserne bliver forankret der, hvor infrastrukturen er til stede, fremhæver han.

“Follow-up-investeringer er nødvendige for et felt som nanoteknologi, og derfor er den nye facilitet på



**Wafer.** De optiske elementer ses her på en såkaldt wafer, der er en tynd skive halvleder. Foto: NILT.

DTU vanvittig afgørende for, om vi kan lykkes med at holde et spirende marked på dansk og europæisk jord', siger Theodor Nielsen.

Det Europæiske Råd vedtog juli 2023 The European Chips Act, der skal sætte gang i den digitale innovation i EU og give Europa andel i forsyningskæden til de store tech-producenter – en andel der i dag kun udgør 10% af det globale mikrochip-marked. Målet er at få en markedsandel på 20 % inden 2030 og dermed gøre Europa mindre afhængig af USA og Asien – en udfordring, der blev særlig synlig under coronakrisen. Her måtte mange producenter sætte prisen op på telefoner, vaskemaskiner mv., fordi chips blev en mangelvare, da produktioner verden over blev lukket ned.

Nanolab Phase 4 forventes at blive et nationalt samlingspunkt for forskere, virksomheder og studerende, når det står klar.

## Sådan bygger man med mange bespænd

Hvordan bygger man så et ultrarent, stabilt og kontrolleret miljø til forskning og produktion inden for et højteknologisk felt, der udvikler sig hurtigt?

Troels Lysgaard-Hansen er projektleder på byggeriet hos DTU Campus Service (CAS) og har svarene. Og det er ikke en simpel proces. Det kræver stor præcision og grundighed i projekteringsfasen og involvering af brugerne, dvs. Nanolab selv, CAS Drift, de studerende og eksterne virksomheder som NILT.

## Super kontrolleret rum i travle omgivelser

Alene det faktum, at bygningen opføres på DTU Lyngby Campus i tilknytning til det eksisterende renrum, er krævende: Et tætbebygget område med daglig trafik, elevatorer, tunnelsystemer mv. – og hvor der bliver bygget en letbane som nærmeste nabo. Vibrationer og elektromagnetiske påvirkninger kan give udfordringer, når man arbejder med nanoteknologi, fordi selv de mindste forstyrrelser, vil kunne påvirke arbejdet i renrummet. De avancerede processer, den nye bygning skal danne ramme om, skal kunne fungere under alle de forhold.

“Når man skal udvikle og fabrikere elektroniske komponenter på nanoniveau, så kræver det, at vi bygger, så der ikke er nogen som helst vibrationer i renrummet”, forklarer Troels Lysgaard-Hansen.

For at understøtte den avancerede forskning og teknologi, som udvikles i DTU Nanolab, stilles der ekstreme krav til vibrationer, luftkvalitet, temperatur og luftfugtighed. Selv de mindste udsving i indeklimaet kan have indflydelse på resultatet af de processer, man udfører. Renrummet og de tilhørende tekniske anlæg skal derfor udføres med en omhyggelighed, som stiller store krav til projektering, planlægning og udførelse.

## En fysisk ramme for en fremtidig teknologi

Videnskab er under konstant forandring, og nanoteknologi er det i særdeleshed. For at sætte udviklingen i perspektiv siger eksperterne fra DTU Nanolab, at havde biler udviklet sig med lige så store fremskridt som digitale chips, så ville vi i dag kunne



**B346A opføres på Ørstedes Plads.** Nanolab Phase 4 bliver opført på Ørstedes Plads på DTU Lyngby Campus og kobles sammen med det eksisterende renrum, så der skabes en samlet facilitet. Foto: DTU



købe en bil til under 10 kr. Og den ville kunne køre 20 mio. km på en liter brændstof.

Så det kræver noget særligt at opføre et renrum - også af selve arbejdsprocessen. Projektet kan ikke tænkes som en optimeret maskine til en specifik proces eller produktion her og nu. I stedet skal vi, forklarer Troels Lysgaard-Hansen, se projektet som en fysisk ramme for aktiviteter, der vil udfolde sig over de næste 20 til 30 år. Det store og svære spørgsmål er, hvordan man gør det. For hvem ved, hvordan videnskaben vil udvikle sig?

Ifølge Troels Lysgaard-Hansen er teamet i CAS Bygherre hele tiden opmærksomme på at stille spørgsmål til brugerne på en måde, der ikke begrænser, men åbner for nye tanker og giver indsigt i, hvilke større mål og muligheder som man kan nå med faciliteten og designet af den.

“En vigtig opgave for os i CAS har været at træffe beslutninger, som ikke begrænser. Vi skal dimensionere arealer, anlæg og føringsveje til en teknologisk fremtid, som vi ikke nødvendigvis kan definere i dag”, fortæller Troels Lysgaard-Hansen, der understreger, at CAS hele tiden skal være nysgerrig på teknologien og have respekt for brugernes faglighed og erfaringer. En grundig dialog er både afgørende for, at faciliteten bliver brugbar - men også for økonomien. Det skal hele tiden være tydeligt, hvornår der træffes beslutninger, som får betydning for slutresultatet - og beslutningerne skal kommunikeres og afstemmes med brugerne.

“Nanolab Phase 4 er ikke bare endnu et laboratorium. Det er et helt specielt miljø til lige netop til de forskere, studerende og virksomheder, der arbejder med nanoteknologi. Derfor gør vi meget ud af dialogen undervejs. På den måde får DTU et helt specielt og attraktivt renrum”, siger Troels Lysgaard-Hansen.

### **Spontane møder mellem forskere, studerende og virksomheder**

I renrummet, skal virksomheder kunne leje sig ind og forme faciliteten efter netop deres ønsker og behov. I nogle sammenhænge kan der være behov for at printe nanostrukturer i glas, i andre setups skal der måske printes i silicium. En dag skal der ætzes - en anden dag ikke. Bygningen designes, så man hurtigt kan tilpasse den brugernes krav. Inputtene har CAS fået fra brugerrepræsentanter. De har også udtryk ønsker om mere fleksible fællesområder. Derfor er der lagt stor vægt på at skabe et inspirerende miljø:

**“Nanolab Phase 4 er ikke bare endnu et laboratorium. Det er et helt specielt miljø til lige netop til de forskere, studerende og virksomheder, der arbejder med nanoteknologi. Derfor gør vi meget ud af dialogen undervejs. På den måde får DTU et helt specielt og attraktivt renrum”**

– Troels Lysgaard-Hansen, projektleder, CAS

“Vi bygger en facilitet med fællesområder, hvor man kan videndele spontant. Et sted der lægger op til en åben kultur. Altså, hvor man kan finde egnet plads til at lære af hinanden, når man mødes under et besøg i renrummet. Vi laver åbne trapperum, cafeområder og steder, hvor man kan slå sig ned og tale sammen”, siger Troels Lysgaard-Hansen og forklarer at bygningen samtidig skal være inspirerende i sig selv og have løbende udstillinger, der formidler nanoteknologien.

Renrummet skal være en fleksibel forskningsfacilitet, som understøtter behov for alle slags brugere lige fra grundforskning til småskalaproduktion.

### **State-of-the-art: Så bæredygtigt som et renrum kan være**

DTU har fokus på at nedbringe energiforbruget og de langsigtede driftsomkostninger i alt byggeri. Det nye renrum er krævende - alene luften i de rene rum bliver recirkuleret flere hundrede gange i timen. Alligevel bliver bygningen et eksempel på, hvordan man bygger så bæredygtigt som overhovedet muligt inden for denne type facilitet.

“Vi har fokus på en væsentlig nedbringelse af procesenergien og mængden af forbrugsstoffer, altså kemikalier, vand og gas mv. Og vi gør alt, hvad der er muligt for at genbruge energien i bygningen. Vi vil gerne vise, hvordan man kan lave den her type facilitet så bæredygtig som muligt”, siger Troels Lysgaard-Hansen.

Med den nye facilitet udvider DTU det, der allerede er Danmarks største halvlederrenrum. Bygningen forventes at stå klar ultimo 2026 på Ørsteds Plads på DTU's Lyngby Campus.



**Renrum i B346.** Et kig ind i DTU's eksisterende renrum, der nu bliver udvidet med Nanolab Phase 4. Foto: DTU

### Hvad er et renrum?

Der er forskellige typer af renrum. Fælles for dem er, at særligt partikelmængden styres. I halvlederrenrum (som Nanolab Phase 4) er der overtryk i laboratoriet, som sikrer, at partikler udefra holdes væk fra laboratoriet, mens der i renrum til den farmaceutiske industri typisk holdes et undertryk i renrummet for at forhindre forurening af omgivelserne.

Et ballroom, som bliver Nanolab Phase 4's primære renrum, er et stort, åbent og fleksibelt renrum med en underliggende dyb kælder (subfab), og et åbent plenum. Renrummet bliver udført i ISO klasse 4-6 som fleksibelt laboratorium, hvor forsyning af ventilation, gasser, trykluft, ultrarent vand mv. er forberedt til forskellige maskiner og udstyr. Det nye renrum indeholder fra starten rum, der er ISO 4-klassificerede. ISO 4 betyder, at luften i rummet bevæger sig regelmæssigt og bliver recirkuleret flere hundrede gange i timen. Dette høje luftskifte kræves, når man arbejder på nanoniveau da det er passagen af partikelfri luft, der holder faciliteten ren.

### Hvad er en halvleder, en leder og en isolator?

Materialer opfører sig forskelligt, når de bliver udsat for elektrisk spænding. Nogle materialer lader let en strøm passere. Den slags materialer kaldes ledere. Dem kender vi i hverdagen, som det kobber, der er inde i mange elektriske ledninger.

Andre materialer lader ingen strøm igennem. De kaldes isolatorer. Dem kender vi fra den normale elektriske ledning, som den plastik-kappe, der sørger for, at vi sikkert kan røre ved ledninger, og at lederne indeni ikke kortsletter.

Der er også en særlig gruppe materialer, som har dele af de egenskaber, som ledere og isolatorer har. I de materialer kan man styre måden, de opfører sig på, ved at tilføje specifik forurening eller ved hjælp af anden fysisk/kemisk påvirkning udefra. Denne type materialer kaldes halvledere. Den mest kendte af dem er silicium, som har været anvendt indenfor halvlederteknologien i 70 år.

Siliciumteknologi er den altdominerende platform for digitale chips i verden.

## Kontaktoplysninger

### **DTU Nanolab**

Jörg Hübner

Direktør, DTU Nanolab

Mail [jhub@dtu.dk](mailto:jhub@dtu.dk)

Telefon +45 22785157

Anders Michael Jørgensen

Vicedirektør, DTU Nanolab

Mail [ajoe@dtu.dk](mailto:ajoe@dtu.dk)

Telefon +4523372131

### **Campus Service**

Troels Lysgaard-Hansen

Projektleder, Campus Service

Mail [tlyha@dtu.dk](mailto:tlyha@dtu.dk)

Telefon +4540604714

Elsebeth Hauerslev Kjærgaard

Projektleder, Campus Service

Mail [elhak@dtu.dk](mailto:elhak@dtu.dk)

Telefon +4529238735