

Technical University of Denmark



## Tre tigerspring for materialeforskningen

**Willendrup, Peter Kjær; Jørgensen, Mads Ry Vogel; Lefmann, Kim; Haldrup, Kristoffer**

*Published in:*  
Aktuel Naturvidenskab

*Publication date:*  
2015

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Willendrup, P. K., Jørgensen, M. R. V., Lefmann, K., & Haldrup, K. (2015). Tre tigerspring for materialeforskningen. *Aktuel Naturvidenskab*, (1), 8-13.

## DTU Library

Technical Information Center of Denmark

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Tre tigerspring for materialeforskningen

Materialeforskningens CERN. Sådan kan man beskrive de store nye forskningsfaciliteter, der for tiden er ved at blive bygget i hhv. Lund i Sverige og Hamborg i Tyskland.

## Forfattere



Peter Kjær Willendrup  
Senior Forskningsingeniør,  
Institut for Fysik, DTU  
pkwi@fysik.dtu.dk



Mads Ry Vogel Jørgensen  
postdoc,  
iNANO-Kemi,  
Aarhus Universitet  
mads@inano.au.dk



Kim Lefmann, lektor,  
Niels Bohr Institutet,  
Københavns Universitet  
lefmann@nbi.ku.dk



Kristoffer Haldrup,  
seniorforsker  
Institut for Fysik, DTU  
hald@fysik.dtu.dk

I denne og næste udgave af *Aktuel Naturvidenskab* er danske forskere inden for materialevidenskab i bred forstand gået sammen for at skrive en serie artikler, som illustrerer de nye muligheder, der åbner sig for dansk materialeforskning i den nære fremtid. Helt nye faciliteter er ved at blive bygget i Lund og Hamborg – i kort afstand fra og dermed let tilgængelige for alle de danske forskningsmiljøer. Nærmere bestemt er der tale om neutronkilden European Spallation Source (ESS), der opføres af et stort europæisk konsortium med svensk-dansk værtskab, den europæiske fri-elektron røntgen-laser, European X-ray Free Electron Laser (E-XFEL), der opføres med tysk værtskab, samt den svenske MAX IV synkrotron-røntgenkilde. De tre faciliteter kommer til sammen til at udgøre en slags “materialeforskningens CERN”, hvor nærmest alle typer af materialer kan undersøges ved hjælp af en række højt specialiserede instrumenter. Ved at studere og udvikle nye materiale typer er det håbet, at forskningen kan hjælpe til med at løse en lang række af samfundets problemer indenfor fx miljø- og klima, energi, transport, medicin og sundhed.

Nærværende artikel beskriver de tre faciliteter, hvordan de tre faciliteter komplementerer hinanden samt hvilke instrumenter ved faciliteterne, der har særlig dansk interesse.

## Røntgen og neutroner

Fælles for alle de eksperimentelle teknikker, der beskrives i dette tema, er, at de undersøger vekselvirkningen mellem en røntgen- eller neutronstråle og en materialeprøve.

Som beskrevet i kvantemekanikken kan energi (lys) opføre sig som enten bølger eller partikler. På samme måde kan partikler opføre sig som enten bølger eller partikler. Det viser sig, at neutroner,

der er kommet i termisk ligevægt med et materiale ved stuetemperatur, har en bølgelængde på 0,1 - 1 nm, altså tæt på afstandene mellem atomerne og lidt længere end bølgelængden af røntgenstråling. Derfor kan man “se” atomer med både røntgen- og neutronstråling. Men neutronerne ser mere end bare atomerne: De vekselvirker også med magnetisme i materialerne og med de vibrationer, som atomerne i materialerne laver.

Det er særligt for neutronen, at den ikke har nogen ladning og derfor kun vekselvirker svagt med de fleste materialer. Det gør, at man kan se ind i meget store prøver eller sende strålingen gennem tykke vægge på fx køleenheder eller magneter, hvis man vil undersøge prøven under specielle fysiske forhold. Der er eksempler på eksperimenter, hvor en hel motorblok fra en lastbil er blevet undersøgt.

En anden særlig egenskab for neutronen er, at den kan optage energi fra eller afgive energi til det materiale, den vekselvirker med. Energien bliver omsat til/fra vibrationer i materialet. Det kan udnyttes til at undersøge, hvordan vibrationerne har indflydelse på et materiales egenskaber.

Når man lyser på en prøve med neutronstråling spredes strålerne ved vekselvirkning med atomkerne, og denne spredning skaber et unikt mønster af stråling på grund af interferens mellem stråler spredt fra de enkelte atomer. Når man studerer sammenhængen mellem den stråling, der sendes ind mod prøven og den stråling, der udsendes fra prøven, kan man med forskellige metoder både måle strukturer i materialet og dynamiske fænomener.

Neutroner fornemmer atomer meget anderledes end røntgenstråling. Hvor neutroner vekselvirker med atomkernen, vekselvirker røntgen med elektronerne,