

Teaching workshop, 5/2-2021

# **MSc physics**

## **Revision of curriculum (studieplan) from 2022**

The background – a brief overview

Who will work on this - and how can you contribute

Visions and initial thoughts

**Christine S. Hvidberg, head of studies MSc physics**

# New MSc curriculum from 2022:

*In the planning for some time:*

**Purpose: 1) Recurrent update of the curriculum**

**2) Address points from the faculty, with attention on courses with few students**

**Points from the annual MSc physics review (Uddannelsesredegørelse):**

**Statistical parameters:**

- fraction of international students (54%) – *we need to attract more DK students*
- Unemployment rates 4-7 quarter (6.5%) – *higher than MATH (2%)/DIKU (1%)*
- Reduce dropout (13%) and completion time (2.26) – *perhaps related to the thesis*

**Further points to be addressed MSc physics:**

- More clear specializations and competence profiles – *clear and visible study tracks*
- Adjust the course curriculum for MSc Physics – *reduce # small courses*
- Education of high-school teachers with major/minor – *no physics students with minor*
- Collaborations with industry/authorities – *make career paths more visible*

**General points of special focus:**

- Career readiness - *make the career paths visible*
- Digitalization – *improve digital and computational skills*
- Innovation and entrepreneurship – *make opportunities more visible*
- Sustainability – *general focus of the faculty*

# New MSc curriculum from 2022:

## A committee is being formed to work on this task:

- Christine Hvidberg (NBI) Head of studies MSc (chairman)
- Stefania Xella (NBI) VILU
- Jørgen Beck (NBI) Head of studies BSc
- Sebastian Horst (IND) IND's representative
- Kim Lefmann (NBI) SN's representative
- Jes Jørgensen (NBI) SN's representative
- Tobias Røhling (NBI) Student and member of SN
- Jonathan Gammeltoft (NBI) Student and member of SN
- Kimi Kreilgaard (NBI) Student and member of SN
- Stine Stenfatt West (NBI) Teaching office

## This committee will be assisted by the academic coordinators:

- Oleg Ruchayskiy (quantum physics)
- Mark Rudner (quantum physics)
- Jørgen Peder Steffensen (geophysics)
- Ala Trusina (biophysics)
- Troels Petersen (computational physics)
- Darach Watson (astrophysics)

*The academic coordinators lead the input to this work within their field*

**The NBI teaching committee** will review the proposals.

# **New MSc curriculum from 2022:**

## **VISIONS**

1. The focus will be on the students - providing a relevant education with good career options.
2. The current specializations will be kept.
3. An overall structure with 15 ECTS electives, and 60 ECTS thesis.
4. Increase focus on digital/computational skills for all specializations
5. Clear and visible career paths in all specializations.

**Timeplan: An updated MSc curriculum is ready 1/7-2021 and implemented from 2022.**

# Specializations NOW:

7 specializations: -and study tracks, in total 13!!

## Astrophysics

## Biophysics

## Earth and Climate physics (from 2021)

- Climate dynamics
- Geophysical data and simulations

## Quantum physics

- Condensed matter experiments
- Condensed matter theory
- High-energy theory and cosmology
- High-energy physics
- Quantum optics

## Computational physics

## Physics

- Complex physics

## High-school profile (MSc physics w/minor)

## First task:

Improve digitalization/computational skills for all students in all specializations

Develop more clear competence profiles

- General profile
- For each specialization

Increase visibility of:

- International research opportunities (e.g. Structural biophysics and material physics at MAX IV/ESS/,....)
- Complexity physics
- .....

Arrange the first meeting in weeks 5-6 ✓

# MSc in Physics – Structure of the program – 120 ECTS specializations

Overview – structure of 1-year MSc courses (current)

Year 1			
Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4
Mandatory	Mandatory/ RestrElect	RestrElect	RestrElect
RestrElect	RestrElect	Elective	Elective

Overview – mandatory courses (current)

Specialization	Blok1	Blok2
<b>Astrophysics</b>	Theoretical Astrophysics	Experimental Astrophysics
<b>Biophysics</b>	Biophysics of cells and single molecules	Dynamical Models in Molecular Biology
<b>Computational physics</b>	Scientific computing	Inverse problems
<b>Earth and Climate Physics</b>	Earth and Climate physics	Inverse problems
<b>Quantum physics</b>	Advanced Quantum physics	
<b>Physics</b>	Complex physics	

# MSc in Physics – Structure of the program – 120 ECTS specializations

Overview – structure of 2-year MSc thesis

Year 2			
Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4
Thesis	Thesis	Thesis	Thesis
Thesis	Thesis	Thesis	Thesis

## Some initial thoughts:

### Thesis options:

- What do we do about the 45 ECTS thesis option?
- Anything we could do to help organize (finish in time)? (e.g. split into two parts)

### Extra-curricular activities to make career and thesis options more visible?

- e.g. annual student symposia across fields at NBI:
- E.g. thematic: Theory, Experiments, Datascience, Science for society

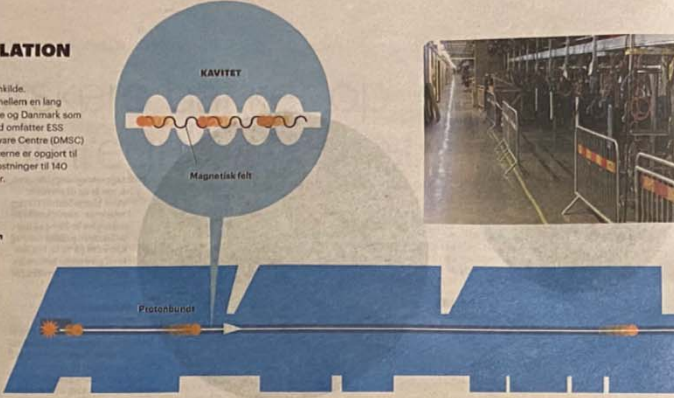
# NBI is leading international research facilities (ESS, CERN, EGRIP, VLT....)

## - These opportunities must be visible in the MSc physics curriculum

### EUROPEAN SPALLATION SOURCE (ESS)

ESS bliver verdens kraftigste neutronkilde. Den bygges i Lund i et samarbejde mellem en lang række europæiske lande med Sverige og Danmark som værtslande. Ud over faciliteten i Lund omfatter ESS også et Data Management and Software Centre (DMS/C) i København. Etableringsomkostningerne er opgjort til 1,8 mia. euro, og de årlige driftsomkostninger til 140 mio. euro – begge beløb i 2013-priser.

**FAKTA**  
Længde fra ionkilde til target: 602,5 m  
Længde af accelerator: 537 m  
Materialeforbrug  
Beton: 80.000 kubikmeter  
Armeringsstål: 6.000 ton  
Rør: 40 km  
Kabler: 2.000 km  
Totalt rumfang: 400.000 kubikmeter



**IONKILDE**  
Frie protoner dannes i ionkilden ved opvarmning af hydrogen, så elektroner løsnes. De udsendes i 14 gange i sekundet i pulser af en varighed på 2,86 ns.

**ACCELERATION**  
Protoner tillæns energi fra elektromagnetiske felter, der accelererer dem til en energi på 2 GeV, hvor de har en hastighed på 96 pct. af lysets. Første del af accelerationen er til 90 MeV foregår ved stættetorner-tur. Den sidste del i superledende kvartover aflejet til 2 K med flydende helium. Der ldt 155 kvatover og 353 magneter i acceleratoren.

### MATERIALEFORSKNING NEUTRONER ER NØGLEN TIL NYE MAGNETISKE MATERIALER

## Tre fyrtårne skal lede til nyt svensk neutronstrålningsanlæg

Med nye samarbejder gør danske forskere sig klar til at få mest spaltning ud af European Spallation Source, der med dansk støtte bygges i Skåne.

af Jens Ramkvog  
ramkvog.dk

Lund i Skåne skridter arbejdet med at bygge verdens kraftigste neutronkilde hastigt frem. Med store bygninger og enorme konstruktioner bliver European Spallation Source (ESS) et meget synligt anlæg i landskabet, som man ikke burde have problemer med at finde her til.

Alligevel er der nu rejst forsløbet tre 'fyrtårne', der skal føre danske universiteter og virksomheder til ESS, som er den officielle betegnelse, har allerede været i gang et års tid. De fokuserer på anvendelser inden for henholdsvis funktionelle materialer bl.a. til karulyse og inden for bilde materialer, hvad enten det er metaller eller glas.

Det tredje, som har fokus på materialer til kvanteteknologi og magneter, blev officielt startet lige før jul.

**Indsigt i nye materialer**  
Neutronstråling er som røntgenstråling velegnet til at bestemme den atomare opbygning af nye materialer og molekyler.

begge strålingsformer er af interesse for såvel forskning i nye højteknologiske materialer som i nye lægemidler, foruden at strålingen kan bruges til at studere arkæologiske fund og dermed give os ny viden om handel og migration i forhistorisk tid.

I visse situationer er neutronstråling at foretrække, i andre er røntgenstråling bedre. I Lund i Skåne vil man kunne foretage begge former for undersøgelser. ESS er nemlig nået til MAX IV, der er en topmoderne røntgenstrålningsfacilitet.

Danske forskere er kraftigt involveret i dem begge. Ved MAX IV er en dansk missioner eller såkaldt beamline, DANMAX, netop gjort færdig, som vi omtalte i Ingeniøren i september 2020.

Op de danske forskere bliver ikke kun involveret i ESS som brugere. De vil også i spidsen for design og

konstruktion af to instrumenter kaldet Heimdall og Bifrost. Det er ikke overraskende, for dansk forskning har gennem mange år haft en stærk position inden for neutronstråling. Det skyldes ikke mindst, at Danmark havde en af Europas bedste neutronkilder i form af den største forskningsreaktor på Risø, DR3, indtil reaktoren blev permanent lukket i 2000.

I reaktoren blev neutronstrålingen dannet i forbindelse med fission af uran. European Spallation Source er, som navnet siger, en spaltationskilde. En sådan fungerer i princippet som en stor hammer, hvor man slår røntgenstråling mod et tungt tungt atomkerner – i dette tilfælde wolfram – i småstykker ved at belyse dem med intens protonstråling. Foruden lettere atomkerner udsendes også frie neutroner, som kan bruges til materialestudier.

ESS skal efter planen stå færdigt i 2023, hvorefter anlægget skal gennemføres.

**66**  
Vi har langfra forstået det hele, der er noget, vi helt mangler.

**KIM LEFMANN**  
Lector af Q-MAT Fyrtårnet ved ESS og lektor ved Niels Bohr Institutet

nemtest og indkøres, for almindelige brugere forventes at få adgang i 2025.

**Kvantematerialer**  
Q-MAT Fyrtårnet skal samle forskere, der studerer magnetisme og kvantematerialer. Det ledes af lektor Kim Lefmann fra Niels Bohr Institutet på Københavns Universitet.

Den danske universiteter med teknisk og kvantemateriale forskning. Q-MAT er den danske top Rønnov fra École fédérale de Lausanne Schweiz endnu i danske forskningsmiljøer. Q-MAT Fyrtårnet skal samle forskere, der studerer magnetisme og kvantematerialer. Det ledes af lektor Kim Lefmann fra Niels Bohr Institutet på Københavns Universitet.

Overordnet sagt og udvikling inden kan føre til nye perspektiver til f.eks. energi funktionselle materialer, kvantematerialer og kvantecomputere.

Vi har langfra forstået det hele, der er noget, vi helt mangler.

Kvanteforskere kommer primært til at benytte Bifrost-instrumentet, som designes af en gruppe anført af Rasmus Toft-Petersen fra DTU Fysik. Konceptet til Bifrost er oprindeligt udviklet af Kim Lefmann og Henrik Rønnow. Det er baseret på et helt nyt koncept til at detektore den energi, neutronerne har efter spredning af prøven.

Instrumentet, som teknisk kaldes Continuous Angle Neutron Scattering or Analysis (CAMEA), er allerede i gang med at blive bygget.

Den danske universiteter med teknisk og kvantemateriale forskning. Q-MAT er den danske top Rønnov fra École fédérale de Lausanne Schweiz endnu i danske forskningsmiljøer. Q-MAT Fyrtårnet skal samle forskere, der studerer magnetisme og kvantematerialer. Det ledes af lektor Kim Lefmann fra Niels Bohr Institutet på Københavns Universitet.

Vi har langfra forstået det hele, der er noget, vi helt mangler.

Gennem en 500 meter lang accelerator bringes protonerne til en energi på 2 gigaelektronvolt og en hastighed på 96 pct. af lysets.

**TARGET-STATIONEN**  
De energirige protoner rammer en roterende wolfram-skive. Det vil skubbe neutroner af wolfram-atomkernerne, som udsendes gennem 42 porte i forskellige retninger. Alle åtte porte vil være i brug fra begyndelsen. Der genereres 10<sup>17</sup> neutroner pr. sekund med en hastighed på ca. 10 pct. af lysets.

**EKSPERIMENTER**  
ESS vil have instrumenter placeret i tre forskellige huller – nogle er tæt på neutronkilden, andre længere borte. Instrumenterne i hal 3, hvor de dansk designede instrumenter Heimdall og Bifrost placeres, befinder sig ca. 160 m fra neutronkilden.

### BIO-SCIENCE SMÅ NEUTRONER FYLDER MEGET I LANDSKABET

## ESS går under jorden og skyder i højden

Den 500 meter lange protonaccelerator er gemt af vejen under et græsdekket, og tre ton wolfram udgør hjertet i target-bygningen.

af Jens Ramkvog  
ramkvog.dk

Den svenske neutron MAX IV langs med jorden.

rende skive med tre ton wolfram, som skal rammes af protoner fra acceleratoren og levere neutronstråling, når de energirige protoner så at sige skubber neutroner ud af wolfram-atomkernerne.

Inspireret af den roterende wolfram-skive har Benting Larsen, Architects og ingeniører med Buro Happold designet et enormt ellipsoide tag formgivet som en fugle- eller møntform med en længde på 150 x 200 meter og en bredde på 10 meter.

adgangsvæjene inde på byggepladsen skifter konstant. Efter en lille omvej finder dog vi frem til den enorme hal, som er helt tom. Instrumenterne i denne hal vil befinde ca. 160 meter fra wolfram-skiven. Det gør det muligt at nedbremse neutroner fra en hastighed på 10 pct. af lysets hastighed.

Det bliver her, at forskere og udviklere vil komme med deres prøver, som de sammen med de faste medelevere ved ESS vil bestemme den hastighed eller molekylære opbygning af prøven.

linet – og lidt rodet. Der er om det mest sikkert hen til lange acceleratorkanal, som er gemt i etager. Der er ind i den ende, som ligger på den øverste etage ned til 500 meter lange gange med strøm, enorme kølesystemer pakketede installationer med bølgeledere. De skal tilføre til protonerne, som løber i et sæt i etagen nedenunder.

Vi begyver os ben i retning af target-bygningen, men forlader acceleratorens nederste etage ca. midtvejs og går op ad trappen, så vi kan komme ud på den blæsende byggeplads igen og på den anden side af bygningen, der omgiver byggepladsen.

Ingeniøren 22/1-2021



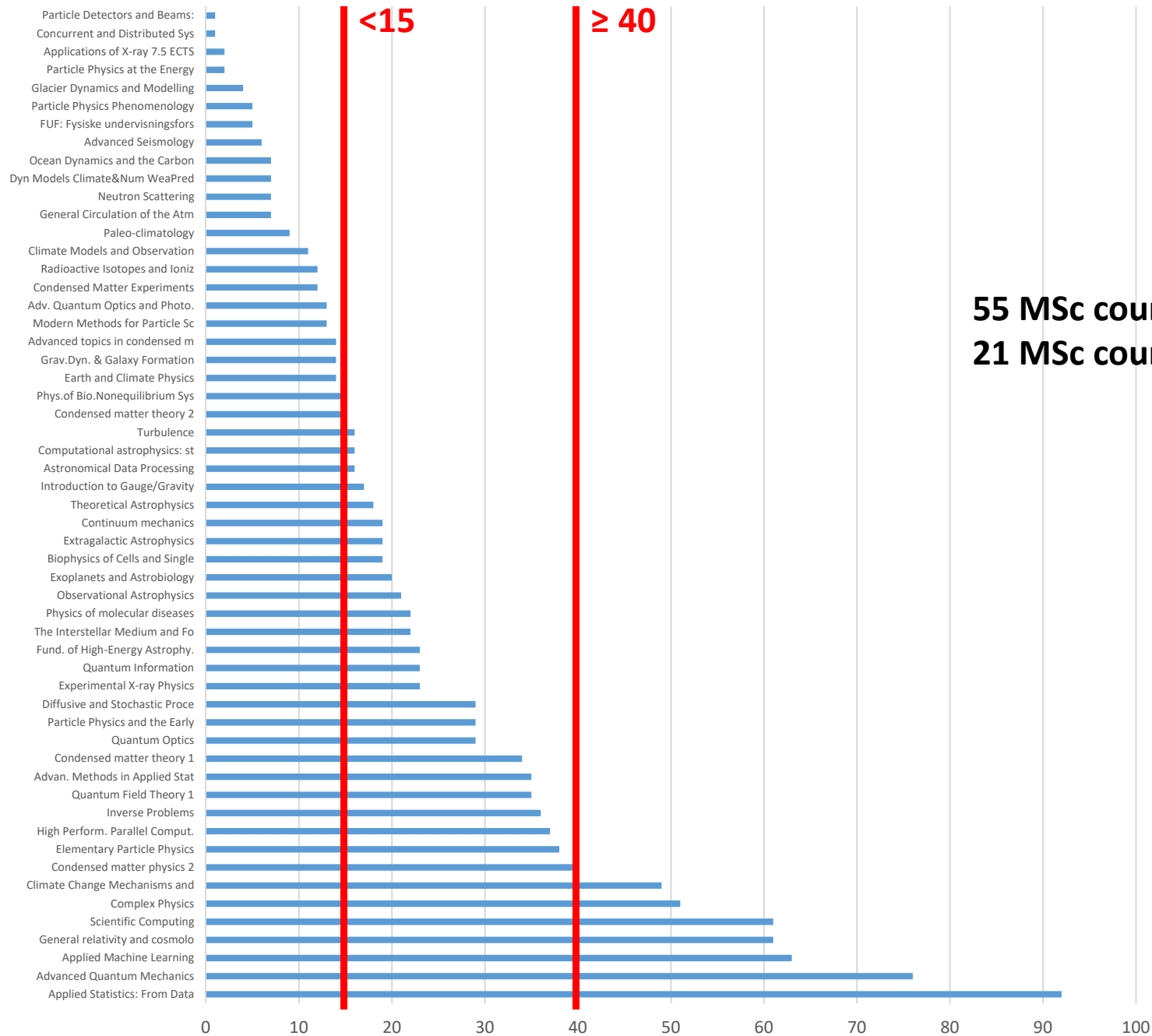
og andre, som har leveret dele til ESS, og som Mats hilser pønt på og får en lille statusopdatering fra. For enden gå vi nedenunder og finder stedet, hvor hele anlægget bygges: ionkilden. Det er her, hydrogen opvarmes, så elektroner i hvert atom løsnes fra sin binding til protonen. De frie protoner skal herefter bringes op i hastighed og energi.

Acceleratorerne op til 90 MeV foregår ved stættetorner, mens den sidste del op til 2 GeV foregår i en superlede accelerator nedenunder med flydende helium til 2 K. Der mangler stadig dele her og der, men fra lidt afstand begynder det at ligne en færdig accelerator.

I 2023 skal anlægget stå færdigt, så det kan levere neutroner til de første målestationer. Efter test og indkøring vil eksperterne bruge fra 2025 kunne komme og få svar på deres mange forskellige spørgsmål. De fleste til den tid vil nok være kontantbygningerne og deres egen lille målestation. Mange vil kunne have et overblik over hele anlægget og de omfattende installationer, der skal til for at skabe neutroner med passende egenskaber. Men jeg ved bedre. ■

# MSc courses (# registrations 2020/2021)

Notice: Early registrations, not final



**55 MSc courses**  
**21 MSc courses <15**

Teaching workshop, 5/2-2021

# **MSc physics**

## **Revision of curriculum (studieplan) from 2022**

This is work in progress

Your input is needed and welcome

Discuss with the academic coordinators

**Christine S. Hvidberg, head of studies MSc physics**