

# Presentasjon av postere til PTCOG2017

Helge Pettersen,  
2017-04-27

PTC●G56



# Scientific Meeting Yokohama

May 11-13

Pacifico Yokohama  
Kanagawa



# Program

1. Educational session (I didn't bother)
2. Scientific meeting i Yokohama

Relevant presentations

# A direct comparison of helium and proton computed tomography using TOPAS simulations and experimental data

P. Piersimoni<sup>1</sup>, C.A. Collins Fekete<sup>1,2</sup>, V. A. Bashkirov<sup>3</sup>, B. A. Faddegon<sup>4</sup>, R. P. Johnson<sup>5</sup>, C. Ordoñez<sup>6</sup>, J. Ramos Méndez<sup>4</sup>, R.W. Schulte<sup>3</sup>, L. Volz<sup>1,7</sup>, J. Seco<sup>1,7</sup>

<sup>1</sup>German Cancer Research Center (DKFZ), Medical Physics in Radiooncology, Heidelberg, Germany

<sup>2</sup>Université Laval, Quebec, QC, Canada

<sup>3</sup>Loma Linda University, Radiation Research, Loma Linda CA, USA

<sup>4</sup>University of California San Francisco, Radiation Oncology, San Francisco CA, USA

<sup>5</sup>University of California Santa Cruz, Institute for Particle Physics, Santa Cruz CA, USA

<sup>6</sup>Northern Illinois University, Center for Research Computing and Data, DeKalb IL, USA

<sup>7</sup>University of Heidelberg, Department of Physics and Astronomy, Heidelberg, Germany

**dkfz.**

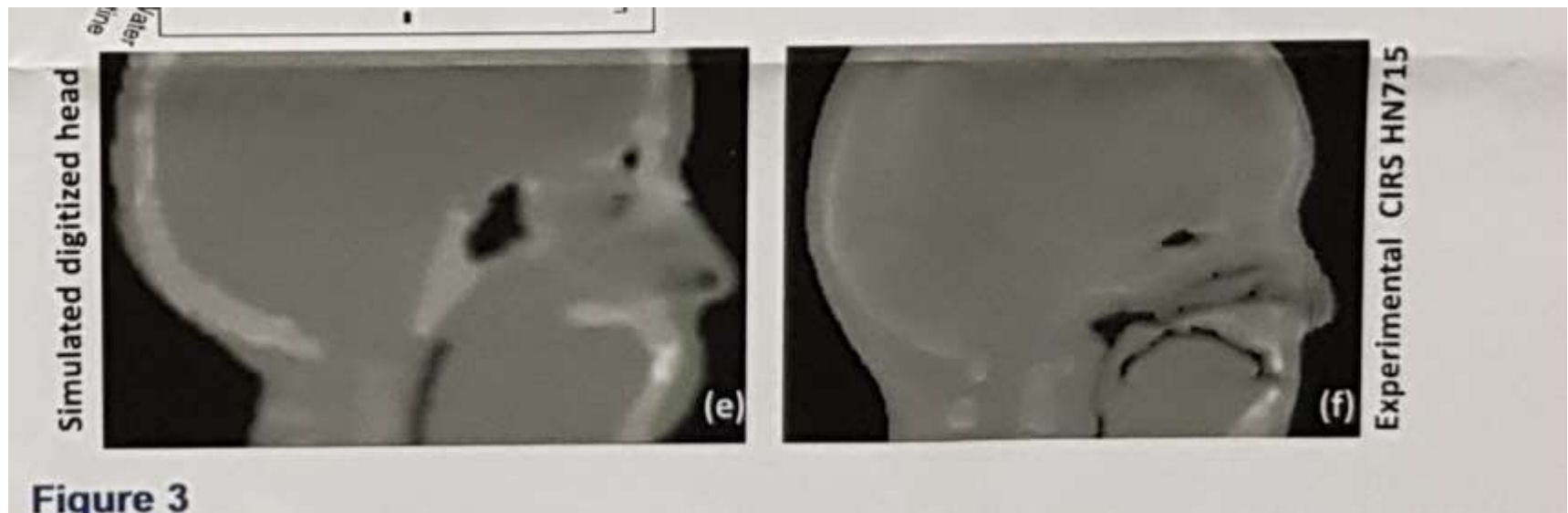
GERMAN  
CANCER RESEARCH CENTER  
IN THE HELMHOLTZ ASSOCIATION

Research for a Life without Cancer

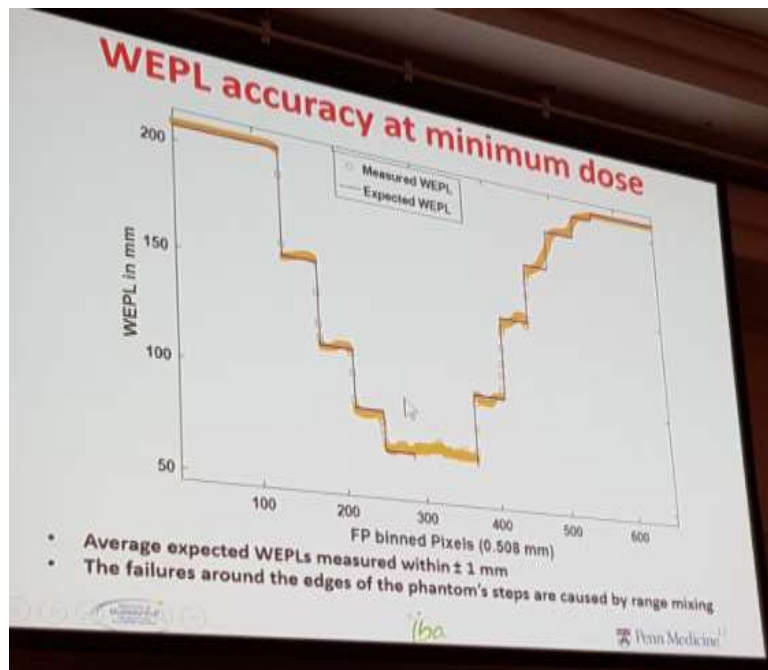
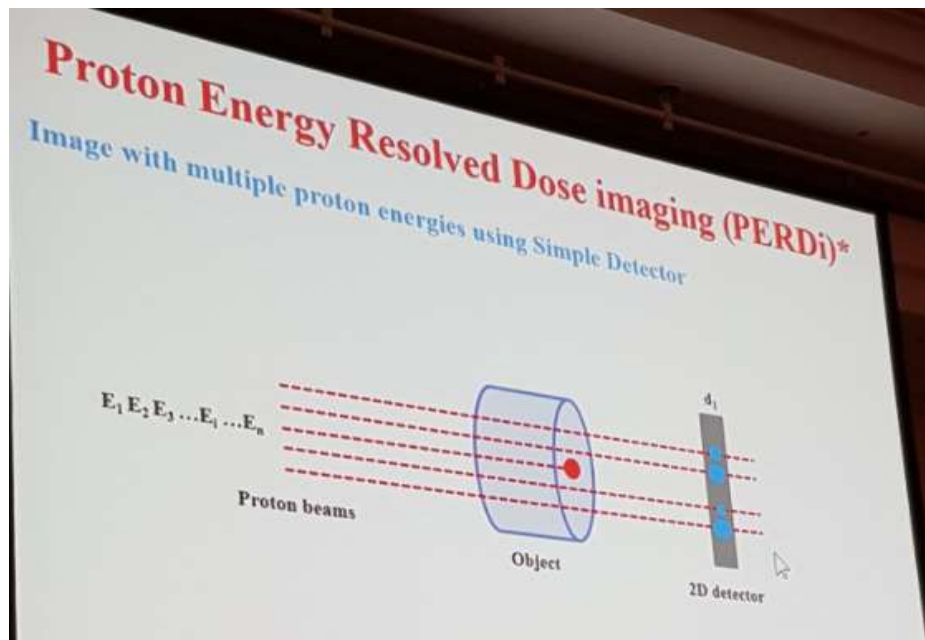


UNIVERSITÄT  
HEIDELBERG  
ZUKUNFT  
SEIT 1386

## Abstract



Simulated (left) and experimental (LLUMC scanner @ HIT) HeCT (right)



## Why use X-ray Flat Panel?

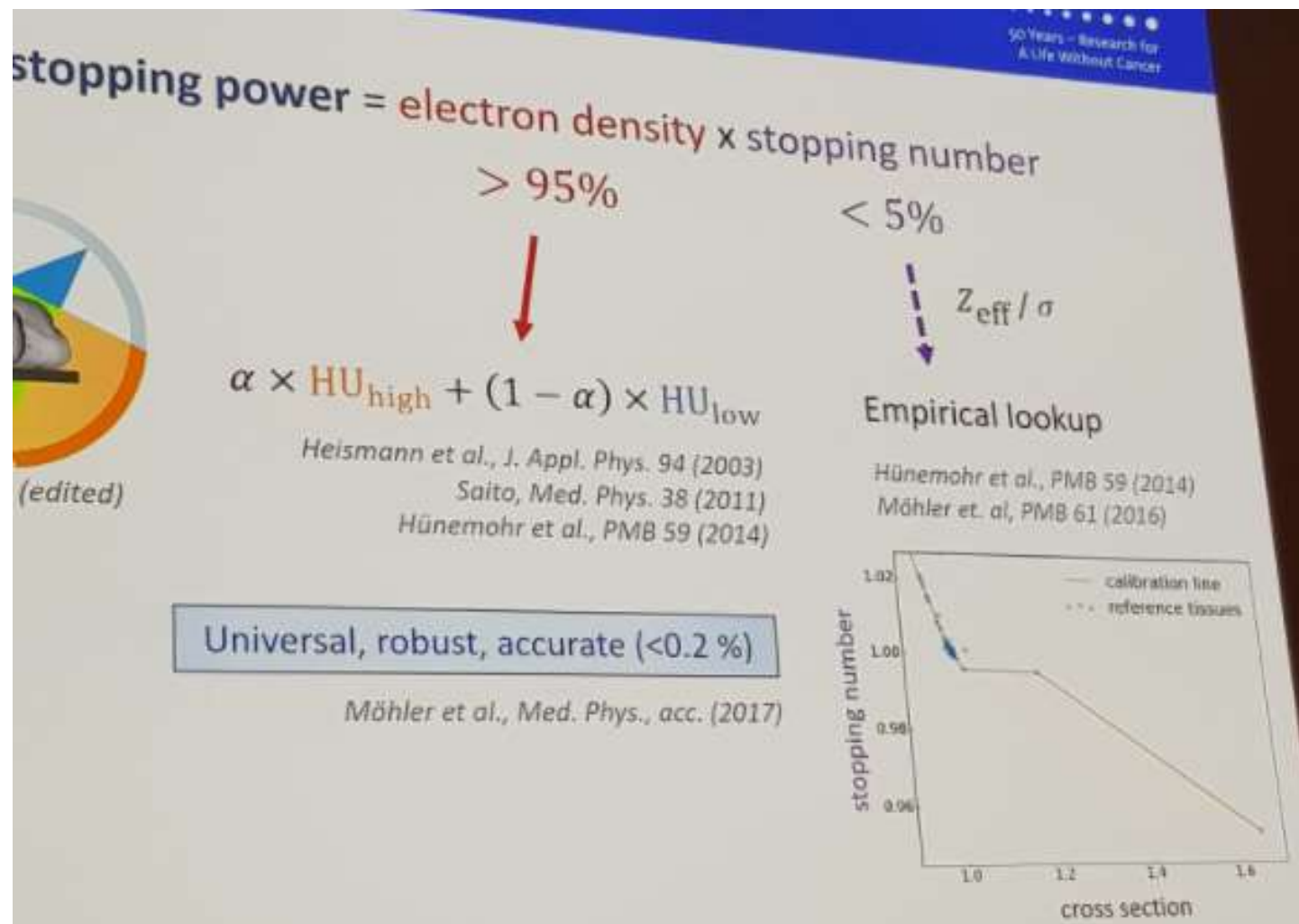
X-ray Flat Panel are highly sensitive to proton beams and are available in proton therapy treatment rooms.

- Readily available
- Low cost
- High Sensitivity

7



# Stopping power from DECT



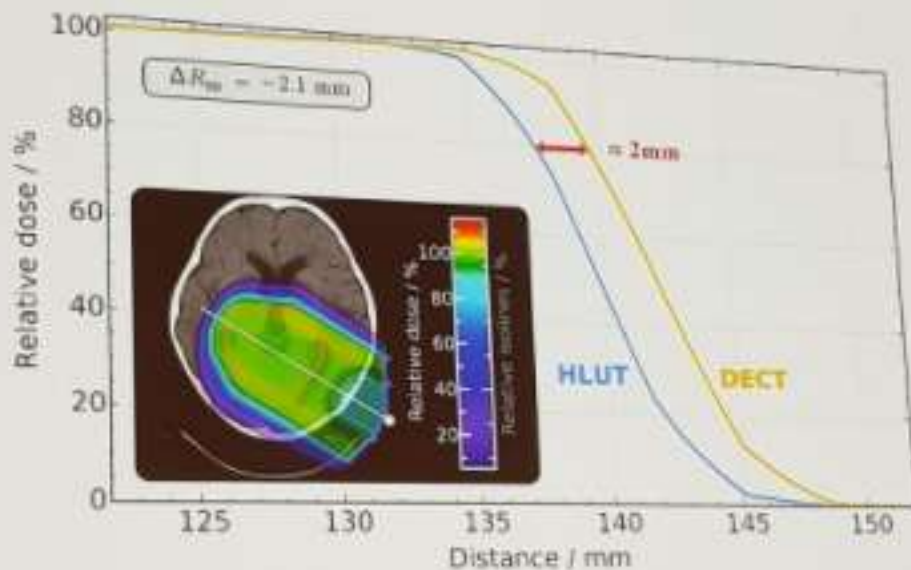
## Are the DECT results *different*?

dkfz.

50 Years - Research for  
a Life Without Cancer

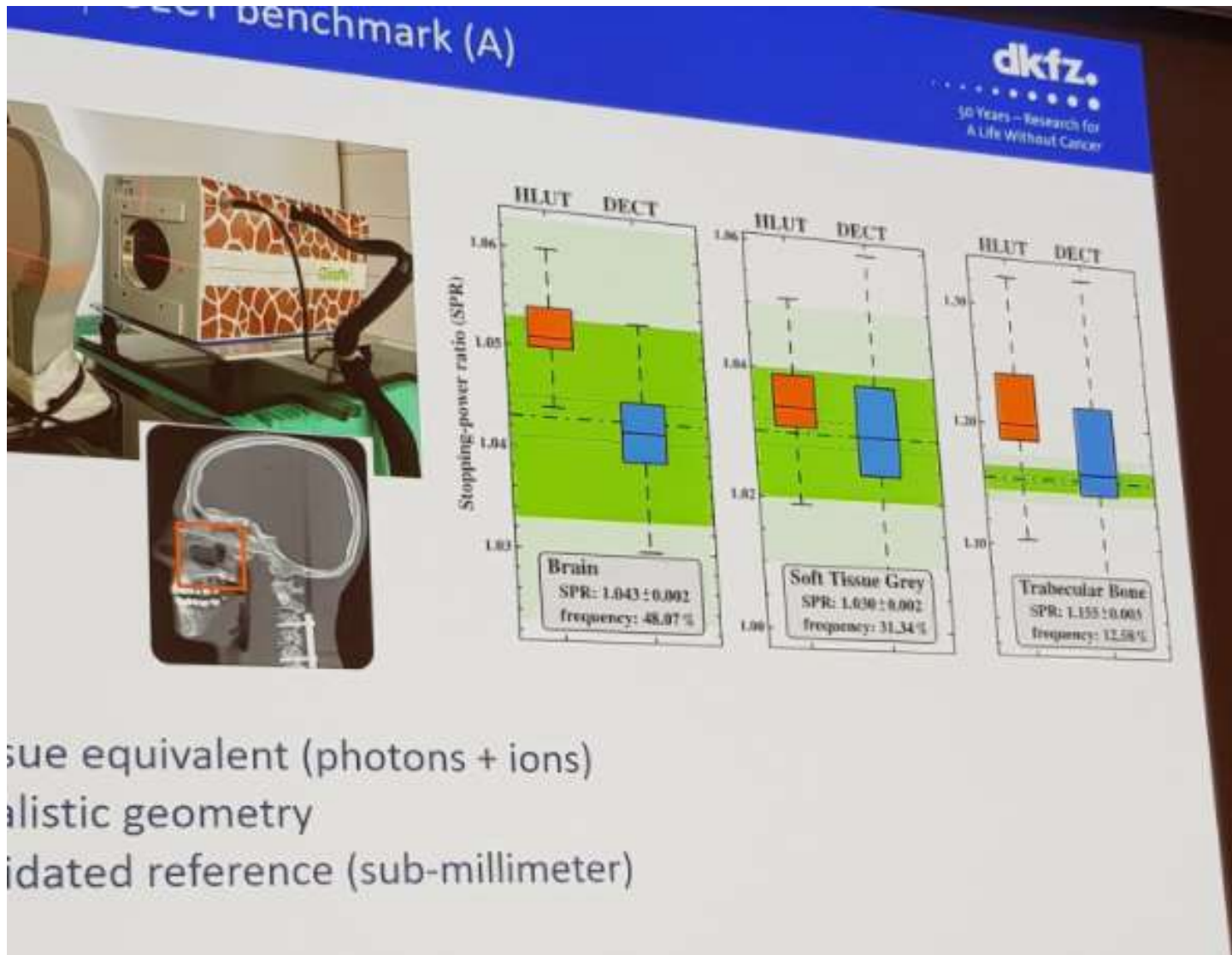
Wohlfahrt et al., IJROBP 97 (2017)

- Clinical database of currently 800 patients (1700 DECT scans)
  - Range differences SECT – DECT: 1.5 – 2.5%
  - Compare to typical treatment margin ~ 3%
- } ⇒ **The effect is relevant!**



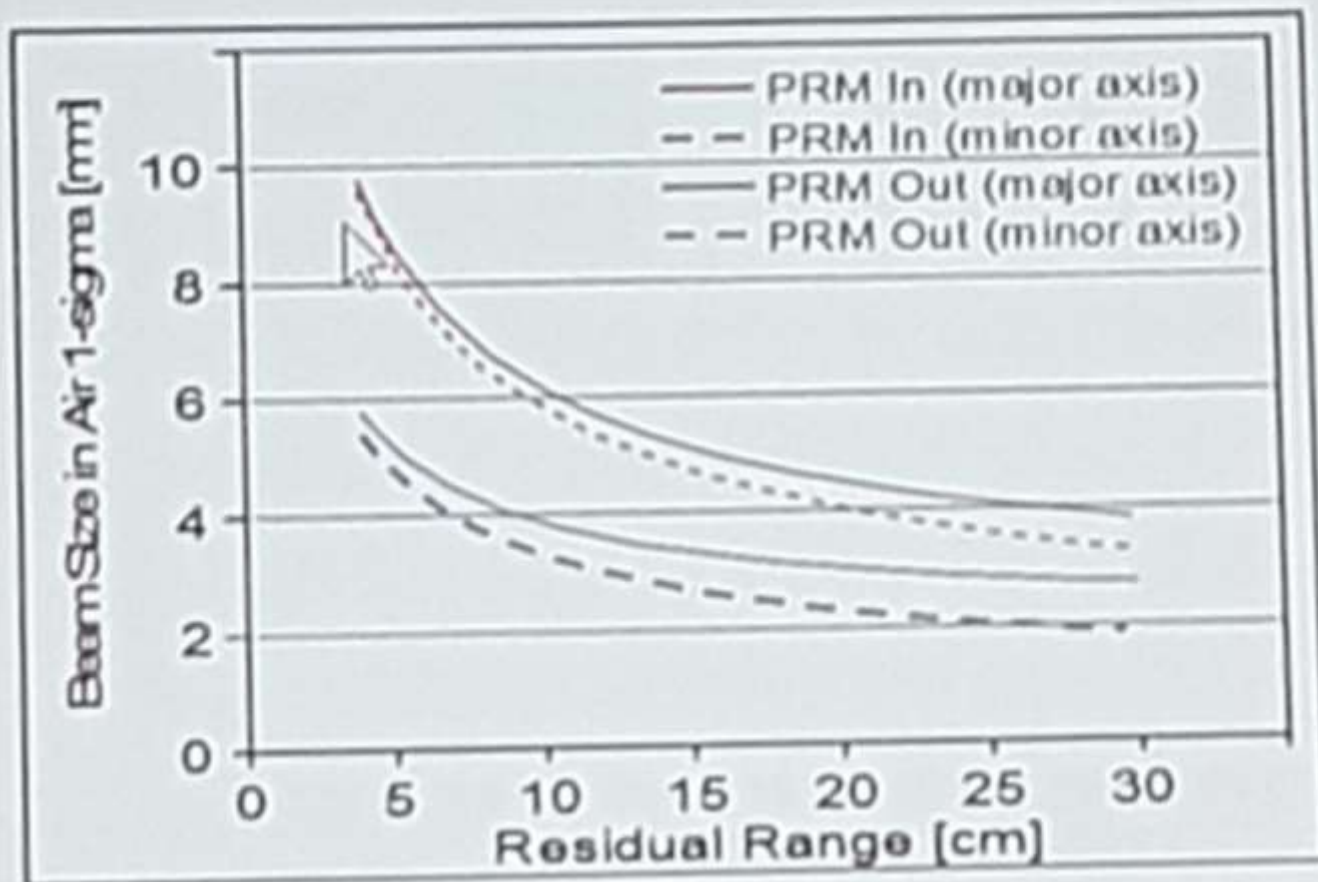


# HLUT = Hounsfield lookup table



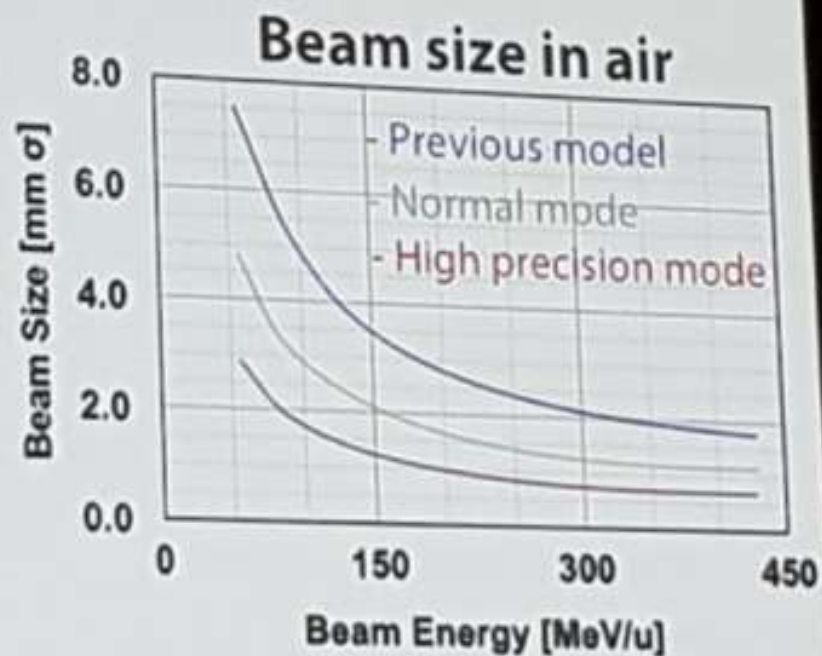
# Removing the Profile Monitor (PRM) reduces the Spot Size by ~40%

(more impact at shallow depths where it's usually more important - Ex. H&N, brain)



Compact and yet keeping  
scan speed 100mm/ms  
& field size 24cmx24cm  
(available up to 34cmx34cm)

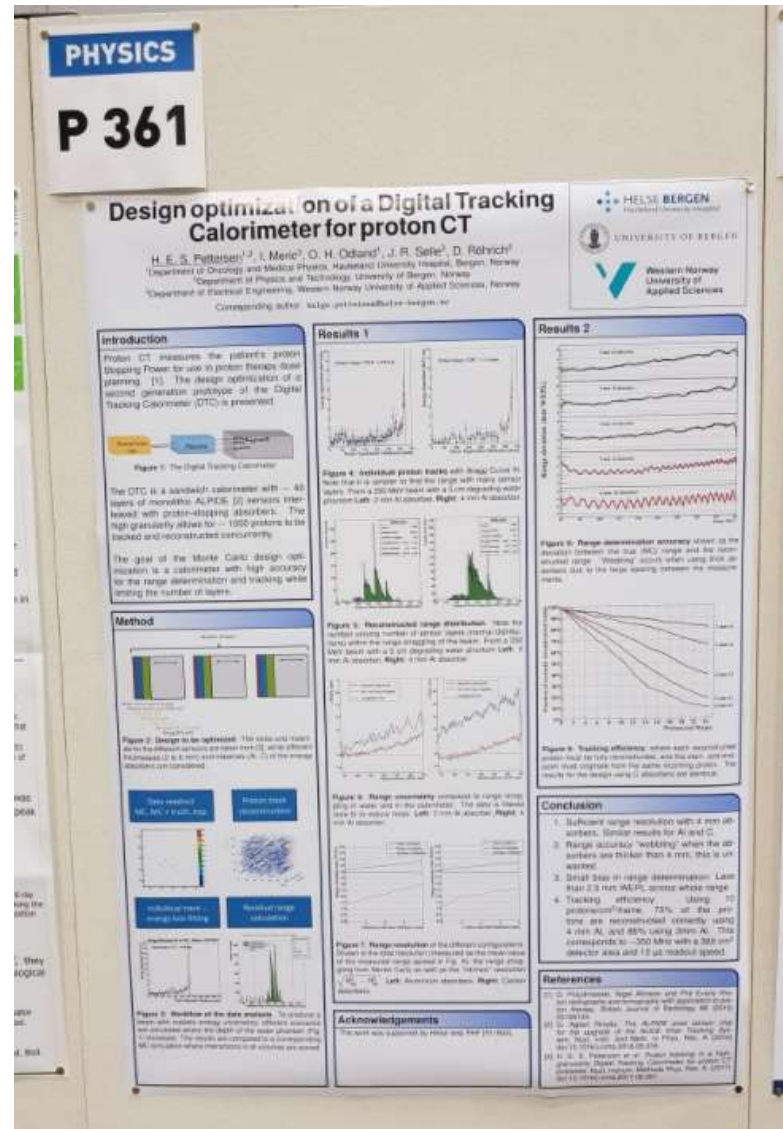
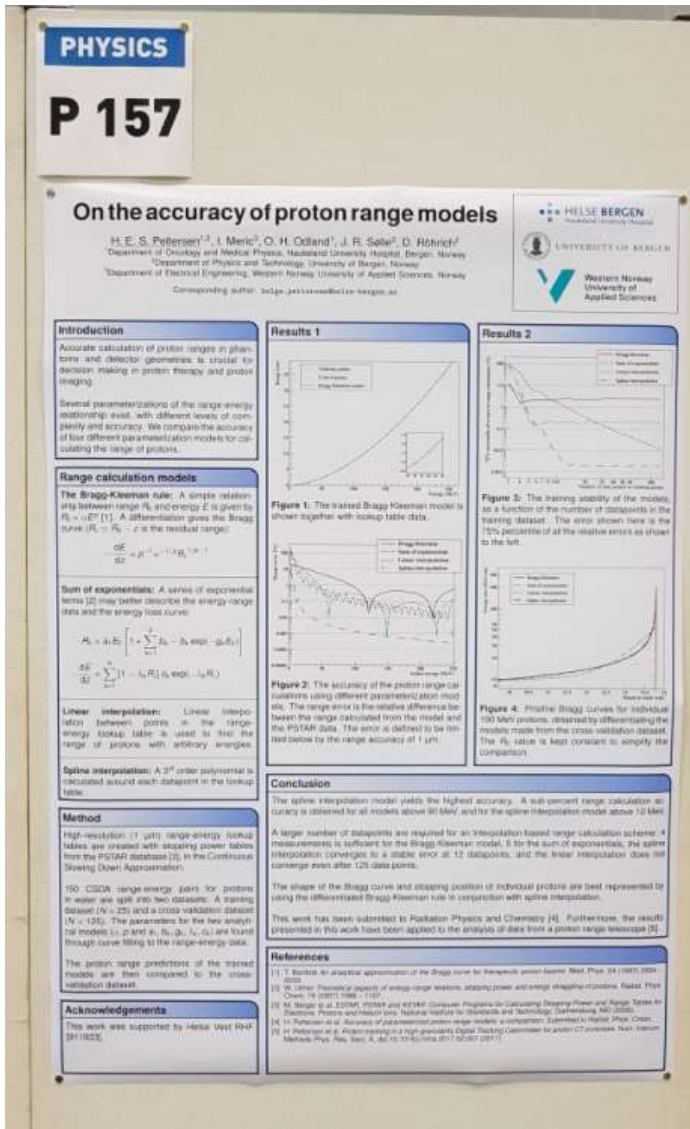
## Beam conformation



**TOSHIBA**

Leading Innovation >>>

# I had two posters



# IMPT imaging & reconstruction workshop @ LLUMC in August

Dear Helge,

the summer is within sight and we wish to have our third annual Loma Linda imaging and **IMRT/IMPT algorithm workshop 2017**. i plan to arrive LLU thursday august 3, 2017 and depart on thursday august 10, 2017. this occurs right after the conclusion of the 2017 AAPM Annual Meeting (Denver, CO, July 30 - August 3, <https://www.aapm.org/announcements/2017AMRFP.asp>).

we are informing in separate mails our collaborators from Baylor, from NIU and a few others, hoping to create an as large as possible overlap that will enable us to work intensively together, exchange information, finalize and/or start or restart new things!

our previous (2015 and 2016) summer workshops at LLU were in an informal setting, not even a workshop webpage, a large round table room, etc. we hope to repeat this format.

**we aim to have the workshop in session Monday through Wednesday 7, 8 and 9 of August. we will be most pleased if you could come during this (or part of this) period.**

please let us know if you can come and give us details of your planned stay days. additional details can be obtained from reinhard.

best regards,  
reinhard and yair.



Irrelevant & interesting presentations

## PROTONMBRT: an innovative therapeutic approach

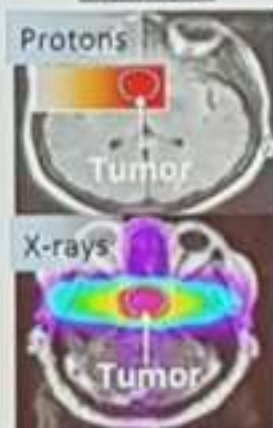
**Our proposal:** a novel approach in disruption with standard RT  
(Prezado et al 2013)

Minibeam radiation  
therapy (MBRT)

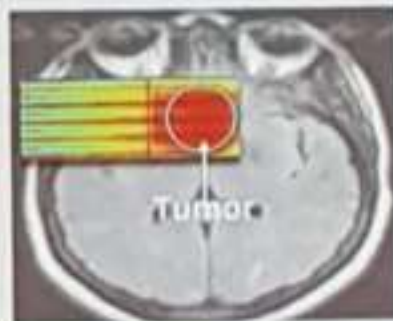
+

Different particle type, protons,  
and specific physics and biology

Standard



Proton minibeam radiation therapy  
(pMBRT)



*Homogeneous dose in the  
tumour*

+

*Spatial fractionation in  
normal tissue*

+

*Biological advantages of  
protons*

# Ion therapy is not THAT expensive

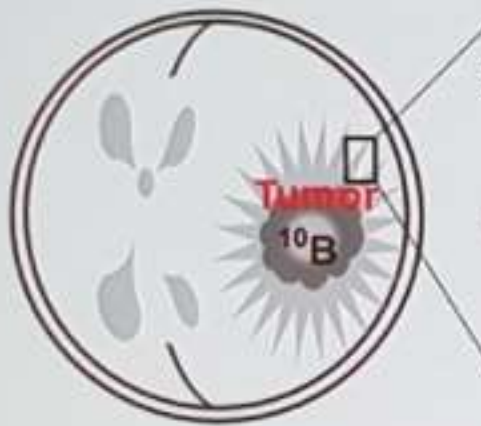
## 非小細胞肺がん・Stage Iの治療法

• Lung resection	1,469,230 Yen
• +thoracoscopy	1,645,130 Yen
• SRT	927,920 Yen
• Heavy particle	3,377,750 Yen
• Adjuvant (UFT)	348,080 Yen
• Adjuvant (CDDP+VNR)	341,430 Yen
• Alectinib <u>per month</u>	794,940 Yen
• Nivo/Pemb <u>per month</u>	1,609,898 Yen

**BNCT was proposed in 1936** by the American physicist Prof. Gordon Locher. It was 4 years after the discovery of neutron by Prof. James Chadwick in 1932.

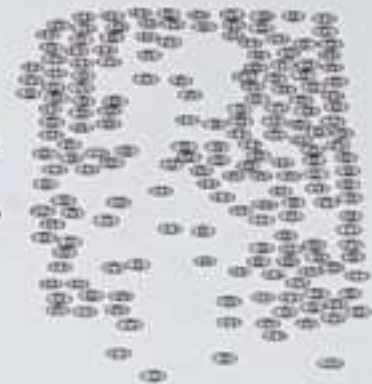
The following schema presents selective cancer cell kill at an invasion area where cancer cell and normal cell coexist under ideal condition with no accumulation of B-10 in normal cells.

Selective accumulation of  $^{10}\text{B}$  in cancer cells



Selective kill of cancer cells

Neutron  
irradiation





# TOKYO





# TOKYO





# Beijing... CTRL-C CTRL-V architecture



# Miscellanea

[illegible]

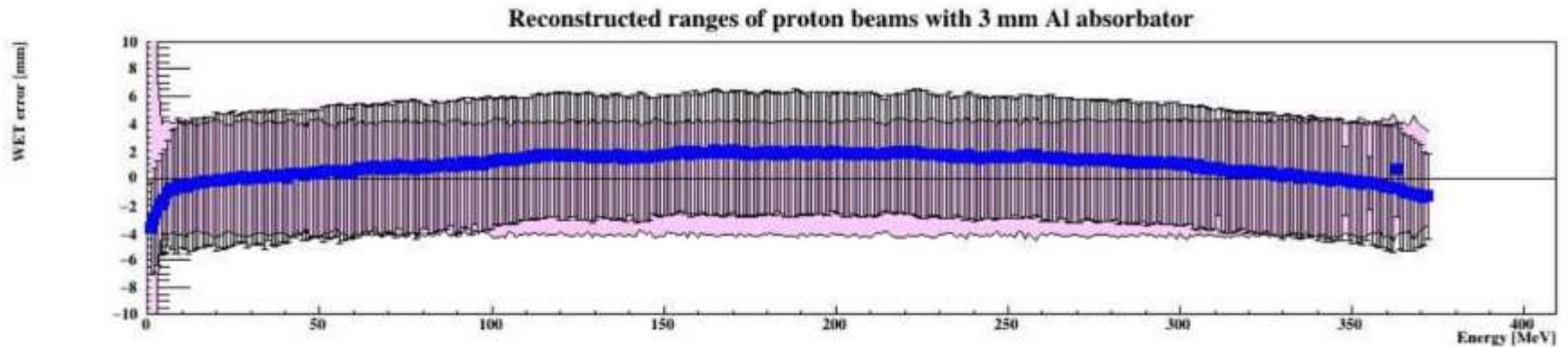






Systematic errors in March:

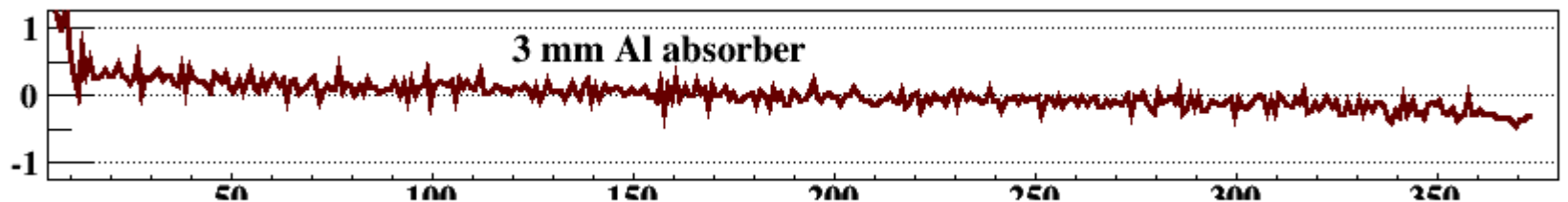
## Features we don't understand



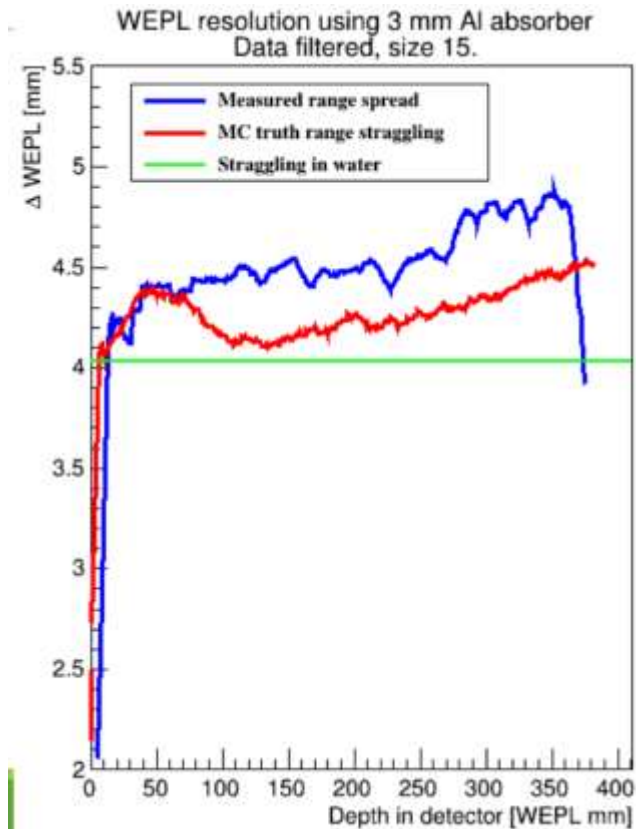
Why do we have these «nice» systematic errors in range determination?

- Looks like Bragg-Kleeman-type error of range-energy, but I can't think of any place I use the equation... (I use LUTs to calculate this)

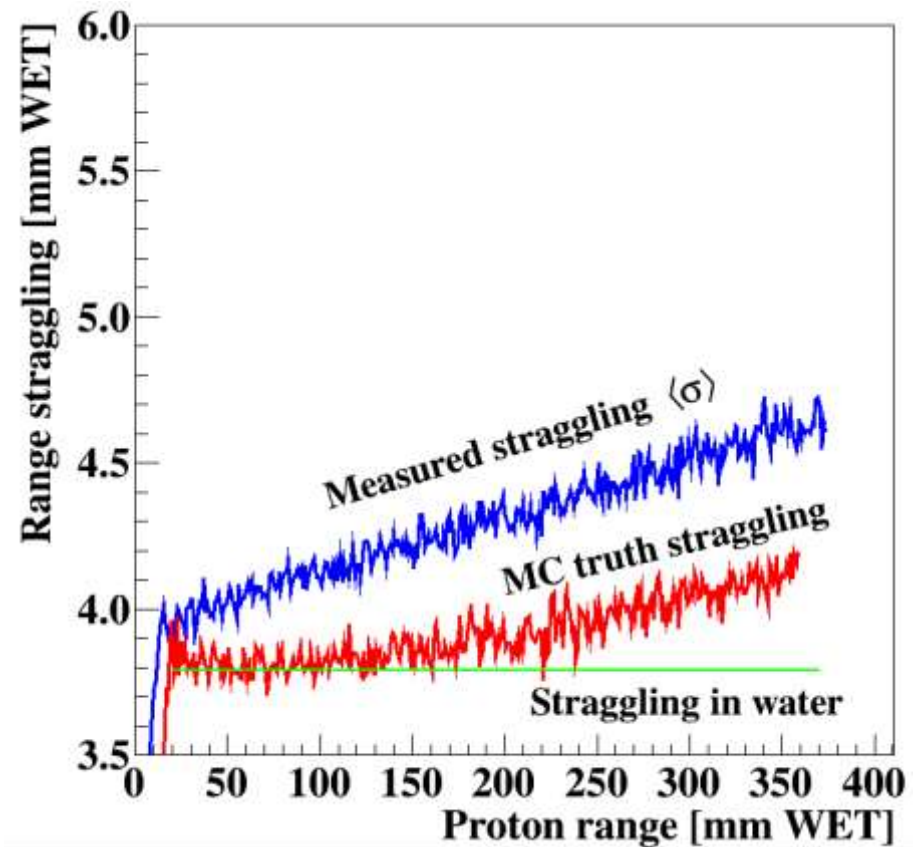
Systematic errors in May:



## Stochastic errors in March:



## Stochastic errors in May:



# Status FFV article

## Proton CT

Ragna Egit Sørensen, Dorte Ritzel

Indledning for ingeniørbachelor og masterindsats  
Raskelund University Hospital

Journals for Faculty of Technology, DTU

### Indledning

Stråleterapi er en behandling som går ud på at belysne en eller flere tumorer i kroppen. I Norge har almindelig stråleterapi i form af brachyterapi været brugt siden 1940'erne. Brachyterapi betyder, at tumoren bestråles med radioaktivt stof, som er indsat i kroppen. I 1950'erne blev stråleterapi udviklet til at behandle tumorer i huden. I 1970'erne blev stråleterapi udviklet til at behandle tumorer i indre organer. I 1980'erne blev stråleterapi udviklet til at behandle tumorer i hoved og hals. I 1990'erne blev stråleterapi udviklet til at behandle tumorer i bryst og lunge. I 2000'erne blev stråleterapi udviklet til at behandle tumorer i prostata og blære. I 2010'erne blev stråleterapi udviklet til at behandle tumorer i lever og pankreas. I 2020'erne blev stråleterapi udviklet til at behandle tumorer i hjerte og lunger.

De store tumorer har det svært at behandle med kun en enkelt stråle, og derfor er der behov for at behandle tumorer med flere stråler. Dette kan gøres ved at bruge flere stråler, som hver især behandler en del af tumoren. Dette kaldes for fraktioneret stråleterapi. Fraktioneret stråleterapi er den mest almindelige form for stråleterapi. Den består af flere små doser af stråling, som gives over en længere periode. Dette gør det muligt at behandle større tumorer, og det gør det muligt at behandle tumorer i følsomme områder. Fraktioneret stråleterapi er også mere effektiv end en enkelt stråle, fordi den giver tumoren mere tid til at reparere sig mellem doserne. Dette betyder, at tumoren ikke kan vokse så hurtigt som den ville uden stråling. Derfor er fraktioneret stråleterapi den mest effektive form for stråleterapi.

### Protonens dans med ufuldstændigheden

En international undersøgelse af protoner i lever og lunge har vist, at protoner er mere effektive end fotoner til at behandle tumorer. Dette skyldes, at protoner har en høj energi og kan trænge dybt ind i kroppen. De kan også trænge ind i tumorerne og ødelægge dem. Protoner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at protoner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger protoner til at behandle tumorer.

En af udfordringerne med protoner er, at de kan være svære at kontrollere. De kan være svære at målrette, og de kan være svære at dosere. Dette betyder, at det kan være svært at sikre, at protonerne rammer den rigtige del af tumoren. Derfor er det vigtigt at have en god kontrol over protonerne, når man bruger dem til at behandle tumorer. Dette kan gøres ved at bruge avanceret teknologi til at målrette protonerne og dosere dem korrekt. Dette kan også gøres ved at bruge avanceret teknologi til at overvåge protonerne under behandlingen. Dette kan hjælpe med at sikre, at protonerne rammer den rigtige del af tumoren og doseres korrekt.

Proton CT

Protoner er en form for stråling, som består af små kugler af positivt ladet stof. De kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Protoner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at protoner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger protoner til at behandle tumorer. Dette kan gøres ved at bruge avanceret teknologi til at målrette protonerne og dosere dem korrekt. Dette kan også gøres ved at bruge avanceret teknologi til at overvåge protonerne under behandlingen. Dette kan hjælpe med at sikre, at protonerne rammer den rigtige del af tumoren og doseres korrekt.



Figur 1: En protonstråle, som består af små kugler af positivt ladet stof, kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Protoner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at protoner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger protoner til at behandle tumorer.

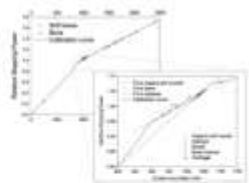
### Vevets sammensætning

En protonstråle, som består af små kugler af positivt ladet stof, kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Protoner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at protoner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger protoner til at behandle tumorer. Dette kan gøres ved at bruge avanceret teknologi til at målrette protonerne og dosere dem korrekt. Dette kan også gøres ved at bruge avanceret teknologi til at overvåge protonerne under behandlingen. Dette kan hjælpe med at sikre, at protonerne rammer den rigtige del af tumoren og doseres korrekt.

For at kunne bruge protoner til at behandle tumorer, er det vigtigt at vide, hvordan protoner opfører sig i kroppen. Dette kan gøres ved at bruge avanceret teknologi til at måle protonernes energi og deres bevægelse. Dette kan også gøres ved at bruge avanceret teknologi til at måle protonernes dosis og deres effekt på tumorerne. Dette kan hjælpe med at sikre, at protonerne rammer den rigtige del af tumoren og doseres korrekt. Dette kan også hjælpe med at sikre, at protonerne ikke ødelægger sundt væv.

Magnetresonansbilledning (MRI) er en anden form for billeddiagnostik, som kan bruges til at se på tumorer. MRI bruger magnetisme og radiofrekvens til at skabe billeder af kroppen. Det kan være nyttigt til at se på tumorer, fordi det kan give en bedre forståelse af tumorens størrelse og position. MRI kan også bruges til at se på tumorer, som ikke er synlige på CT-scanninger. Dette kan være nyttigt til at diagnosticere tumorer og til at planlægge behandlingen.

For at kunne bruge protoner til at behandle tumorer, er det vigtigt at vide, hvordan protoner opfører sig i kroppen. Dette kan gøres ved at bruge avanceret teknologi til at måle protonernes energi og deres bevægelse. Dette kan også gøres ved at bruge avanceret teknologi til at måle protonernes dosis og deres effekt på tumorerne. Dette kan hjælpe med at sikre, at protonerne rammer den rigtige del af tumoren og doseres korrekt. Dette kan også hjælpe med at sikre, at protonerne ikke ødelægger sundt væv.



Figur 2: En protonstråle, som består af små kugler af positivt ladet stof, kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Protoner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at protoner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger protoner til at behandle tumorer.

Den mest almindelige form for stråleterapi er fotonstråling. Fotoner er små partikler, som består af lys. De kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Fotoner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at fotoner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger fotoner til at behandle tumorer.

Proton CT

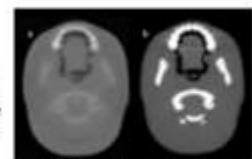
Protoner er en form for stråling, som består af små kugler af positivt ladet stof. De kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Protoner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at protoner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger protoner til at behandle tumorer.

### Proton CT

Protoner er en form for stråling, som består af små kugler af positivt ladet stof. De kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Protoner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at protoner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger protoner til at behandle tumorer. Dette kan gøres ved at bruge avanceret teknologi til at målrette protonerne og dosere dem korrekt. Dette kan også gøres ved at bruge avanceret teknologi til at overvåge protonerne under behandlingen. Dette kan hjælpe med at sikre, at protonerne rammer den rigtige del af tumoren og doseres korrekt.

En anden form for stråleterapi er neutronstråling. Neutroner er små partikler, som består af neutralt ladet stof. De kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Neutroner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at neutroner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger neutroner til at behandle tumorer.

En anden form for stråleterapi er elektronstråling. Elektroner er små partikler, som består af negativt ladet stof. De kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Elektroner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at elektroner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger elektroner til at behandle tumorer.



Figur 3: En protonstråle, som består af små kugler af positivt ladet stof, kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Protoner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at protoner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger protoner til at behandle tumorer.

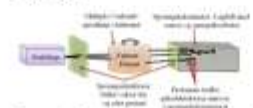
En anden form for stråleterapi er fotonstråling. Fotoner er små partikler, som består af lys. De kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Fotoner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at fotoner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger fotoner til at behandle tumorer.

Proton CT

### Proton CT i Bergen

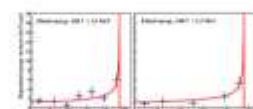
I Bergen har man et proton CT-scanner, som kan bruges til at se på tumorer. Denne scanner er en af de få i Danmark, og den er meget avanceret. Den kan give en meget præcis billeddiagnostik af tumorerne, og den kan også bruges til at planlægge behandlingen. Dette kan være meget nyttigt for patienterne, fordi det kan hjælpe med at sikre, at de får den bedste behandling.

En anden form for stråleterapi er neutronstråling. Neutroner er små partikler, som består af neutralt ladet stof. De kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Neutroner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at neutroner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger neutroner til at behandle tumorer.



Figur 4: En protonstråle, som består af små kugler af positivt ladet stof, kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Protoner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at protoner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger protoner til at behandle tumorer.

En anden form for stråleterapi er elektronstråling. Elektroner er små partikler, som består af negativt ladet stof. De kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Elektroner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at elektroner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger elektroner til at behandle tumorer.



Figur 5: En protonstråle, som består af små kugler af positivt ladet stof, kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Protoner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at protoner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger protoner til at behandle tumorer.

En anden form for stråleterapi er fotonstråling. Fotoner er små partikler, som består af lys. De kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Fotoner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at fotoner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger fotoner til at behandle tumorer.

### Veien mod kliniken

I den nye bærbar CT-scanner i Bergen kan man se på tumorer. Denne scanner er en af de få i Danmark, og den er meget avanceret. Den kan give en meget præcis billeddiagnostik af tumorerne, og den kan også bruges til at planlægge behandlingen. Dette kan være meget nyttigt for patienterne, fordi det kan hjælpe med at sikre, at de får den bedste behandling.

En anden form for stråleterapi er neutronstråling. Neutroner er små partikler, som består af neutralt ladet stof. De kan trænge ind i kroppen og ødelægge tumorer. Neutroner kan også trænge ind i sundt væv og ødelægge det. Dette betyder, at neutroner kan være en god mulighed for at behandle tumorer, men det betyder også, at de kan være farlige for sundt væv. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, når man bruger neutroner til at behandle tumorer.

### Yderligere læsning

Felton, G. N. M. A. et al. "Proton CT-scanner: A Review of the Current State of the Art." *Proton Therapy: A Review of the Current State of the Art*. London: Elsevier, 2017. 1-10.

Felton, G. N. M. A. et al. "Proton CT-scanner: A Review of the Current State of the Art." *Proton Therapy: A Review of the Current State of the Art*. London: Elsevier, 2017. 1-10.

Felton, G. N. M. A. et al. "Proton CT-scanner: A Review of the Current State of the Art." *Proton Therapy: A Review of the Current State of the Art*. London: Elsevier, 2017. 1-10.

Felton, G. N. M. A. et al. "Proton CT-scanner: A Review of the Current State of the Art." *Proton Therapy: A Review of the Current State of the Art*. London: Elsevier, 2017. 1-10.

Felton, G. N. M. A. et al. "Proton CT-scanner: A Review of the Current State of the Art." *Proton Therapy: A Review of the Current State of the Art*. London: Elsevier, 2017. 1-10.

Felton, G. N. M. A. et al. "Proton CT-scanner: A Review of the Current State of the Art." *Proton Therapy: A Review of the Current State of the Art*. London: Elsevier, 2017. 1-10.

# Study points

- I have 25 from PHYS391 + MNF990 + courses
- +2 from FFV
- +2 from international conference(s)
- +1-2 from popular science talk??

Fagseminar 08.11.2016 Rad avd, HUS og NRF lokallag

Tema: Bildediagnostikk for fremtiden

17.00 – 17.45	<b>Protonterapi og protonforskning i Bergen. Utvikling av proton-CT</b> Ved Helge Pettersen, PhD stipendiat avd. for kreftbehandling og medisinsk fysikk HUS
17.45 – 18.00	A. L. L.