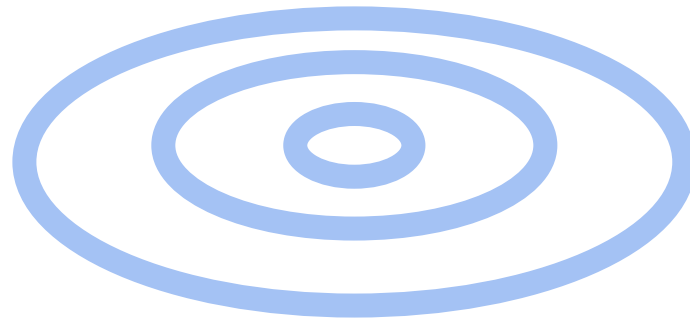


Kjernematerie ved ekstreme forhold

- fra Big Bang til partikkelkollisjoner

Konrad Tywoniuk (UiB)

Nasjonale mediedager 15-16 Oktober 2019, CERN



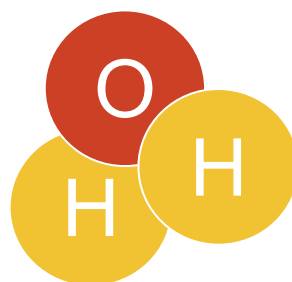
Lyden av en regndråpe...





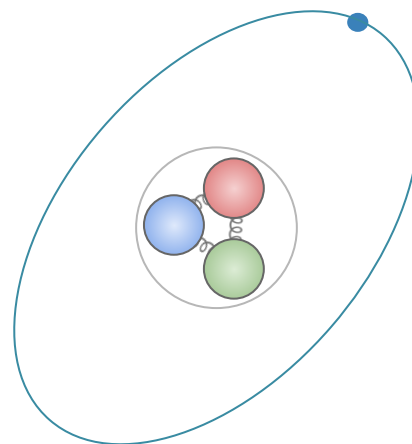
VANNDRÅPE

10^{-2} m



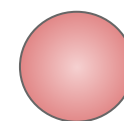
VANNMOLEKYL

10^{-10} m



HYDROGENKJERNE

10^{-15} m



KVARK

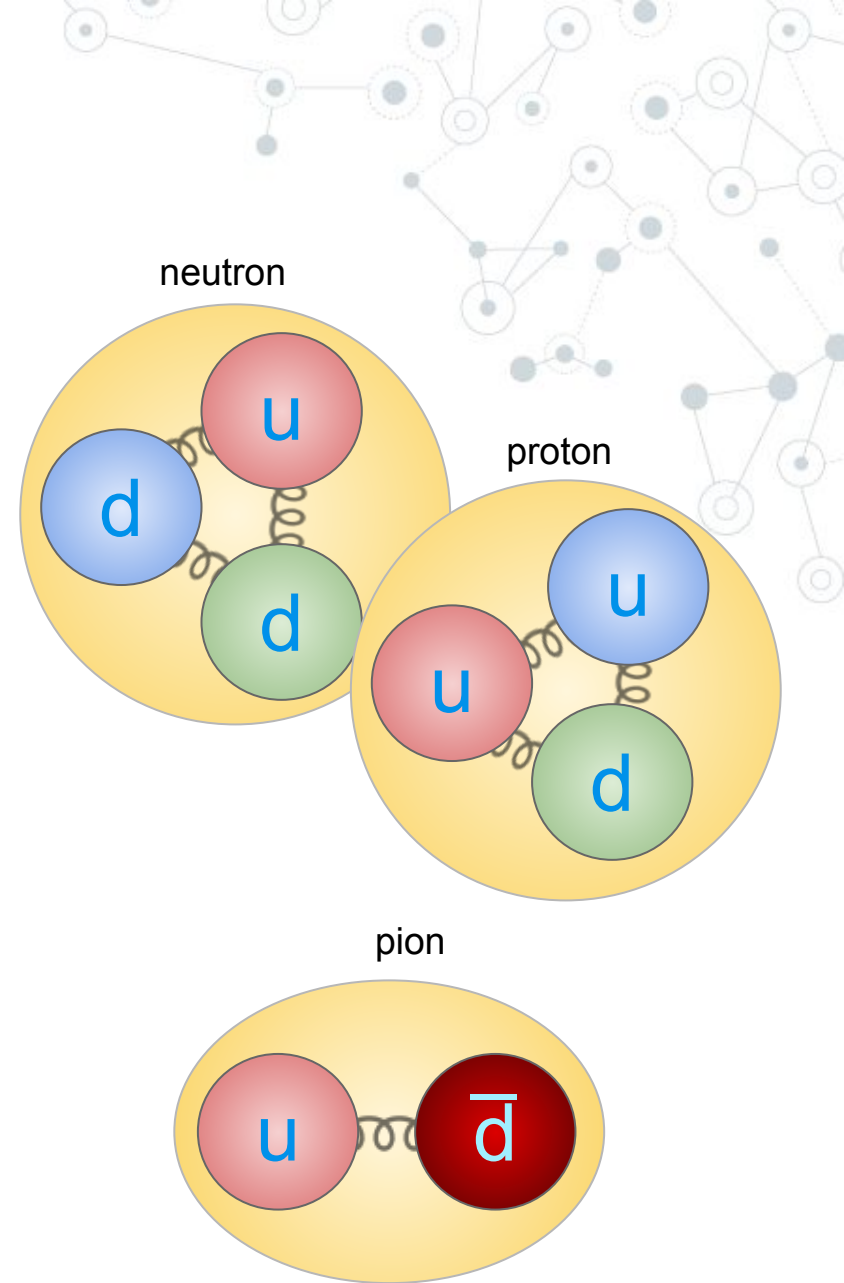
$<10^{-18}$ m

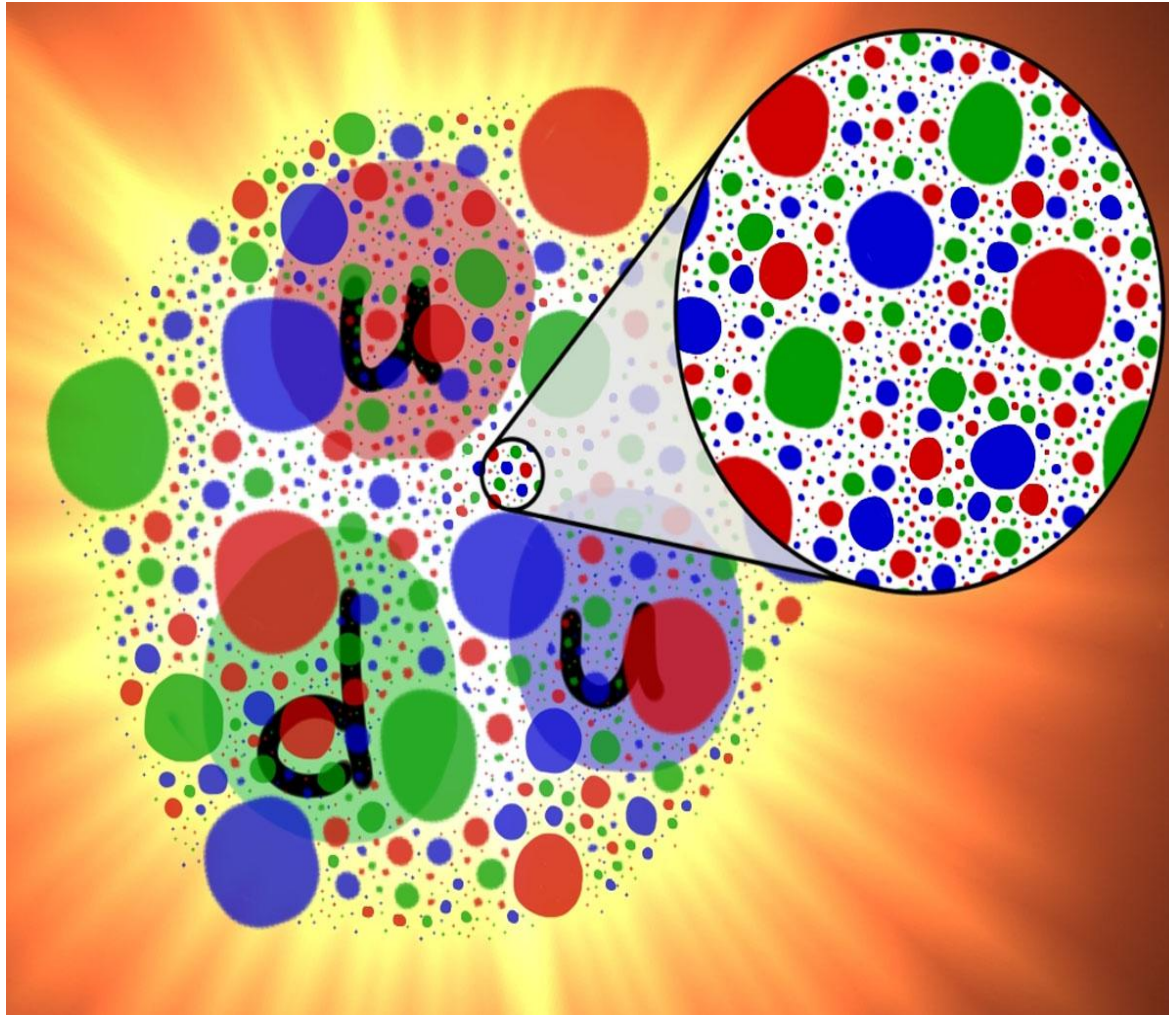
Fra mikroskopiske prosesser til makroskopiske fenomener



Den sterke kjernekräften (QCD)

- ◎ **Kvarker** oppdaget på 60' tallet (Nobelpris 1969 Gell-Mann, Zweig) - biter av et puslespill
- ◎ **Gluonenes** rolle ble forstått ti år senere (Nobelpris 2004 til Pollitzer, Gross, Wilczek)
- ◎ **Kvark-gluon dynamikk generer Universets synlige masse!**

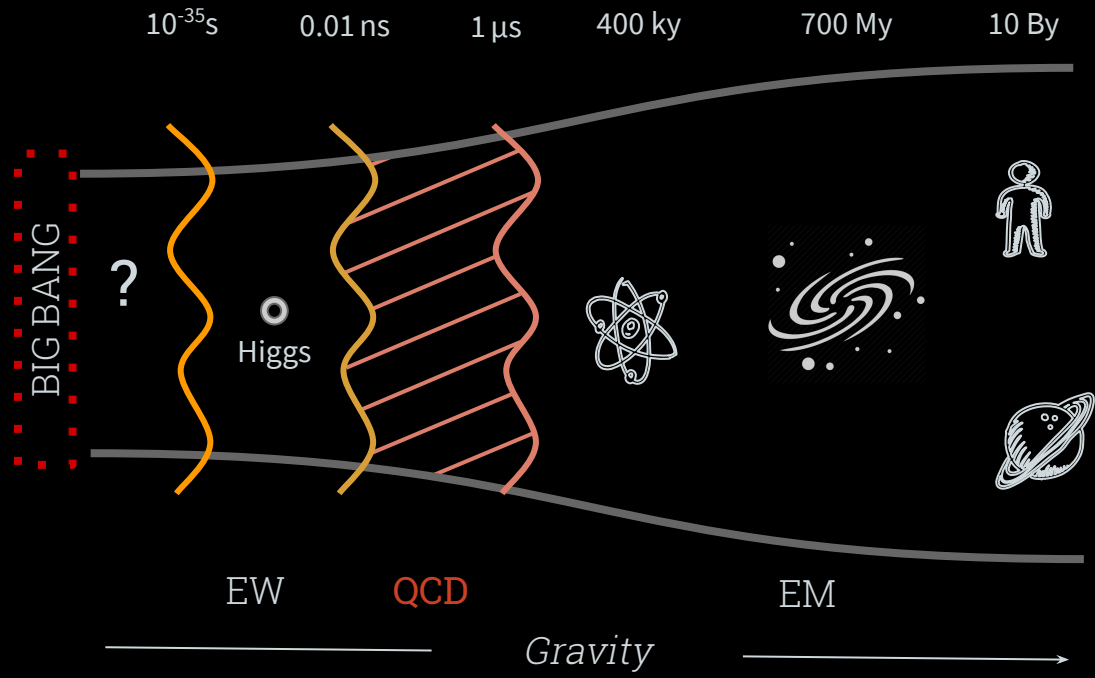




Profilbilde av et proton i farta!



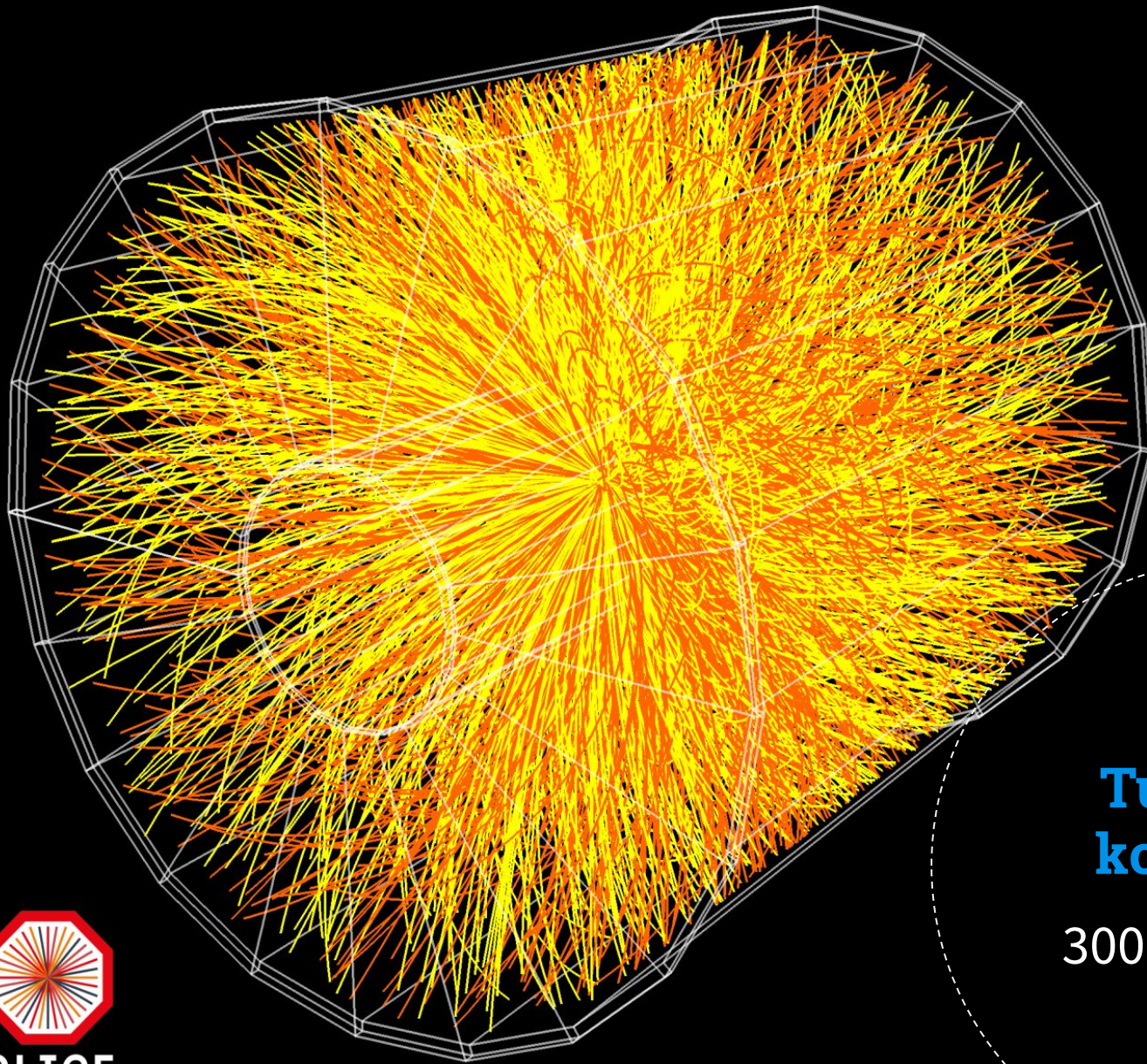
Fundamentale krefter i Universet



Kvark-gluon plasma dominerte Universets tidlige utvikling.

Kjernefysikk er viktig for dannelse av all synlig masse.

Vi skaper “mini-Bang” i tung-ione kollisjoner!



**Tung-ione
kollisjoner**

30000 partikler

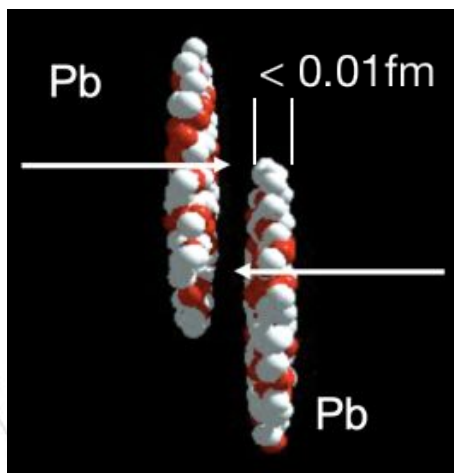
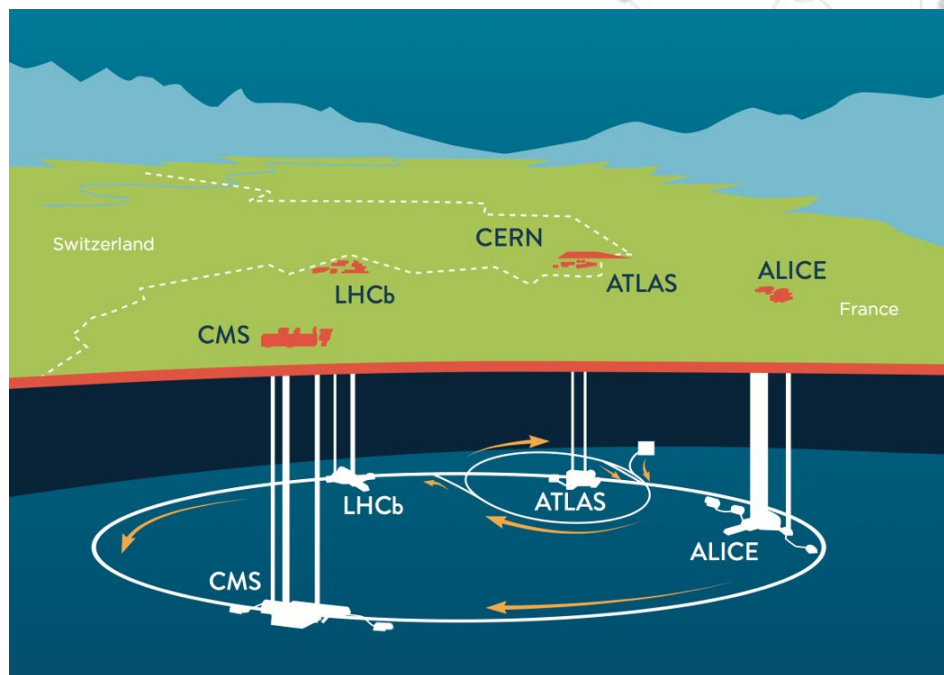


ALICE

CERN LHC

To-tre uker i året dedikeres til å studere kollisjoner av bly (1.3 g)

Energien er **5 TeV per nukleon**, tilsammen tilsvarer det bevegelsesenergien til en regndråpe eller 1000 mygg!

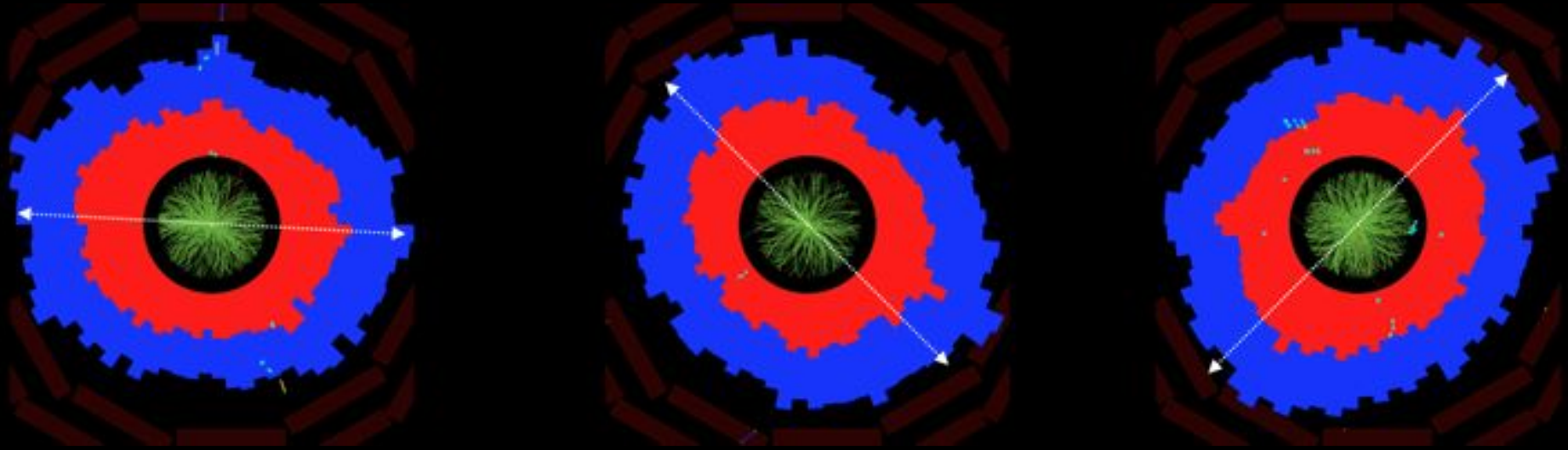


Relativitet

Kjernene er akselerert til (nesten) lysets hastighet og er derfor skvist til to pannekaker, dvs. ~ 1000 ganger (Lorentzkontraksjon)

Kollektive effekter i 10,000 partikler

© CMS (G. Roland)

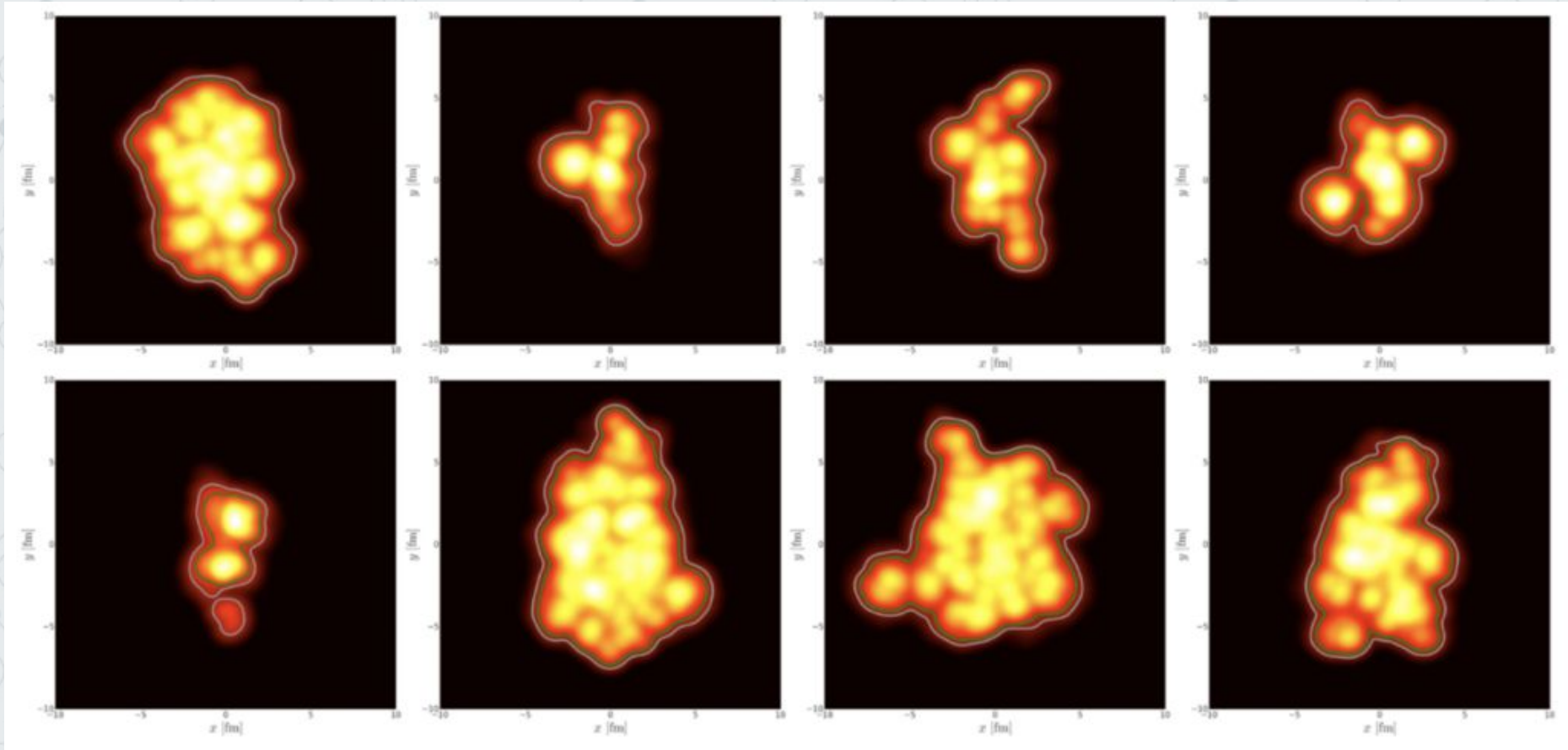


Energitetthet 20x vanlig kjernetetthet, temperatur $1 \text{ GeV} = 10^{12} \text{ K}$

Partikler og energi som måles i detektoren produseres langs en foretrukket akse
($\sim \mp 15\%$).

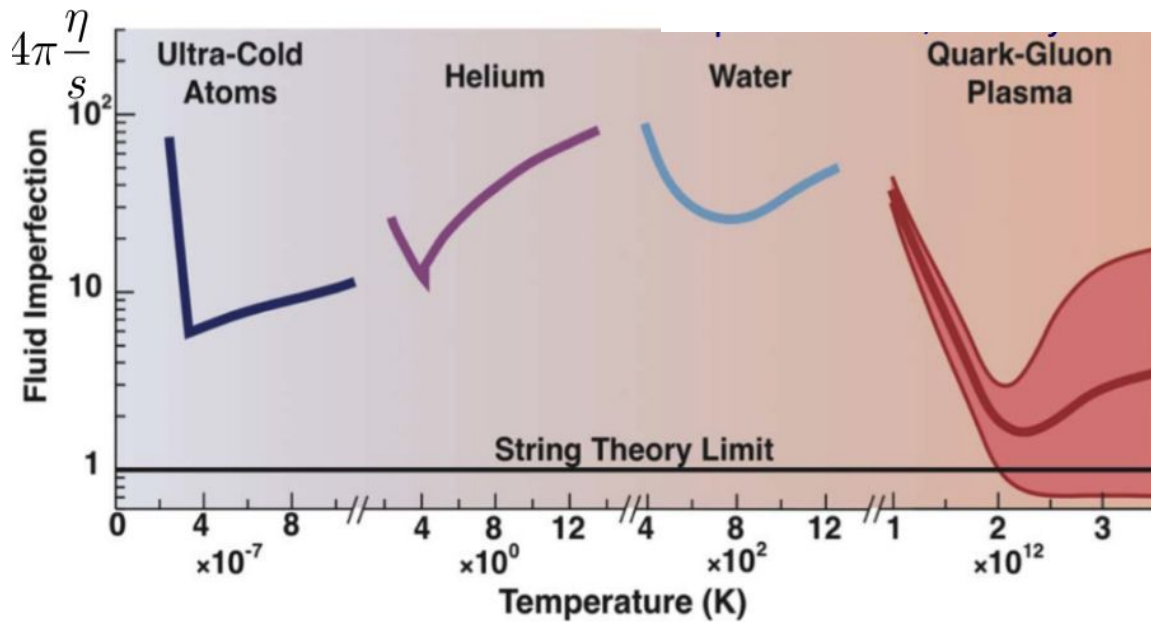
Energitetthet til kvark-gluon plasma i hydrodynamiske simulasjoner

© H. Niemi



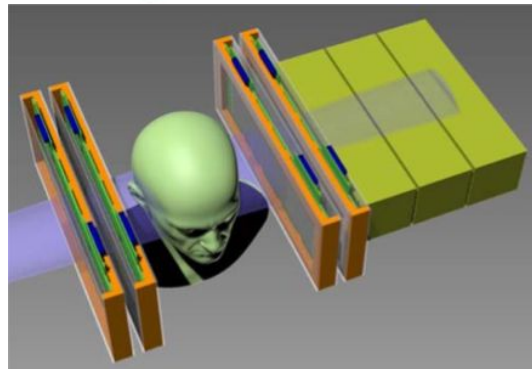
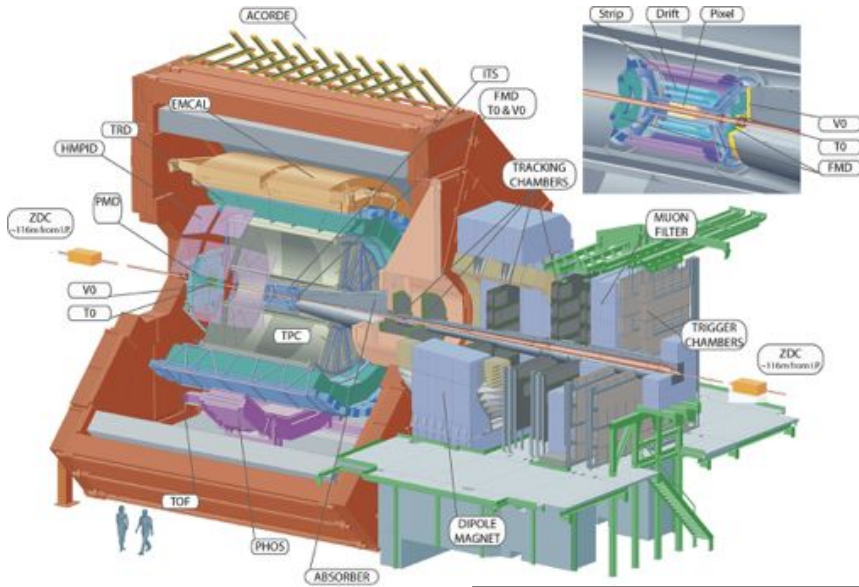
Vi måler resultatene av en ekspansjon av varm kjernematerie!

Kvark-gluon plasma er minst seige væsken i Universet



Kjernematerien oppfører seg ikke som en **gass av fri kvarker og gluoner**, men en sterkt vekselvirkende, nesten **ideell væske**.

CERN og Bergen



FØR...

Pionerer: Odd Dahl, Rolf Widerøe, Kjell Johnsen,...

CERN's første akselerator studier (1952-53) ved Chr. Michelsens Institutt

I DAG

ATLAS, ALICE grupper

- ⊙ Data analyse
- ⊙ Detektor utvikling
- ⊙ Knowledge transfer: proton CT skanner (medisinsk fysikk)

Teori gruppe



**Takk for
oppmerksomheten!**

