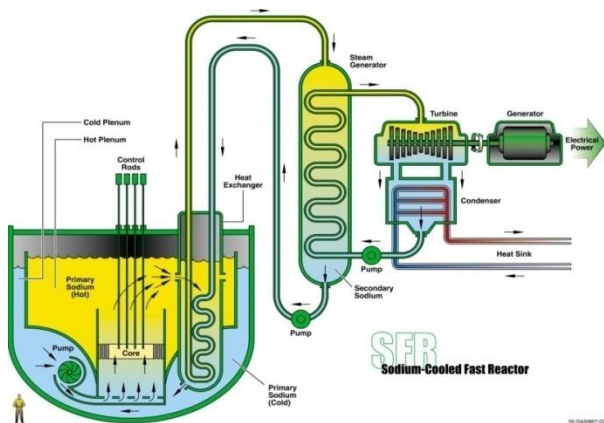
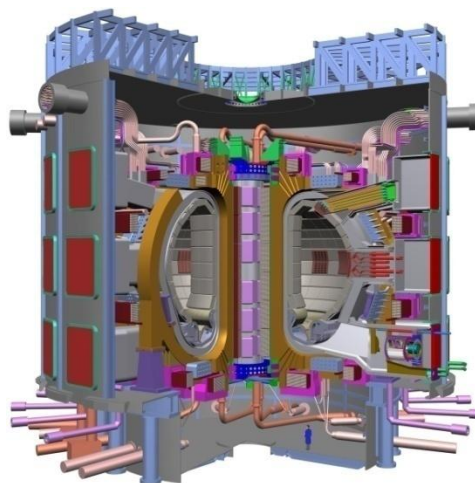


Morgondagens kärnkraft – blir den kall eller varm?



Bridreaktor



Fusionsreaktor



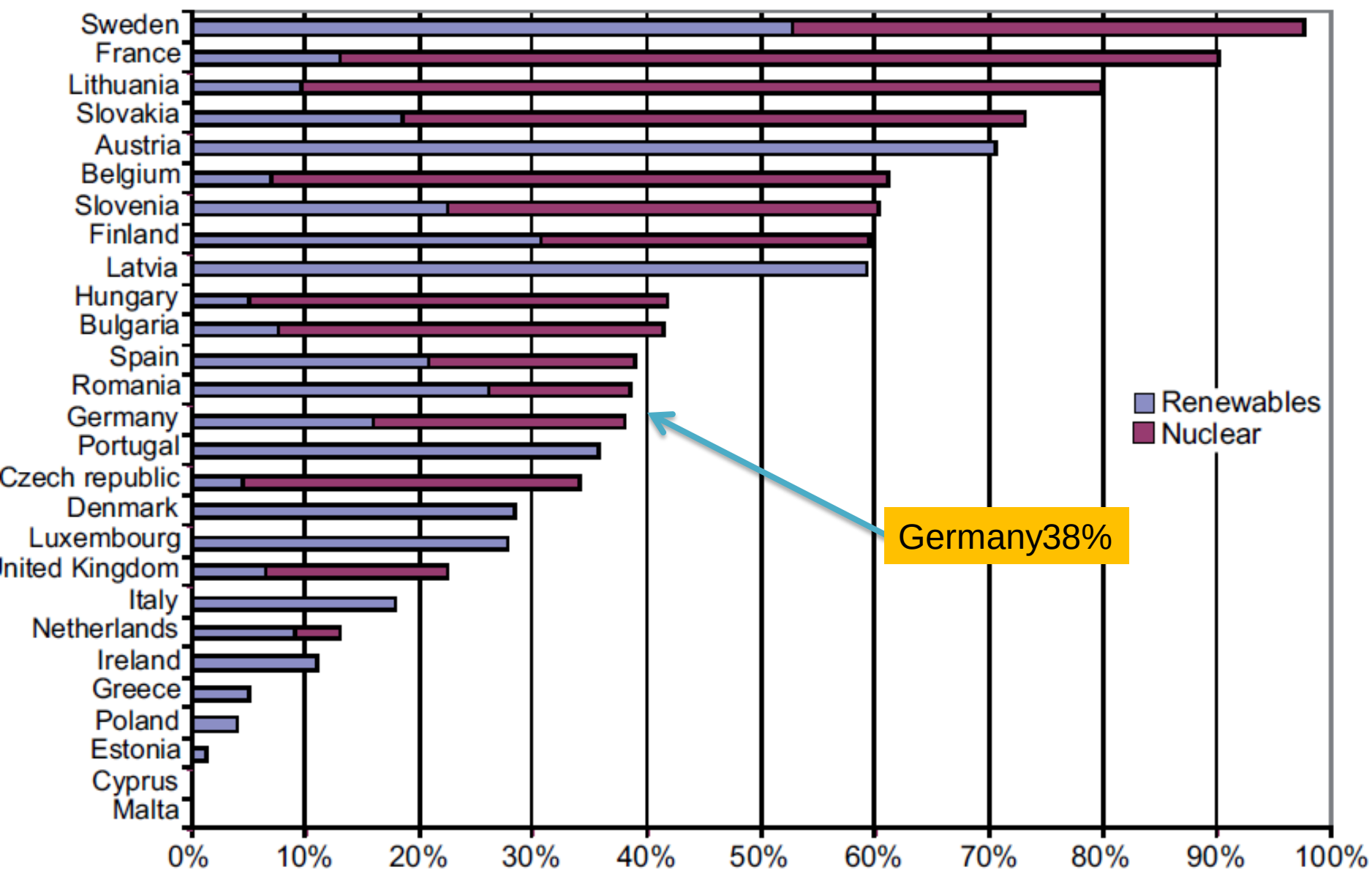
Rossireaktorer

Dagens reaktorer: termiska reaktorer

- I världen finns 440 reaktorer som levererar 14% av elen
- I Europa finns 150 reaktorer som levererar 28% av elen
- I Sverige finns 10 reaktorer som levererar 40% av elen
- Alla dessa reaktorer är termiska: de snabba neutroner som bildas vid fissionen (klyvningen av urankärnan) har bromsats till hastigheter motsvarande temperaturen i moderator-materialet.
- Det motsvarar rörelseenergies under en elektronvolt [eV]

CO₂-free electricity in EU-27

(2008 Eurostat)



Sveriges energianvändning är 400 TWh/år

därav 70 TWh kärnkraftsel

400 TWh svarar mot energivärdet i:

1 långtradare klyvbar uran



alternativt

2 miljoner långtradare kol

Varför?

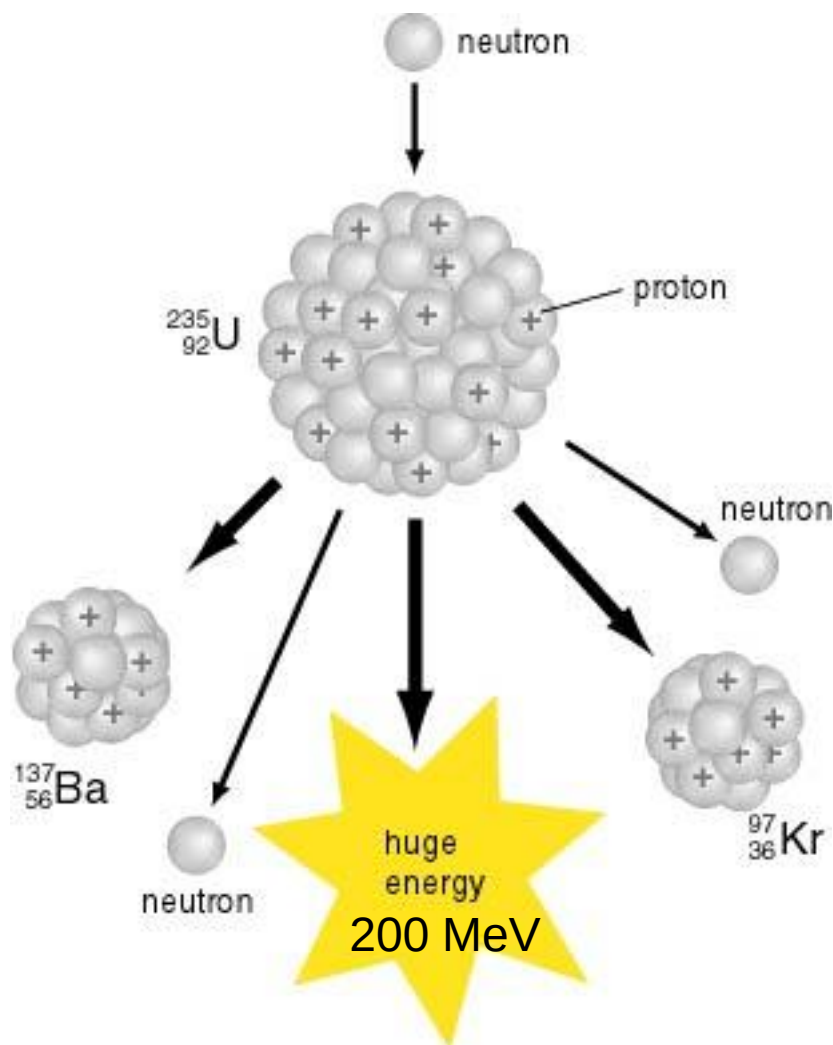
Därför att i en kemisk exotermisk reaktion genereras några eV energi

I en nukleär exotermisk fissionsreaktion genereras **200 miljoner eV energi**

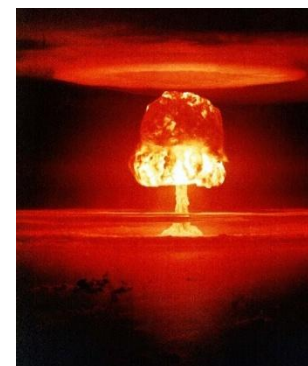
Kärnkraft: Fission = delning



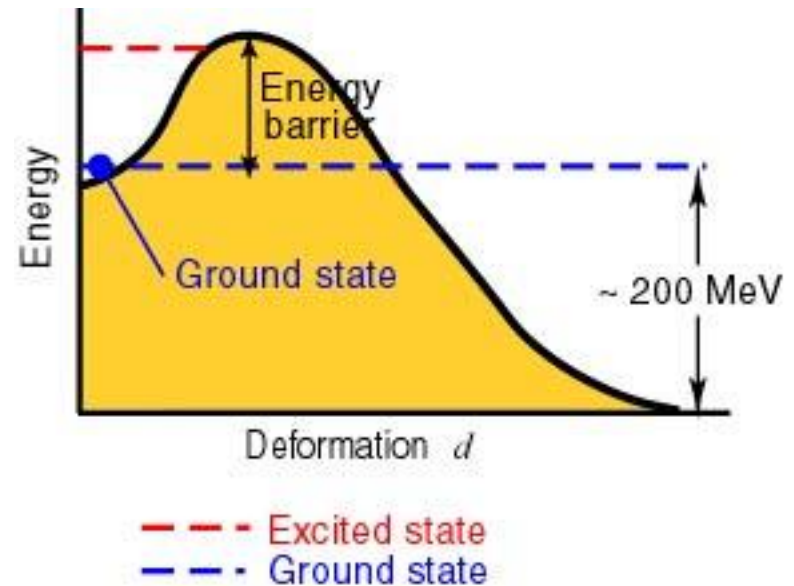
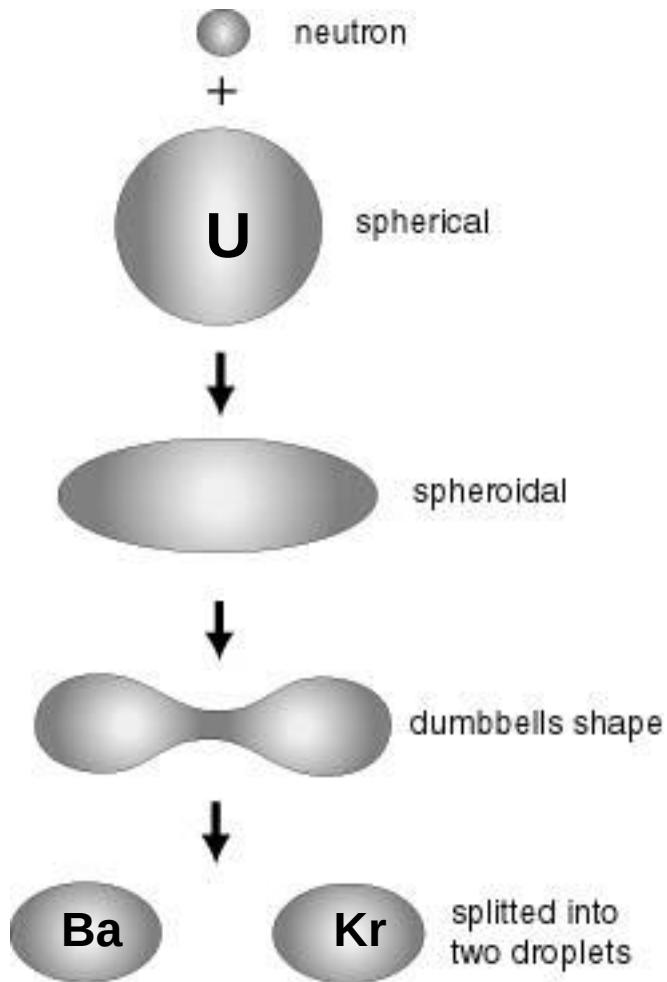
Ger energi



Men även

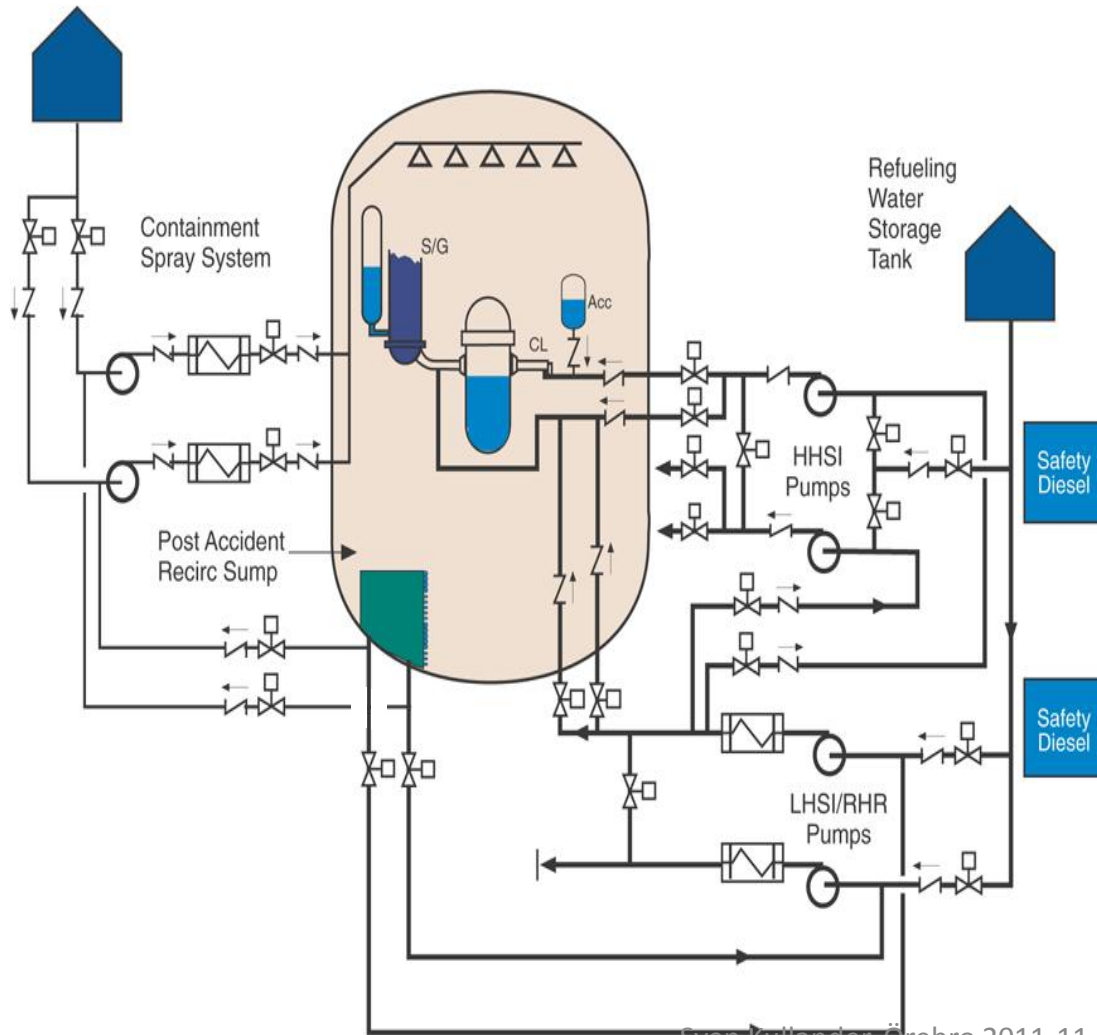


Fission: urankärna fångar in neutron och delas

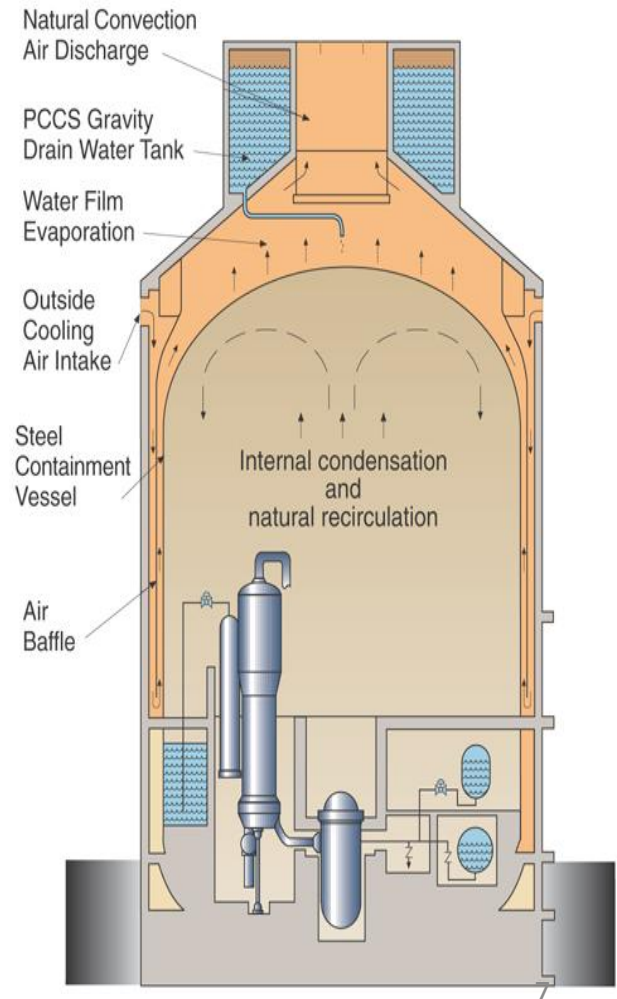


En ny generation kärnkraftverk med “passiva” säkerhetssystem

Standard tryckvattenreaktor
Nuvarande II:a generations reaktorer



Westinghouse AP600/AP1000
Framtida III:e generations reaktorer



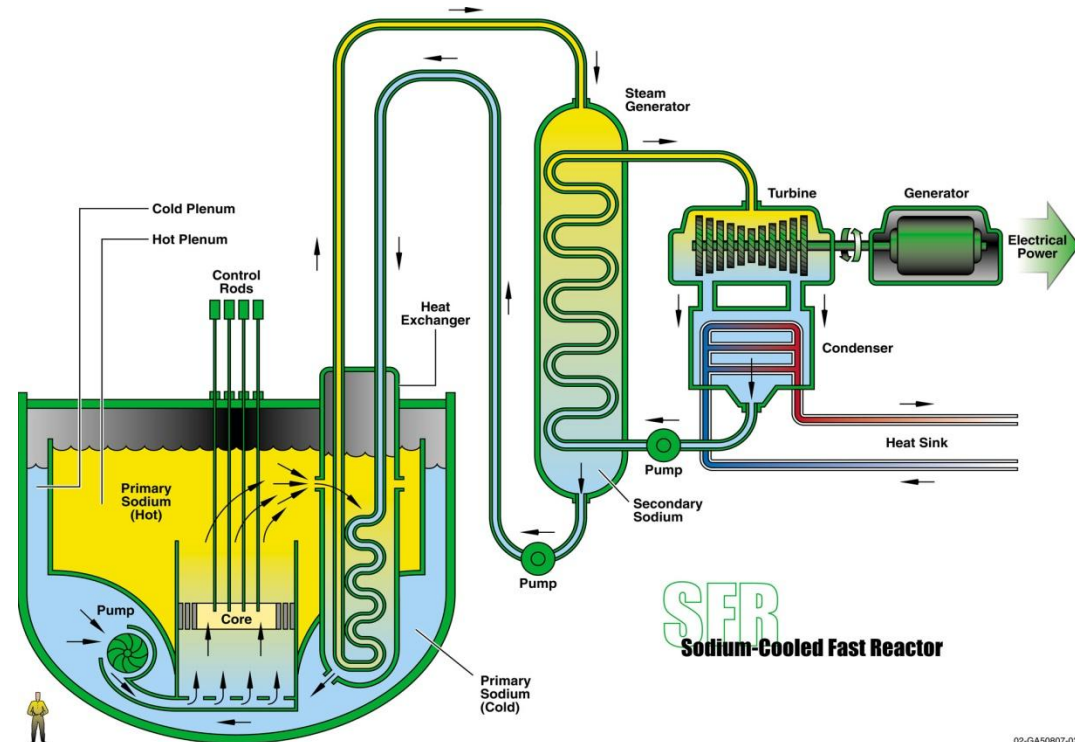
Framtida kärnkraft: Natriumkyld snabb reaktor?

- 550°C temperatur
- 150 - 500 megawatt
- Metall-bränsle
- Utbränning av transuraner (Pu)

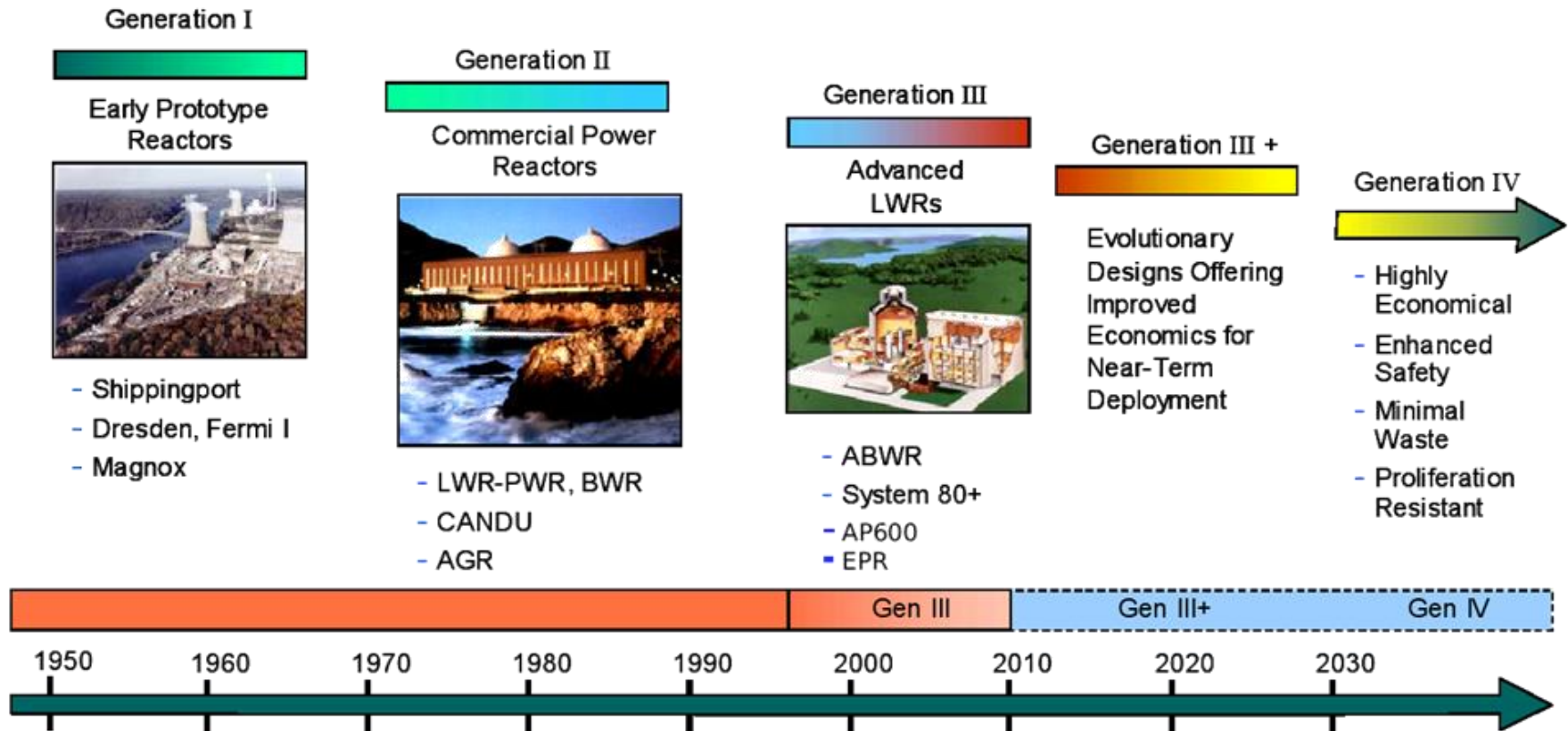
Färdig på 20-talet, utvecklas bl.a.
i Sydkorea och Frankrike

Fördelar

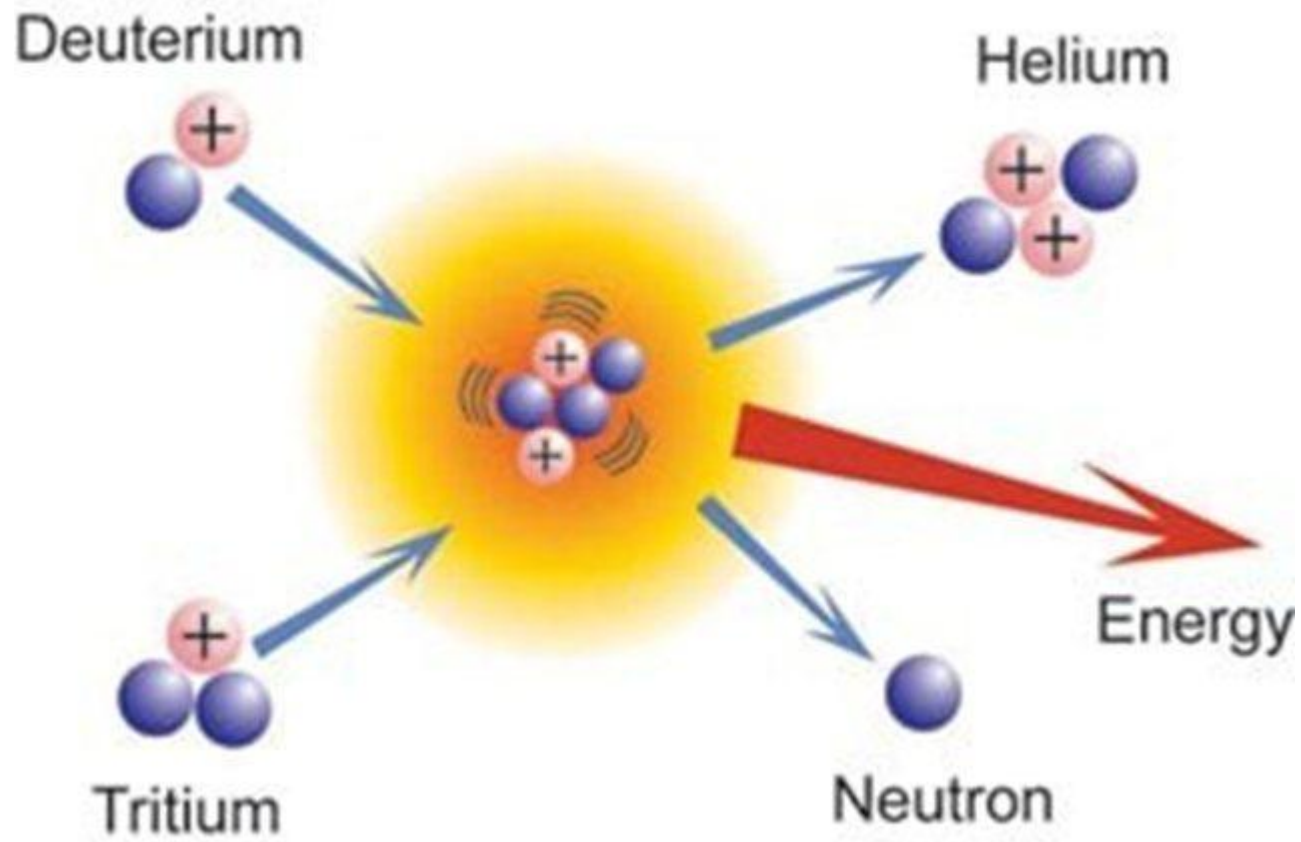
- Minimum avfall och effektivt utnyttjande av bränslet



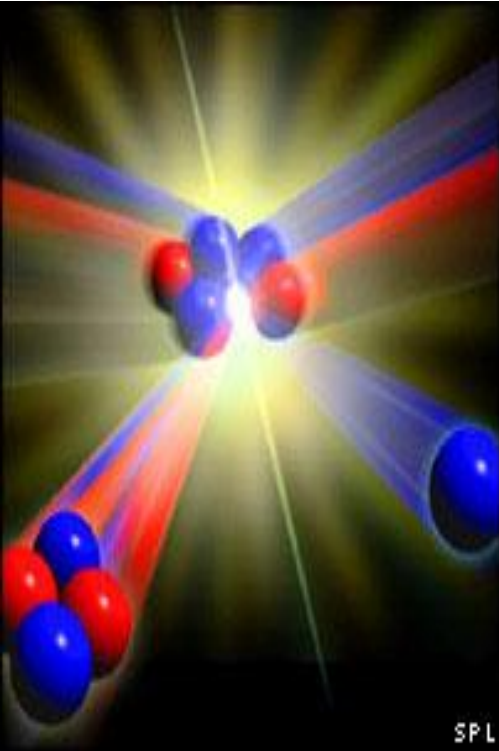
Utveckling av nya reaktortyper tar tid



Fusionsenergin



Fusion = sammanslagning



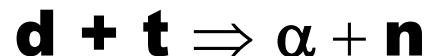
Tre väteisotoper av intresse med 0,1,2 neutroner

Väte-1 = H vanligt väte, kärna proton, p.

Väte-2 = D tungt väte, deuterium, kärna deuteron, d.

Väte-3 = T supertungt väte, tritium, kärna triton, t.

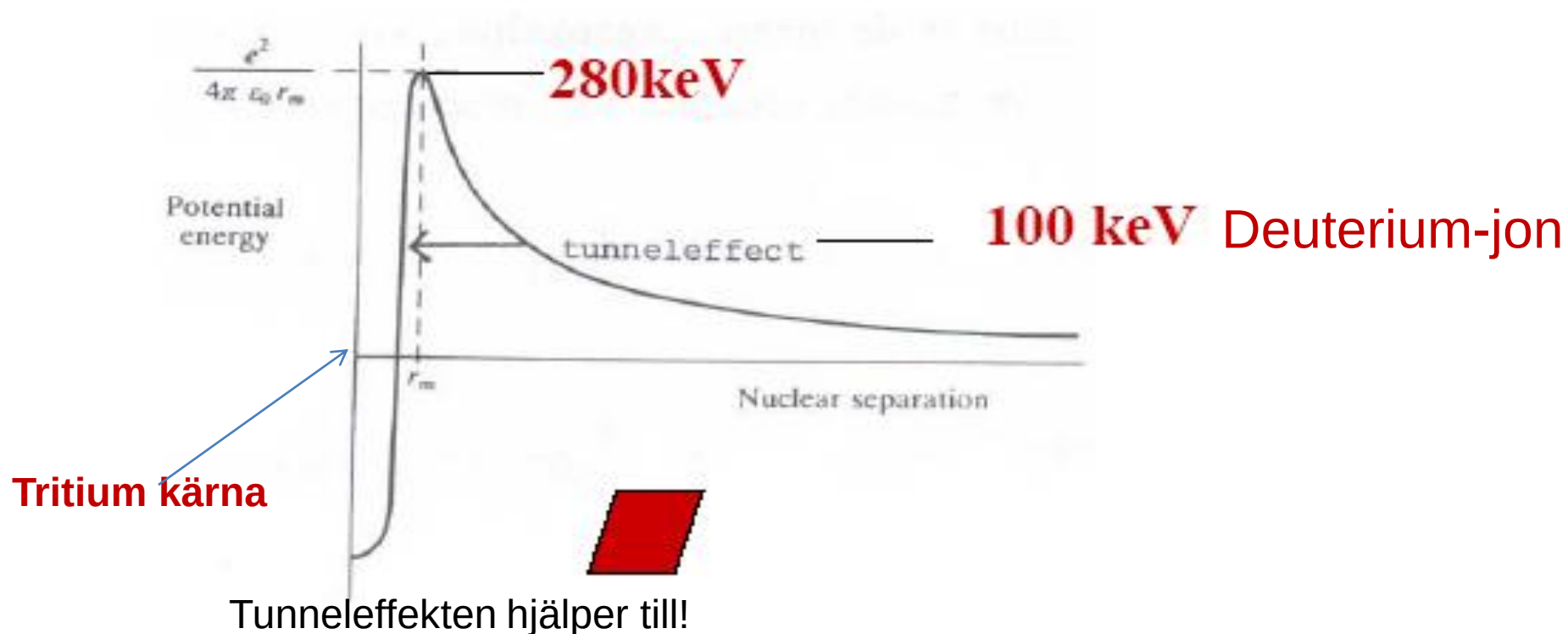
Reaktionen till vänster



Fusionsenergi utvinns genom att tungt och supertungt väte fusionerar och bildar en heliumkärna (α) och en neutron (n).

Kärnreaktioner för fusionsenergi

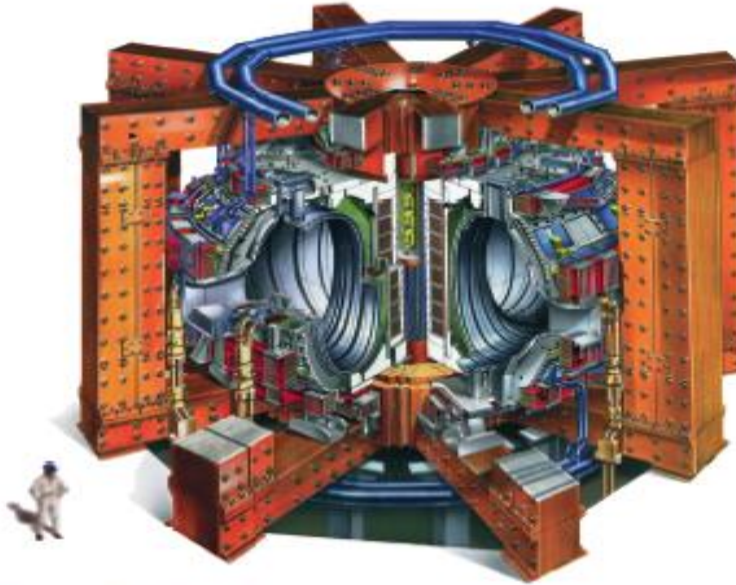
De positiva jonerna (deuterium från joniserat tungt väte) måste ha tillräcklig kinetisk energi för att komma över den repellerande Coulomb-barriären för att smälta samman med tritium-kärnan.



JET

Joint European Torus

The largest tokamak in the world



Svenska fusionsforskare från KTH, CTH, och Uppsala deltagar i detta experiment

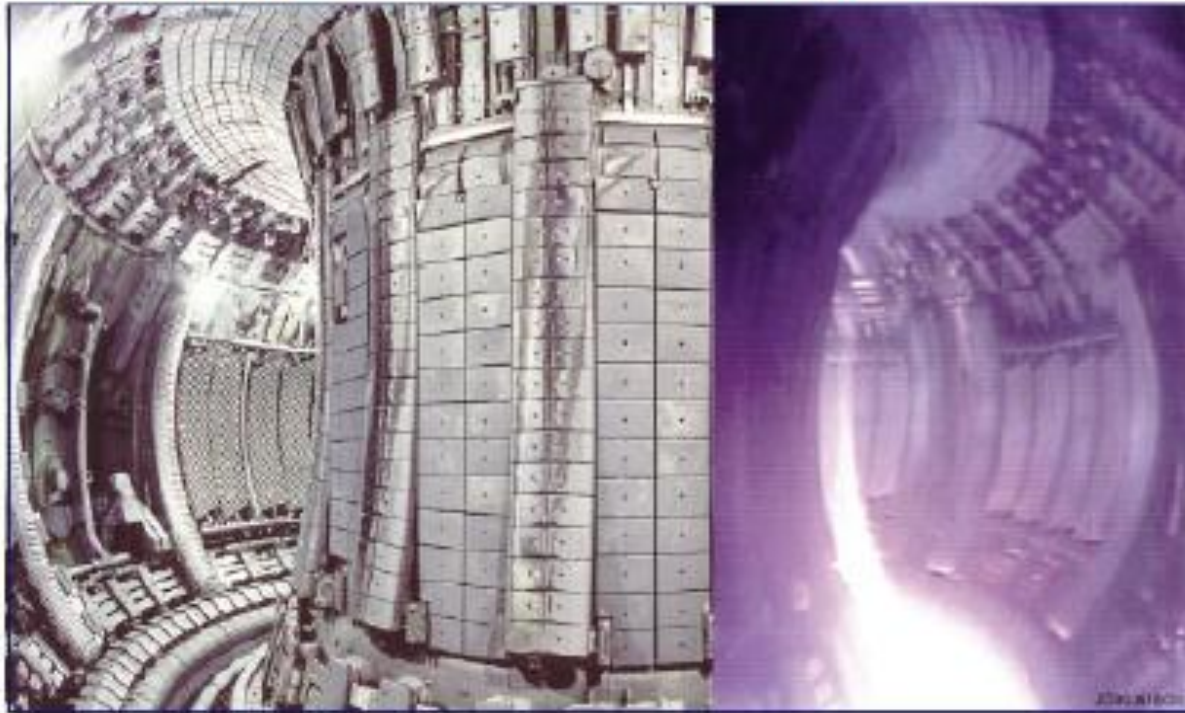
JJET is a **Tokamak** with:

- Torus radius 3.1m
- Vacuum vessel 3.96m high x 2.4m wide
- Plasma volume 80m³
- Plasma current up to 5MA
- Main confining field up to 4 Tesla

View of the inside of JET

Without plasma

With plasma



1997 erhöjls 16 MW energi
Under någon sekund
Q-värde 70%

Sven Kullander, Örebro 2011-11-23

Nästa steg i fusionsforskningen – ITER experimentet

Beslutades av Reagan och Gorbatjev på 70-talet.

Men det tog 30 år att konkretisera beslutet:

Juni 2005 fattades beslut mellan sex samarbetspartners Europa, Japan, Ryssland, USA (10%), Kina (10%) och SydKorea (10%) att bygga anläggningen i Europa. Platsen är Cadarache i Sydfrankrike (nära Marseille).

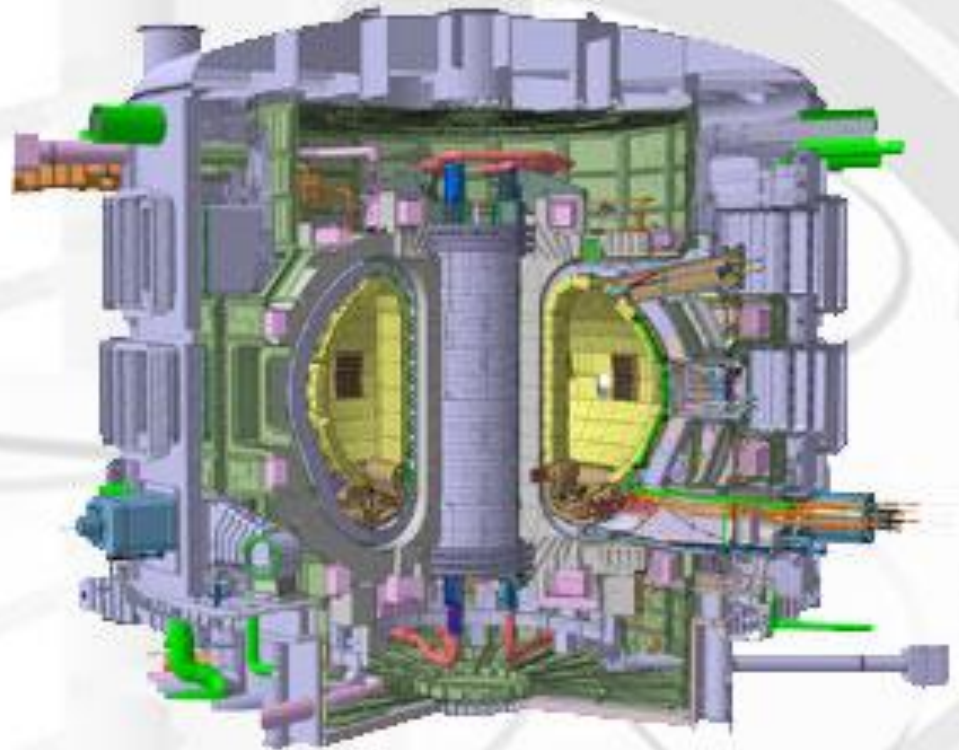
Efter att administrativa och legala formaliter undanröjts har ett flertal andra länder anslutit sig däribland Indien, Argentina, Brasilien.

Från europeiskt (JET) till världsprojekt (ITER)



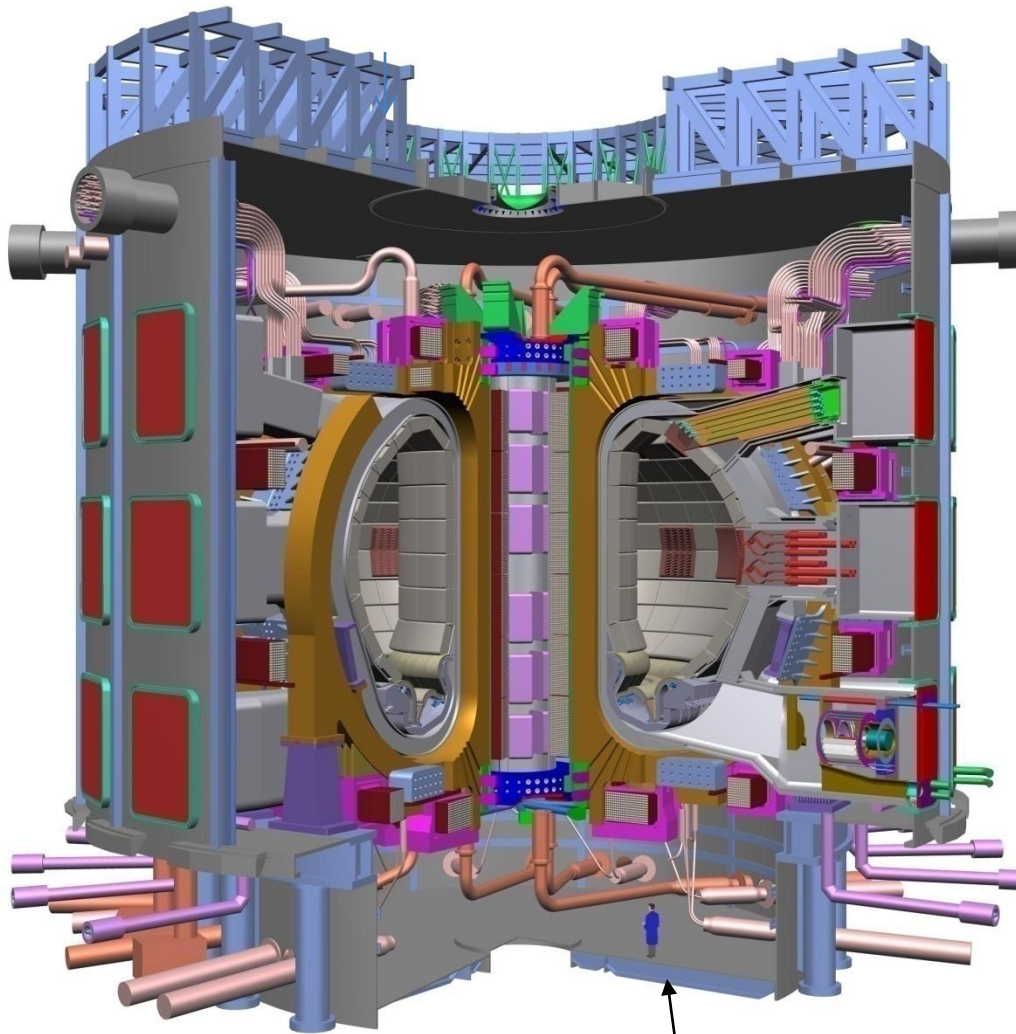
JET

11.5 metre



ITER

ITER – nästa etapp inom fusionsforskning



Fysiker

Plats: Cadarache, F

kollaboration: Hela världen

Status: Under konstruktion

Kostnad: 7 miljarder euro

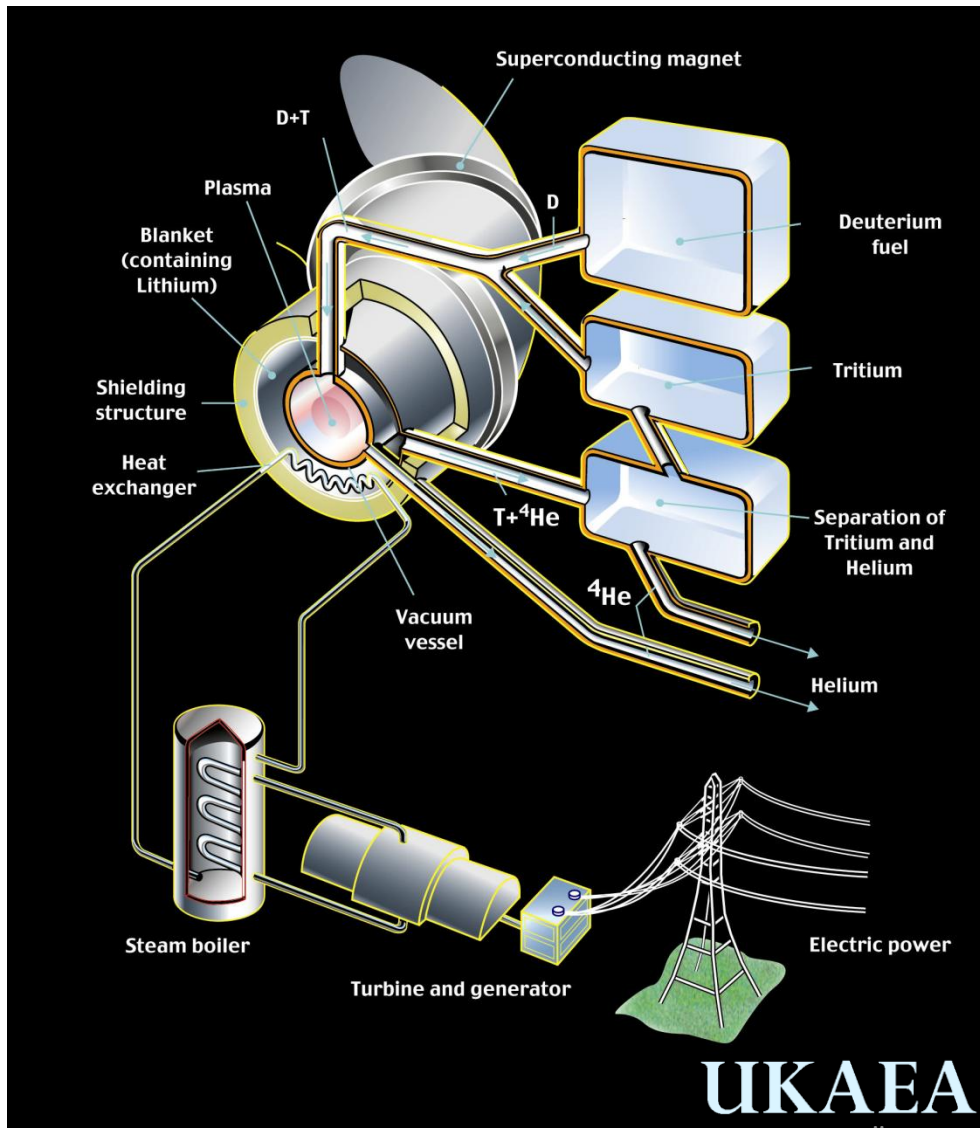
Målsättning att producera 500 megawatt under 500 sekunder

ITER = vägen
www.iter.org

ITER- Cadarache- start ~2020



Fusionskraftsanläggning efter 2050?



Litiumvägg fångar in neutroner från fusionsprocesser vilket:

Får vatten att koka i en värmeväxlare för ångproduktion för drift av en generator.

Reaktioner mellan neutroner och litium leder till produktion av tritium, den ena bränslekomponenten för fusionsprocessen.

Energikatalysatorn E-cat

Spännande projekt med många frågetecken



David Bianchini, Andrea Rossi, Giuseppe Levi

En halv megawatt i Bologna!

Från Ny Teknik 29 oktober



Nominell effekt är
1 megawatt från 100
E-cats.

Testades i Bologna
28 oktober 2011.

Bild från ny Teknik 29 oktober

En halv megawatt E-cat i Bologna!

Från Ny Teknik 29 oktober



Anläggningen bestod av drygt 100 parallellkopplade moduler av energikatalysatorn – Rossis uppfinning som möjligen producerar värme ur en hittills okänd kärnreaktion.

En halv megawatt värme vid själv-gående drift, i över fem timmar. Det producerade Andrea Rossi med sina energikatalysatorer på fredagen, enligt Rossis kund.

Omkring kvart över tio på fredagen den 28 oktober startade provet av Andrea Rossis anläggning på potentiellt en megawatts effekt, i en industrihangar i Bologna.

Ny Tekniks referat av testrapport från demo 28 oktober

- [Testrapport \(http://www.nyteknik.se/incoming/article3303693.ece/BINARY/Report+Ecat+Oct28+%28pdf%29\)](http://www.nyteknik.se/incoming/article3303693.ece/BINARY/Report+Ecat+Oct28+%28pdf%29)
- [Enligt rapporten](#) bestod anläggningen av 107 moduler. Ny Teknik räknade dock till 52 moduler inuti containern och 64 extra moduler monterade på containerns tak – totalt 116.
- **Två pumpar försåg modulerna med kylvatten som värmdes till kokning och ångan leddes ut till fyra stora fläktkylda kondensationselement. Vattnet återfördes sedan till pumparna via en vattentank.**
- Kundens kontrollant, Domenico Fioravanti, mätte ångans temperatur vid utloppet utanför containern, samt inloppsvattnets temperatur. Andrea Rossi mätte förutom detta även temperatur på ett stort antal av modulerna.
- Enligt kontrollanten Fioravanti började de elektriska värmepatronerna i modulerna att förses med ström från generatoren omkring kl 10.30, initialt med effekten 120 kW vilket successivt stegrades till 180 kW.
- Klockan 12.30 inleddes självgående drift vilket innebär att strömmen till elpatronerna som används för att "tända" processen stängdes av. Därefter drevs anläggningen utan annan tillförd energi än till fläktar och pumpar i fem och en halv timme.
- **Med avdrag för energin till pumpar och fläktar, totalt 66 kWh, betyder det en nettoenergi på 2569 kWh, vilket ger en medeleffekt på 467 kW.**
- Om man drar av den tillförda energin under uppvärmningen, omkring 320 kWh vid en medeleffekt på 160 kW, är nettoenergin fortfarande 2249 kWh. Dessutom bör man då göra en uppskattning av utmatad energi under uppstarten.
- Enligt strålningsmätning utförd av David Bianchini från Bolognas universitet kunde inga värden över bakgrundsstrålningen registreras.

Test på en av de 100 enheterna

- Testen gjordes 6 oktober i Bologna
- Varje enhet bestod av tre E-cats
- Endast en av de tre E-cats användes
- Värmeväxlare för att undvika problem med ångan
- Närvaro av bland andra Roland Pettersson
- Närvaro också av Ny Teknik, Mats Lewan

Värmeväxlaren



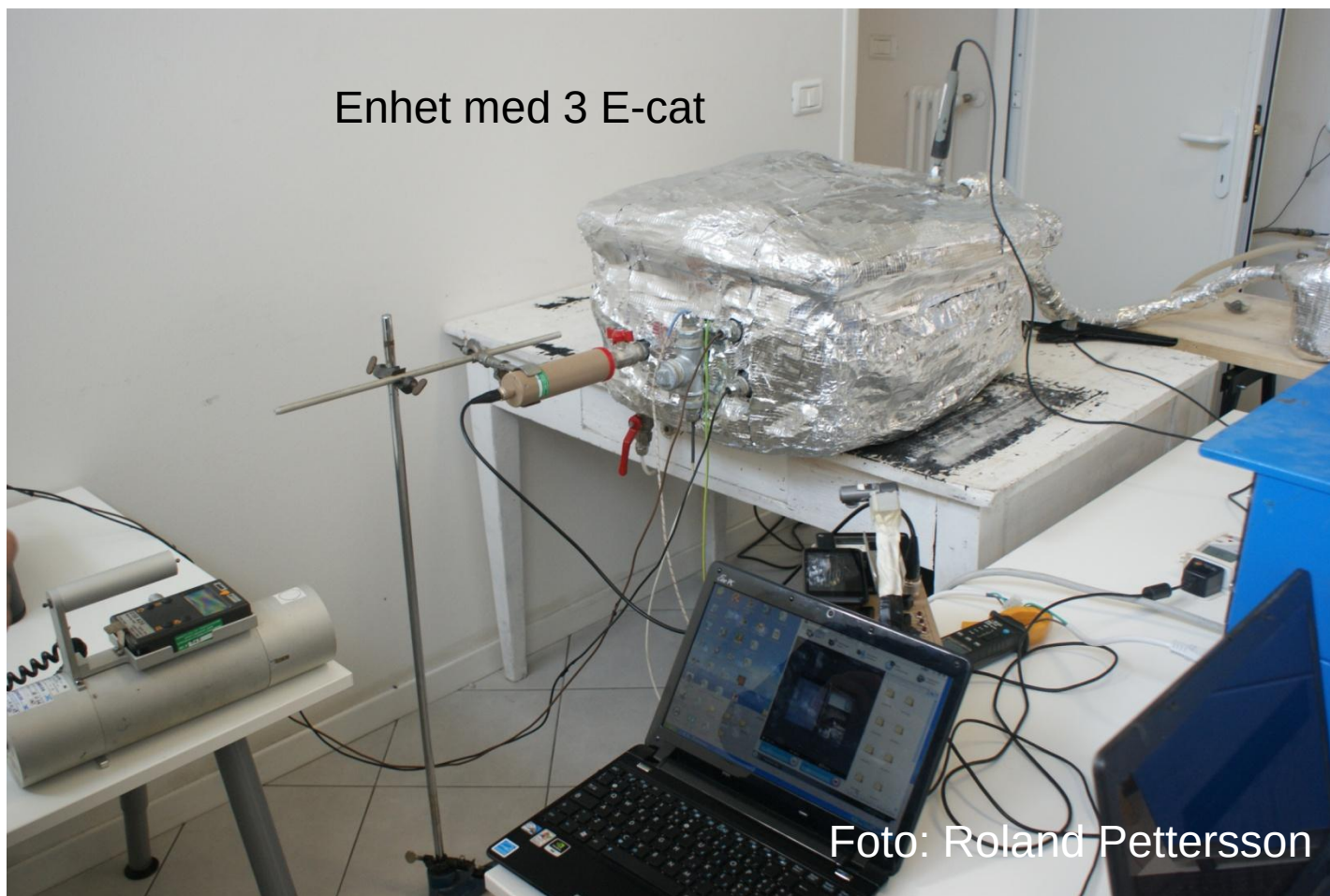
Foto: Roland Pettersson

Värmeväxlaren isolerad



Foto: Roland Pettersson

Mätuppställningen 6 oktober



Öppnad E-catlåda



Mats Lewan Ny Teknik

Resultat 6 oktober mätning enligt Mats Lewan

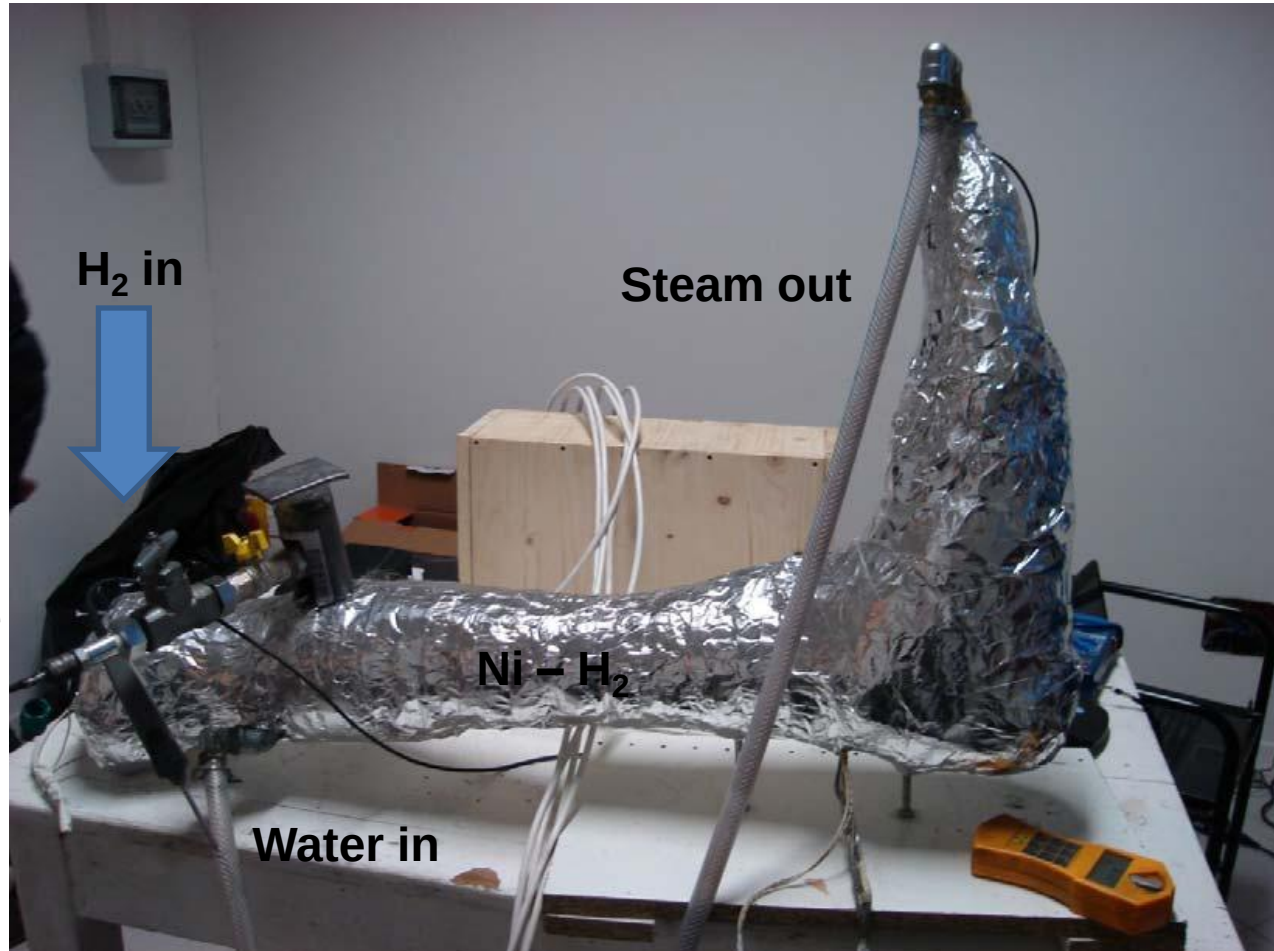
- **Mätningar pågick mellan 11:52 – 19:15**
- **Uppvärmningsfas fram till 15:53 med ca 2 kW**
- **Ångbildning från 13:48**
- **Ingen eluppvärmning mellan 15:53 – 19:15**
- **Temperatur på utgången av E-cat ca 115 °C**
- **Värmeväxlaren: In ca 25 °C, Ut 29 – 35 °C, Flöde ca en hink/min**
- **Beräknad effekt under tre timmar utan eltillförsel 2 – 3 kW**
- <http://www.nyteknik.se/incoming/article3284962.ece/BINARY/Test+of+E-cat+October+6+%28pdf%29>

Hur diskussionen började i Sverige

Ny Tekniks Mats Lewan, civilingenjör i teknisk fysik uppmärksammade den 20 januari vad som hade presenterats vid en demonstration den 14 januari i Bologna.

Rossi Energy Catalyzer

Report on heat production during preliminary tests on the Rossi "Ni-H" setup
Dr. Guiseppe Levi, University of Bologna, 14 January 2011



2 – 20 bar
150 – 500 °C

Indirekt
Vattenkylning

Katalytisk
effekt genom
ospecificerade
"additives".

Bly täckt med
bor omger
apparaten

Kall fusion – nu skall den vara klar för produktion

MATS LEWAN Ny Teknik 20 januari 2011

- Inför ca 50 inbjudna vetenskapsmän och journalister visade Andrea Rossi och Sergio Focardi upp sitt experiment i en industrihangar utanför Bologna i fredags.
- Forskarna anser att det rör sig om [kall fusion](#), men säger sig samtidigt inte ens själva ha en klar fysikalisk förklaring av förloppet.
- Av den anledningen har [en beskrivande artikel som forskarna skrivit](#) inte accepterats av etablerade vetenskapliga tidskrifter.
- **Under demonstrationen** som pågick någon timme framkom att apparaten "tänds" med en elektrisk resistans. Inmatad effekt var omkring 1 kW.
- Samtidigt producerade apparaten värme med effekt mellan 10 och 12 kW vilken användes till att koka bort 13 liter vatten.
- **I apparaten ingår nickel och väte**, och endast pikogram förbrukas vid reaktionen. Efter användning finns spår av koppar, vilket tyder på fusion av nickel och väte.

Mitt engagemang

- 24 januari med Göran Eriksson i TV4 morgonsoffa
- 14 februari med Hannu Essén hos Ny Teknik
- 24 februari besöker Rossi Uppsala
- 28-30 mars med Hannu Essén i Bologna
- 4 juli besöker Rossi Uppsala

Argument för min resa till Bologna

- Resultaten omöjliga förklara med hjälp av känd kärnfysik
- Uppvisningarna i Bologna görs under stort hemlighetsmakeri
- Focardi är en gammal fysiker med bakgrund i CERN
- Rossi är en entrepreneur och skicklig ingenjör

**När jag inbjöds deltaga i ett testexperiment den 28 mars
accepterade jag det dels för att få en "hands on" upplevelse
och dels lära känna människorna kring projektet.**

Universitetshuset i Bologna



Focardi

Levi

Figure 1 showing Andrea Rossi (left) and Giuseppe Levi (right). Shown are the water pump in yellow, three bare Rossi devices (ECATS) and one heat insulated Rossi device (ECAT) which was used for the experiment. In the middle of the horizontal section is seen the container ca 50 cm³ with the hydrogen gas fill pipe on its top. The electric heater is connected at the end of the horizontal section. The chimney is used for the steam accumulation. (Photo: Sven Kullander).



*Figure 2 showing in principle the same ECATs as in figure 1 but in another perspective.
(Photo: Giuseppe Levi).*



Figure 3 shows the central fuel container between the 35 and 40 cm marks on the ruler about 50 cm³ in volume. (Photo: Giuseppe Levi).

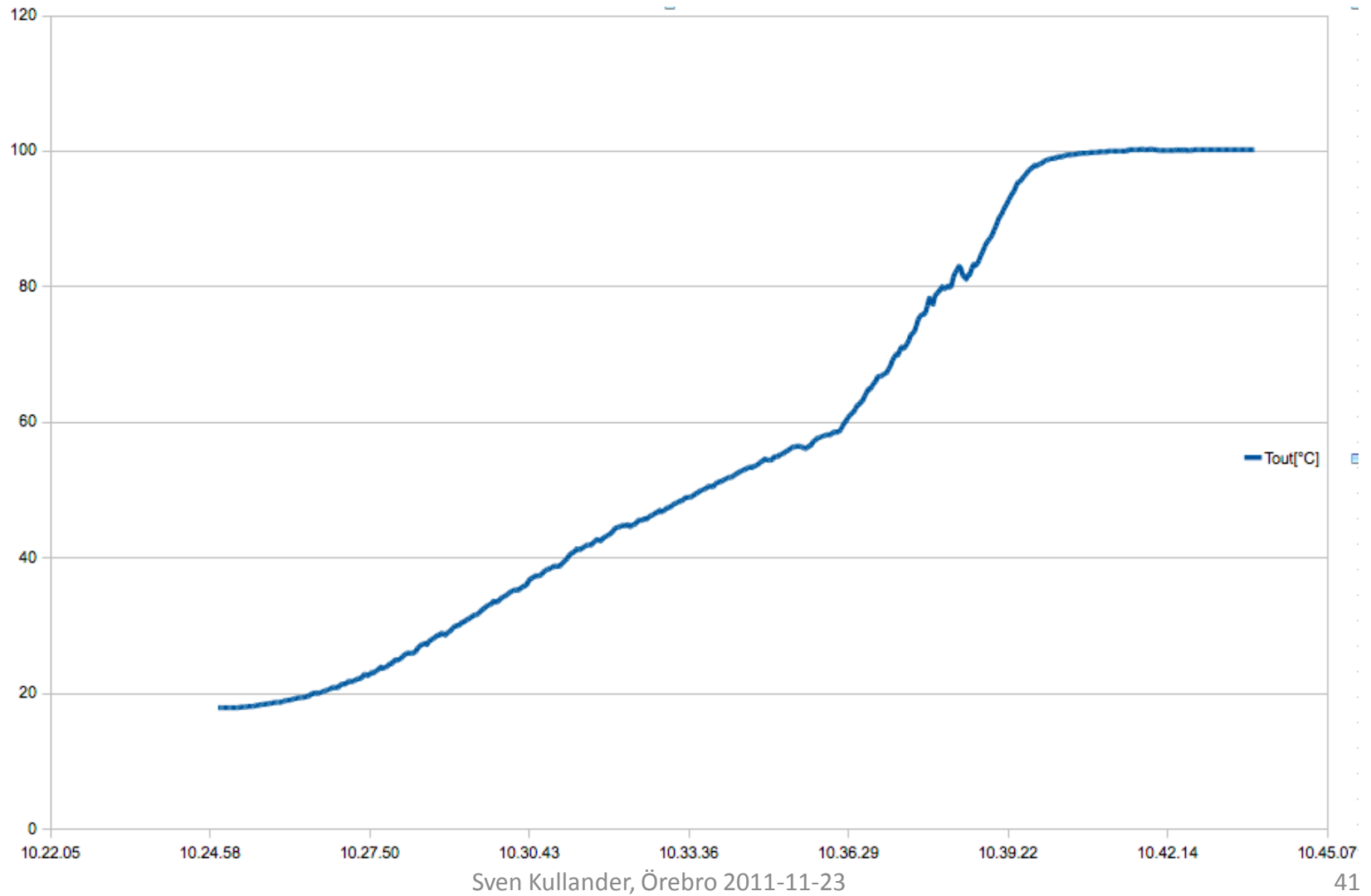


Figure 4 showing the chimney with the black outlet tubing, the thermocouple holder and on the top, the steam exhaust valve. (Photo: Giuseppe Levi).

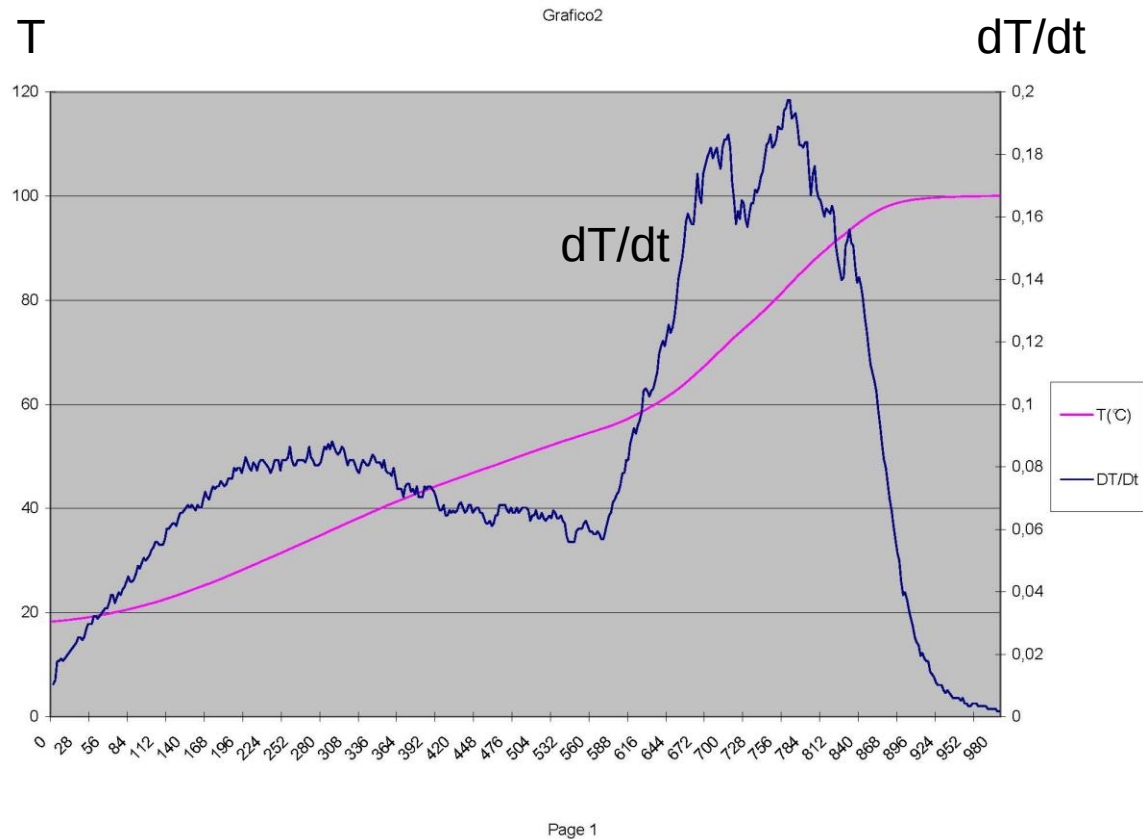


Sven Kullander, Örebro 2011-11-23

*Figure 6. The evolution of temperature in Celsius degrees versus the time in hour.minute.second.
(Photo: Giuseppe Levi).*



Differential temperature increase



Courtesy: David Bianchini

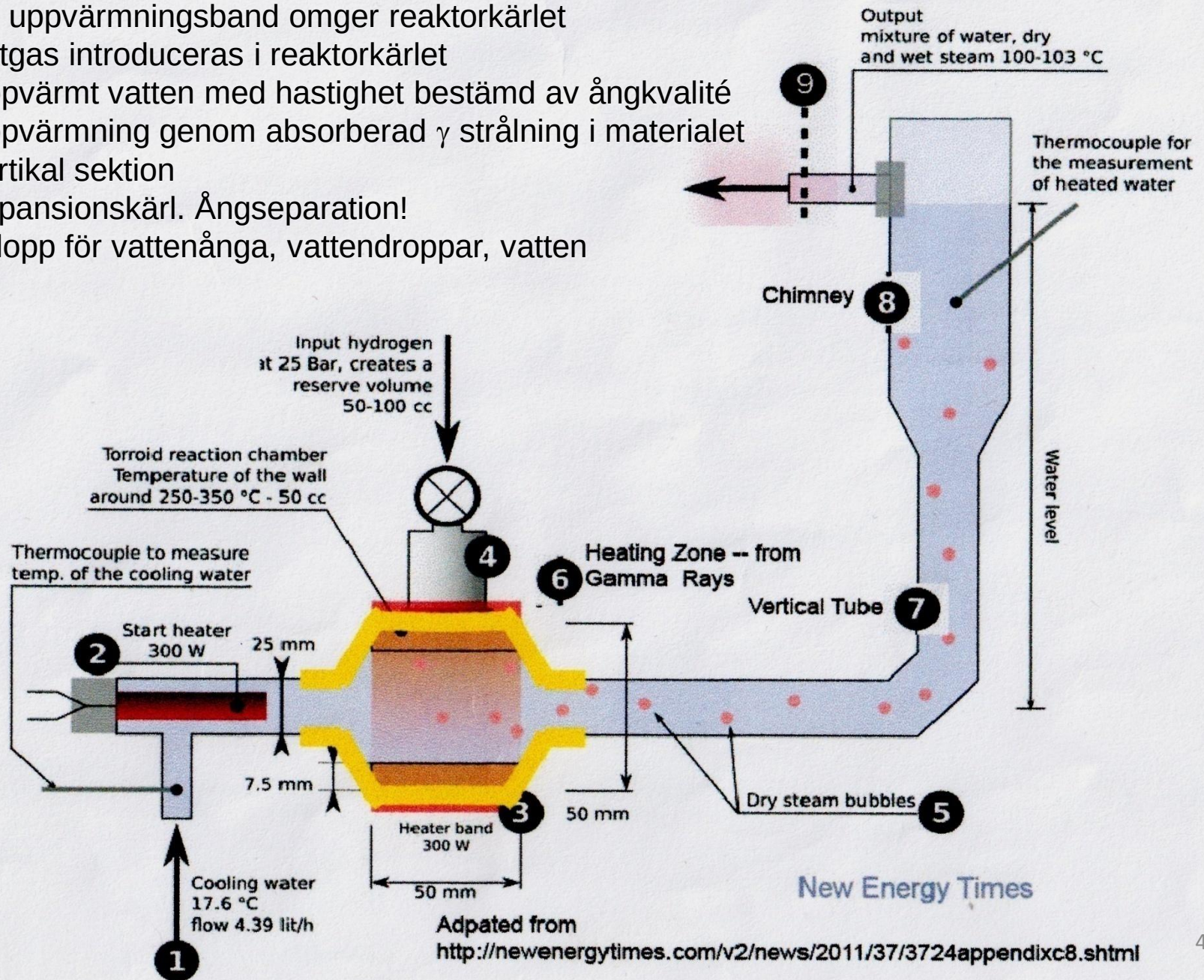
*Figure 7. The monitoring of the exhaust temperature during the experiment.
(From Giuseppe Levi).*



*Figure 10. David Bianchini, Andrea Rossi holding the mini ECAT and Giuseppe Levi.
(Photo: Sven Kullander).*



1. Kylvatten pumpas in
2. En elvärmare förvärmer vattnet
3. Ett uppvärmningsband omger reaktorkärlet
4. Vätgas introduceras i reaktorkärlet
5. Uppvämt vatten med hastighet bestämd av ångkvalité
6. Uppvärmning genom absorberad γ strålning i materialet
7. Vertikal sektion
8. Expansionskärl. Ångseparation!
9. Avlopp för vattenånga, vattendroppar, vatten



Our observations

The 100 °C temperature is reached at 10:42 and at about 10:45 all the water is completely vaporized found by visual checks of the outlet tube and the valve letting out steam from the chimney. This means that from this point in time, 10:45, 4.69 kW power is delivered to the heating and vaporization, and $4.69 - 0.30 = \underline{4.39 \text{ kW}}$ would have to come from the energy produced in the internal nickel-hydrogen container.

Bränslens energi

- Olja $\text{C}_8\text{H}_{18} + 12,5\text{O}_2 = 8\text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O}$ 12 kWh/kg 10 kWh/liter
- Väte $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ 40 kWh/kg 3 kWh/liter
- Nickel $\text{Ni} + \text{p} \rightarrow \text{Cu} + \gamma$ $1,6 \times 10^6$ kWh/kg 14×10^6 kWh/liter

I kemiska reaktioner omsätts några eV per reaktion

I kärnreaktioner omsätts några MeV per reaktion

Två artiklar med Focardi

A new energy source from nuclear fusion*

S. Focardi(1) and A. Rossi(2), March 22, 2010

(1)Physics Department Bologna University and INFN Bologna Section

(2)Leonardo Corp. (USA) - Inventor of the Patent

*) Icke antaget manuskript men publikt tillgängligt på den inofficiella websaiten Journal of Nuclear Physics

Experiments performed

days	method	input energy	output energy	out/inp
2008-5-28	A	0,2	83	415
2008-6-11	A	0,806	165	205
2008-9-2	A	0,5	40	80(*)
2009(2-17 - 3-3)	B	5,1	1006,5	197
2009(3-5 - 4-26)	B	18,54	3768	203
2009-10-22	C	0,018	3,23	179

- A. Mängden vatten som ångar bort mäts
- B. Uppvärmning i element kalibrerad med känd värmekälla
- C. Temperaturen i vattens inflöde jämfört med den i utflöde

Energier i kWh

*) The anomaly in this experiment is due to contamination of the fuel

Anomalous Heat Production in Ni-H Systems.

S. FOCARDI, R. HABEL and F. PIANTELLI

IL NUOVO CIMENTO, Vol.107°, N. 1, 1994, page 163

Summary. -- Evidence for a 50 W anomalous heat production in a hydrogen loaded nickel rod is reported.

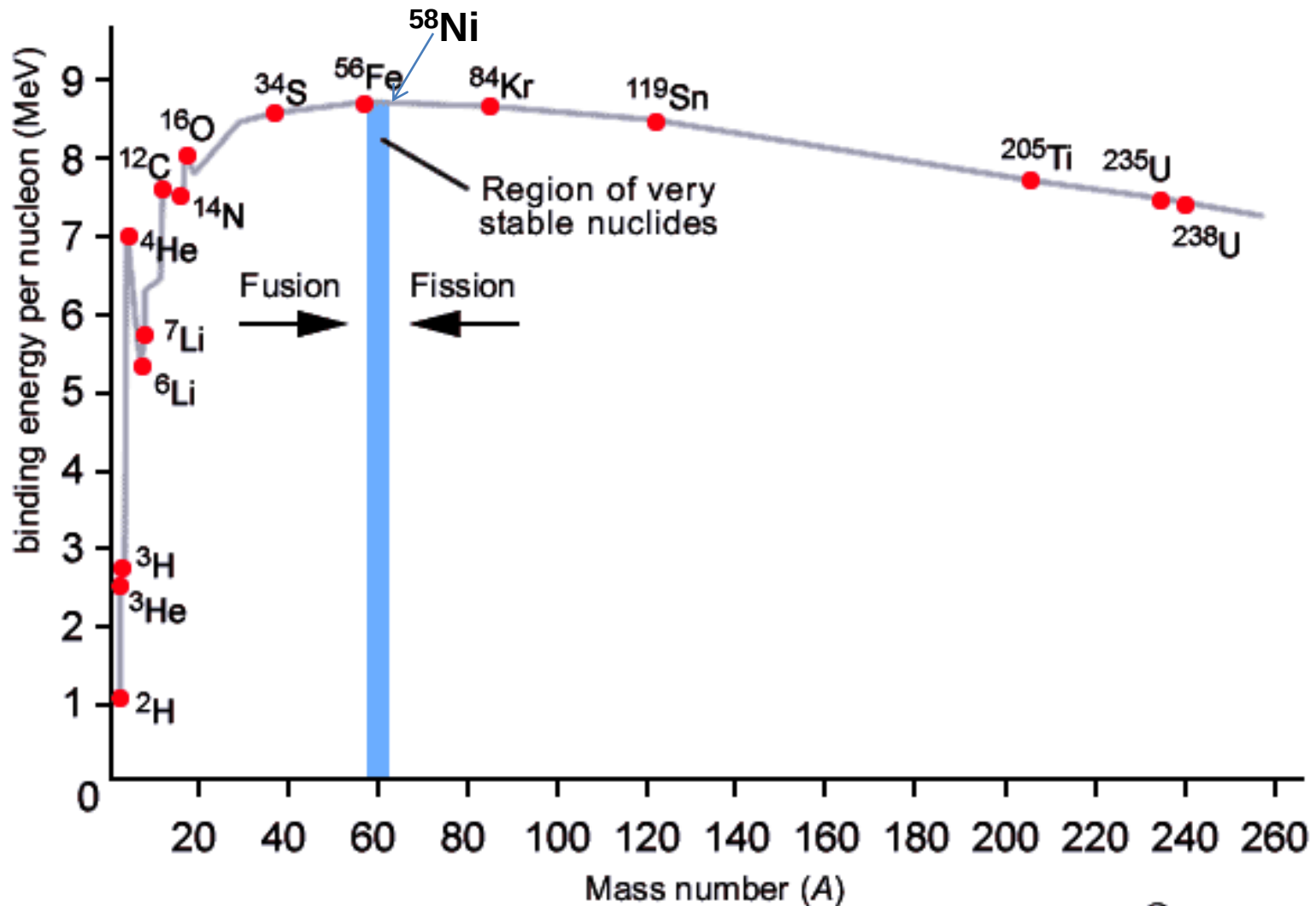
PACS 25.70.Jj - Fusion and fusion-fission reactions.

A nickel rod 90 mm long 5 mm diameter placed in a chamber, loaded with hydrogen and heated by a platinum heater gives rise to an excess heat beyond that provided by the heater, 44 W for 24 days giving an excess energy of 90 MJ which is at least three orders of magnitude larger than any known chemical reaction involving H₂ and Ni. The power excess is about a factor two greater than the electric energy provided. No radiation, neutrons and gammas were detected.

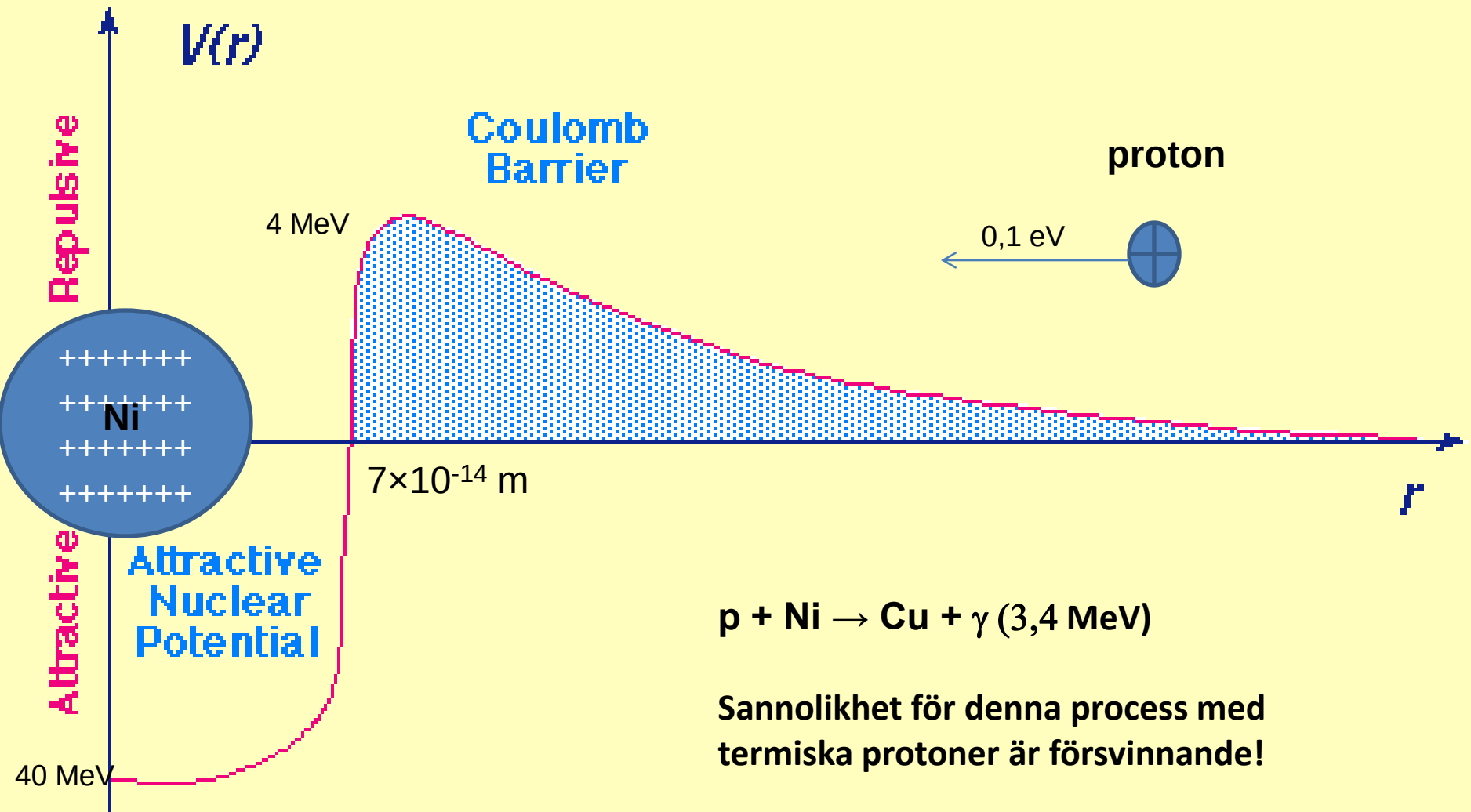
Temperature 470 °C, pressure 570 mbar, loading 0,05 literxatm

Några fysikbegrepp

Bindnings-energi per nukleon



Dilemmat är Coulomb-repulsionen



Criticism from Journalist Steve Krivit

FROM Essén, Kullander Travel Report:

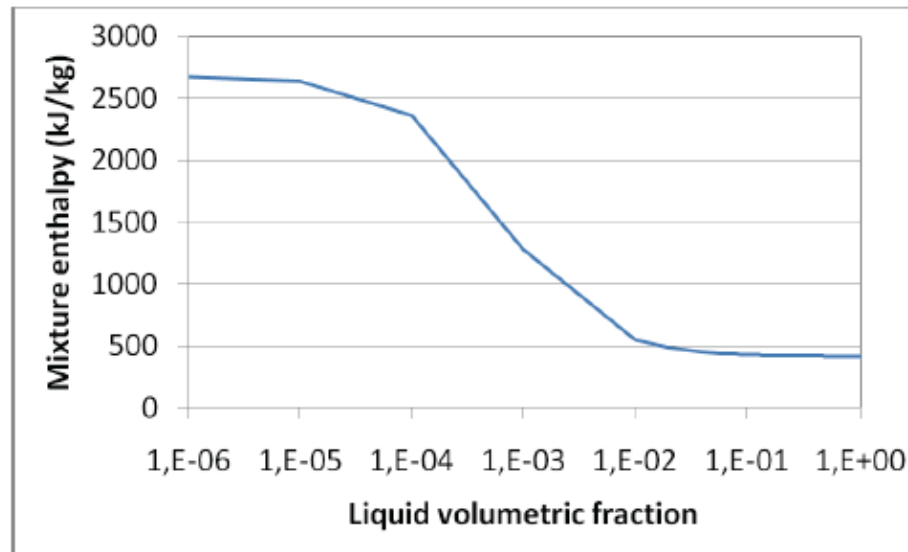
“The system to measure the non-evaporated water was a certified Testo System, Testo 650, with a probe guaranteed to resist up to 550°C. The measurements showed that at 11:15 1.4% of the water was non-vaporized, at 11:30 1.3% and at 11:45 1.2% of the water was non-vaporized.”

If the percentage figures are by volume there is practically no vaporization for these percentages.

Enthalpy dependence on volumetric fraction

13

Accurate measurement of liquid entrainment is essential.



With just 1% of liquid volumetric fraction the mixture enthalpy is just a bit higher than the pure liquid.

Calculated at INFN

Utredning om fel vid mätning av ångan

- Industrial humidity transmitter testo 6681 användes för mätningen av ångan
- Ansvarig var kemisten Dr Gilberto Galantini
- Enligt honom mäts ångan i g/m^3 och den har alltid legat mellan 570 och 580 g/m^3
- Felet är på ± 12 gram
- Tas felet på 12 och den uppmätta undre gränsen fås ett maxfel på $10+12=22$ gram
- Alltså i värsta fall har 22/575 gram inte förångats
- Galantini har kontrollerat proven som befunnits vara “ torr” vid uttaget

Teoretiska spekulationer

- Eric Lerner, plasmoider (klotblixtar?), bor $\rightarrow$ helium
- Yeong E. Kim, protoner paras till noll spin, Bose-Einstein condensation
- Hanno Essén, plasma filamentation minskar Coulomb repulsion
- Widom and Larsen, proton fångar in elektron, termisk neutron bildas
- Hidetsugu Ikegami, lättjon-reaktioner katalyseras av nickel
- E. N. Tsyganov, ökad reaktionssannolikhet när elementen är inne i en ledande kristallin substans exvis palladium. DD eller LiH reaktioner.

Vad ska man tro?!

- Redan den 7 februari nämnde Andrea Rossi i intervju med Ny Teknik att det fanns 100 E-cats nästan klara vid företaget Leonardo Corp i Miami. Planerade för ett värmeverk på 1 MW för leverans till Atén under hösten 2011.
- Omöjligt upprepa testet, för få detaljer
- Patentansökan för knapphändig
- Omöjligt förstå den process som ger energin

Vad ska man tro?

- Har Rossi gjort århundradets uppfinning?
- Är han en bluffmakare?
- Lurar han sig själv i sin entusiasm för värmeutvecklingen?
- Klart är att oberoende långvariga tester av energiproduktionen behövs för att övertyga.