

# Kärnkraft

Fredrik Hedenus  
hedenus@chalmers.se

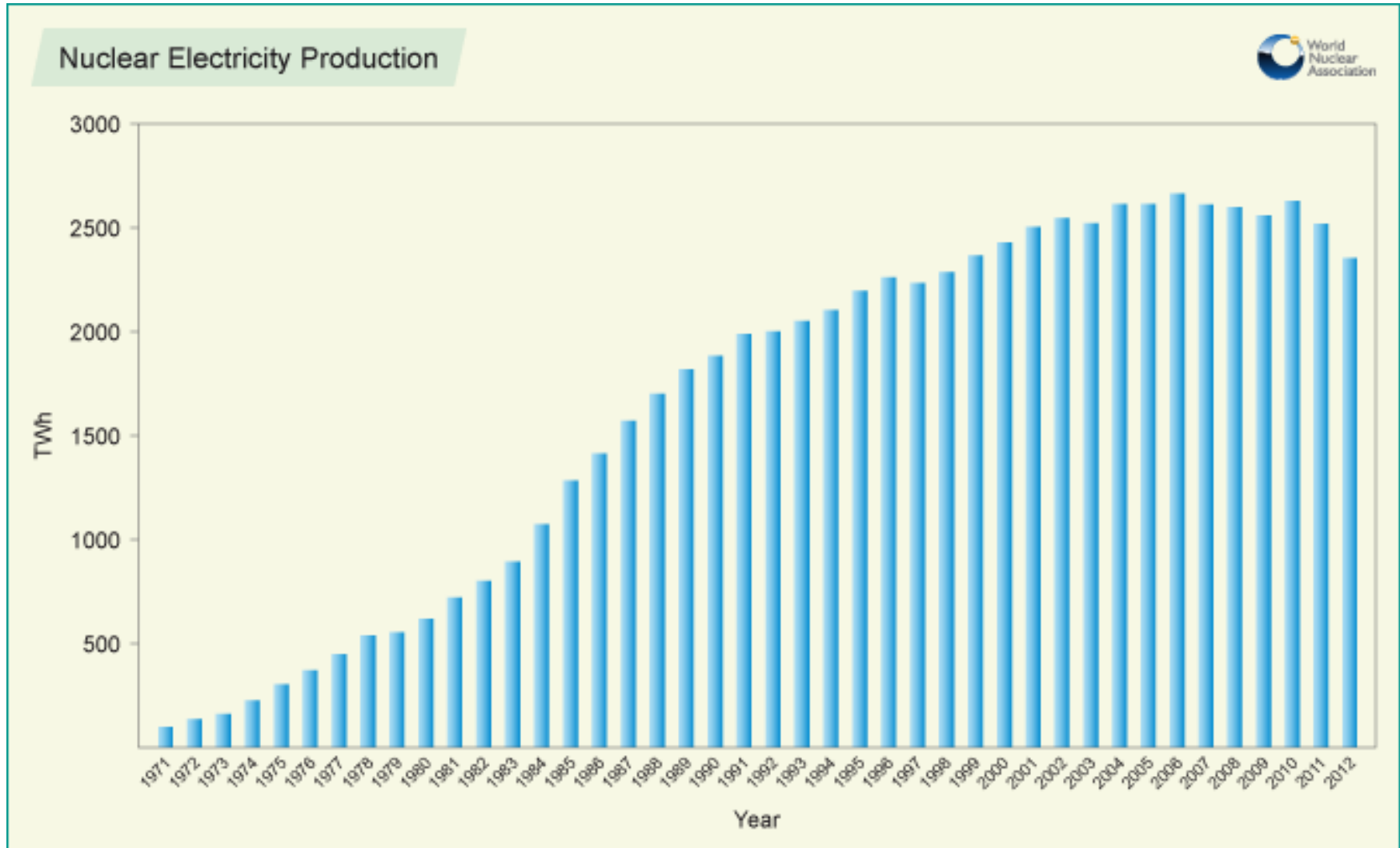
# Outline

Kärnkraften idag

Kärnkraftscykeln

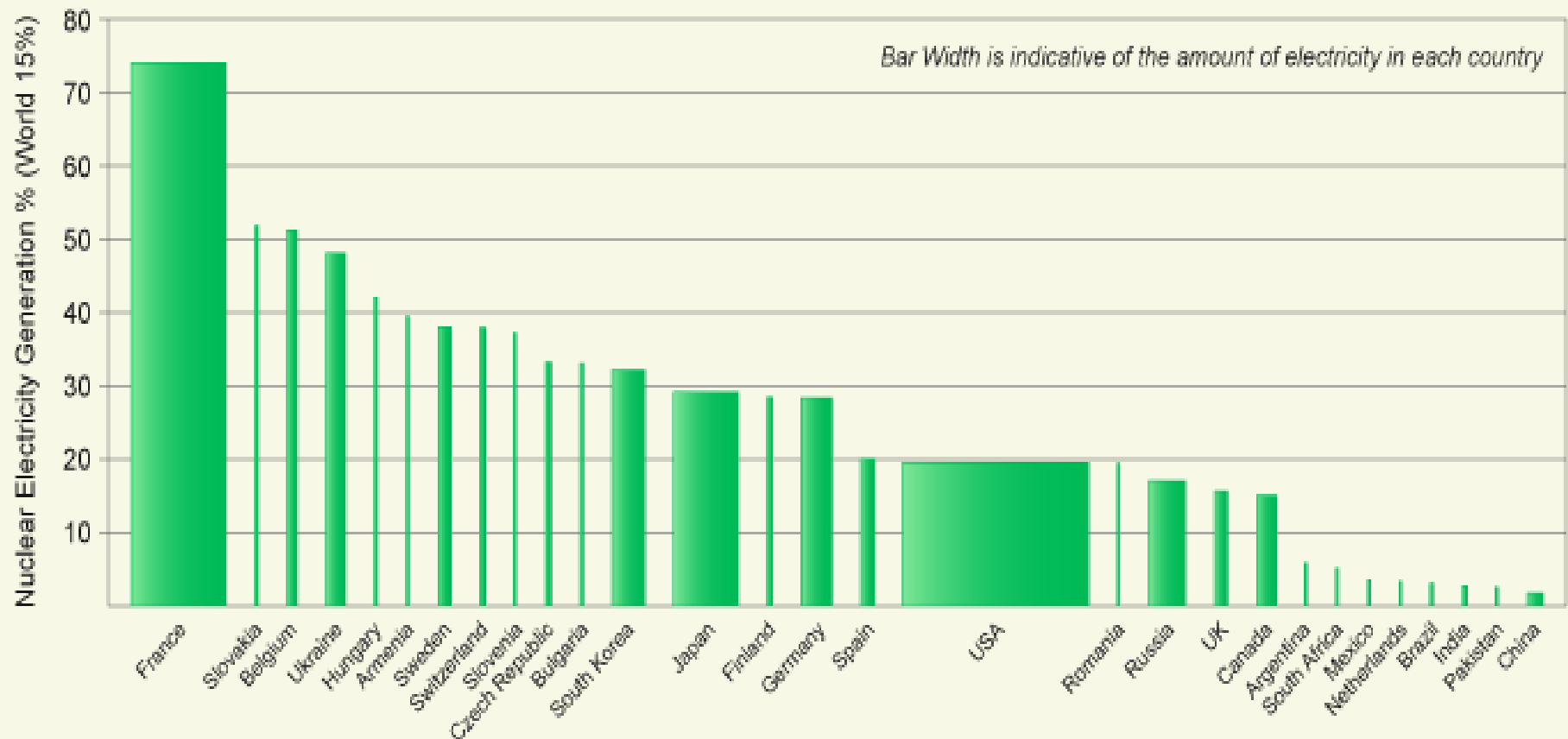
Kärnkraftens problem

# Kärnkraften i världen



# Andel kärnkraft av elproduktionen i olika länder

Nuclear Electricity Generation 2010



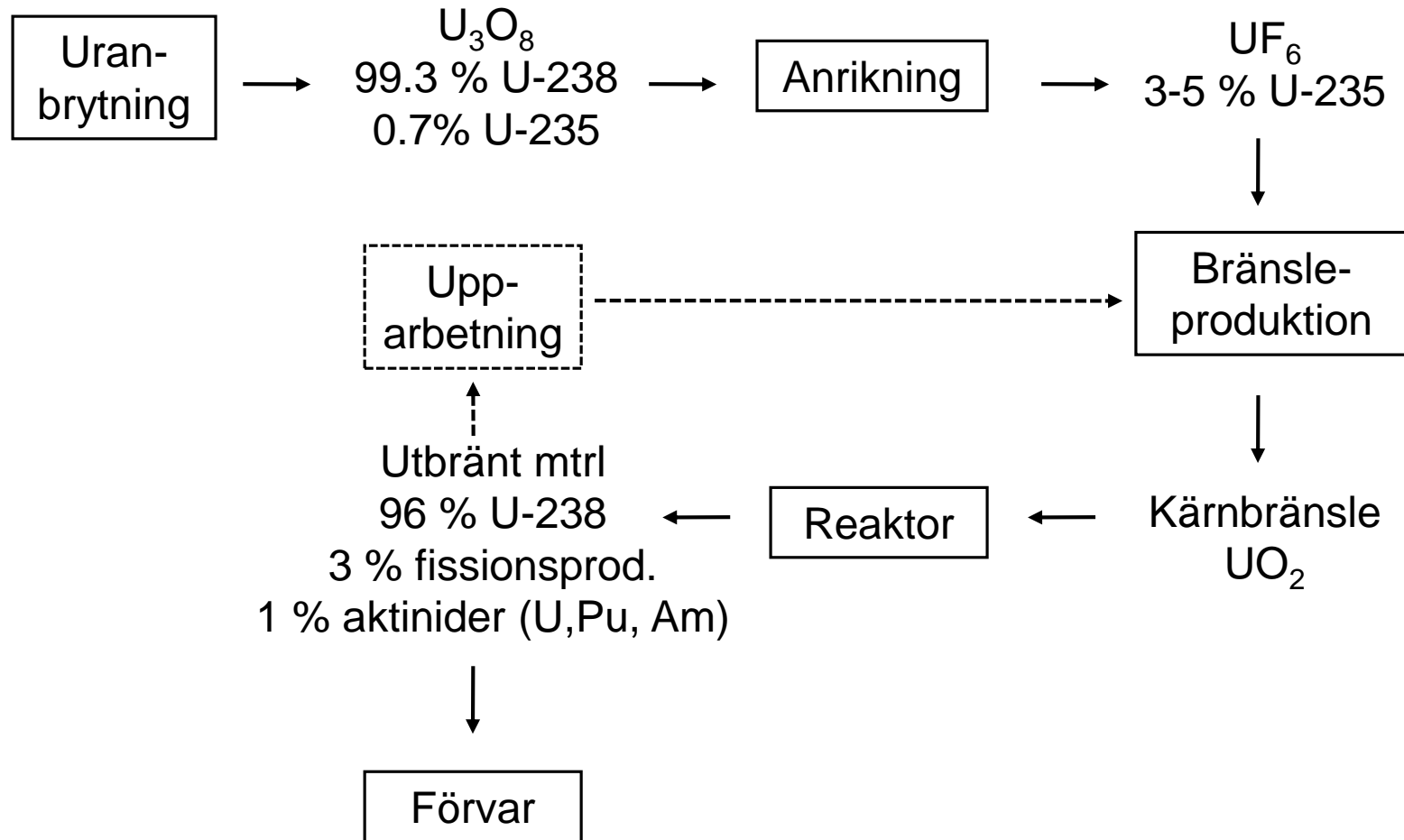
# Viktigaste kärnreaktionerna i ett kärnkraftverk

Naturligt uran 0,7% U-235, 99,3 % U-238

I en reaktor



## Bränslecykel



Prenumerera

# DAGENS MEDIA

## Annonsbilaga i DN anmäld

Publicerad 4 april 2013 11:57

**Dagens Nyheter och Vattenfall som står bakom annonsbilagan Atomen, som medföljde DN i mars, har anmälts till Konsumentverket. Anmälaren menar att bilagan sprider påståenden om att kärnkraften är koldioxidfri och koldioxidneutral.**

Det är organisationen Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen som står bakom anmälan och reagerat på annonsbilagan Atomen i DN, finansierad av kärnkraftsindustrin.

Anmälaren menar att bilagan innehåller en mängd faktafel, framförallt att kärnkraften är koldioxidfri, och hänvisar till att Konsumentverket tidigare slagit fast att det är ett falskt påstående.

I första hand kritiseras bilagans ansvariga för innehållet, i andra hand Dagens Nyheter för ansvarslös distribution. Båda parterna har enligt anmälares uppfattning gjort sig skyldiga till otillbörlig marknadsföring.

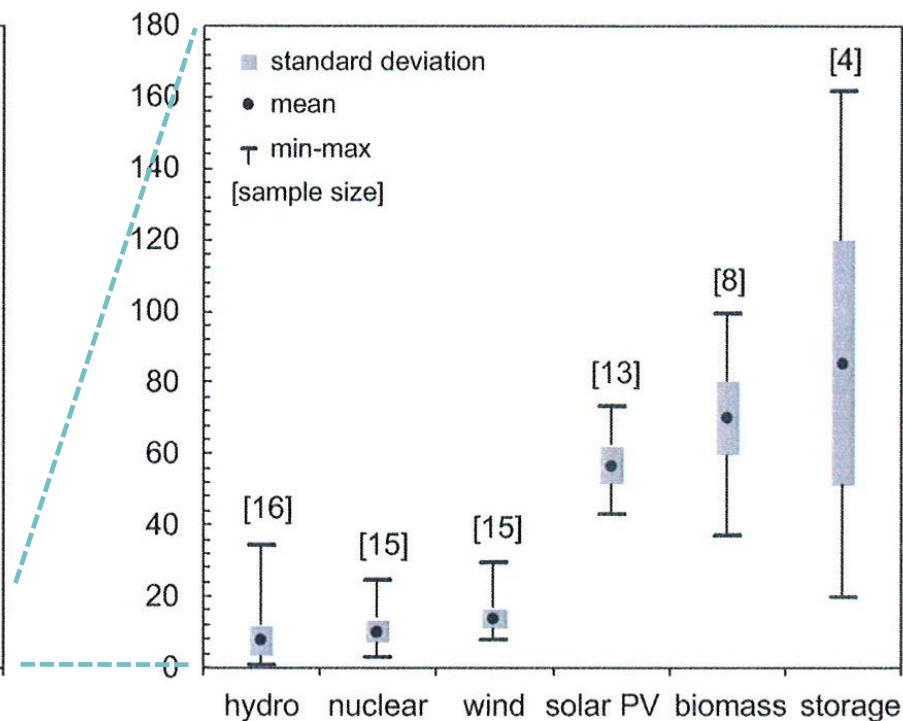
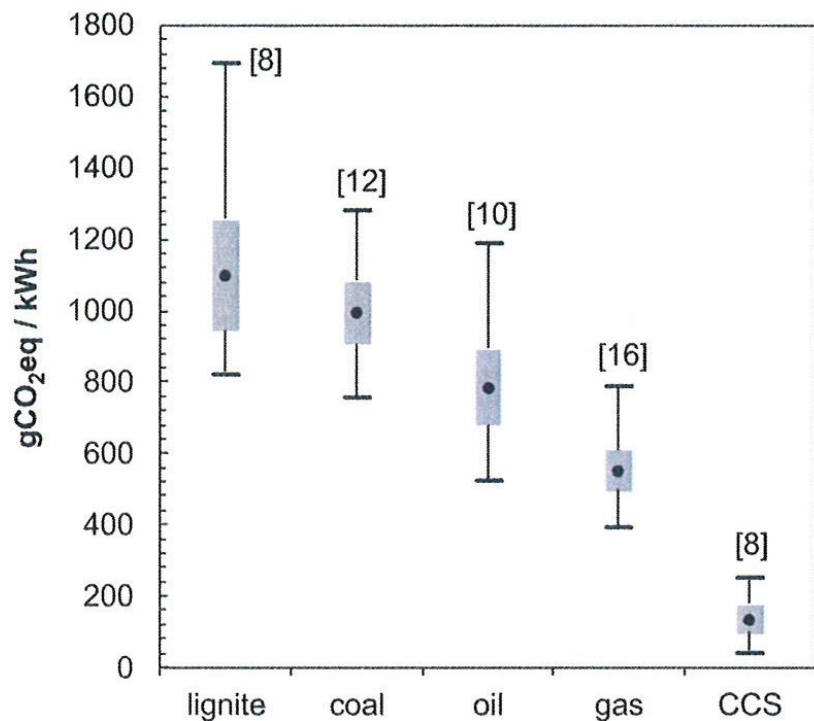


Av: Ylva Larsson  
Mejla reportern

# Växthusgaser från elproduktion

Fossilt

Icke-fossilt



Källa: Weisser, 2007

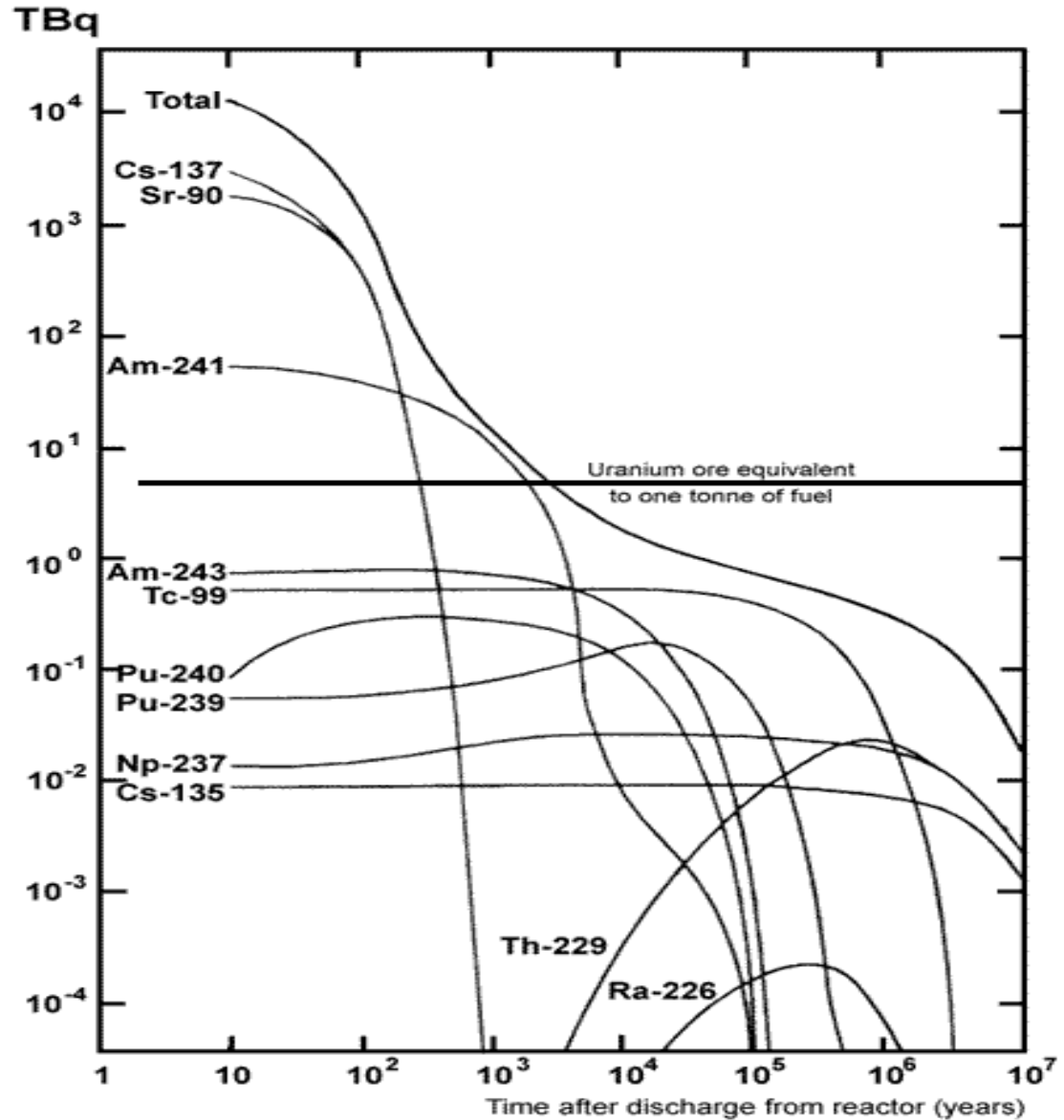


# Radioaktivt avfall

94,5 % U  
 4,3 % klyvningsprodukter  
 1 % Pu  
 0,1 % transuran

På kort sikt  
 Klyvningsprodukter  
 (Ce, Cs, Sr etc)

På långs sikt  
 Actinider (Pu, Am)



Activity of high-level waste from one tonne of spent fuel

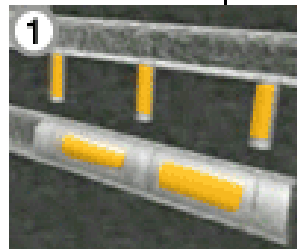
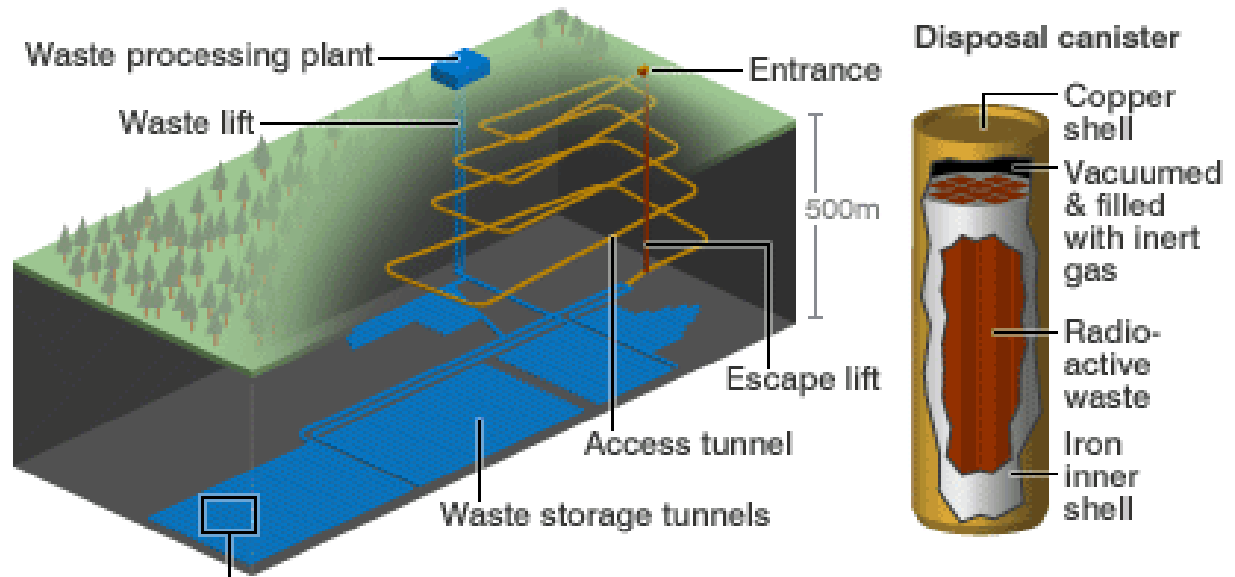
Source: IAEA, 1992 - radioactive waste management.

Avfallet förvaras i olika typer av behållare

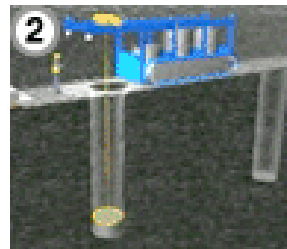
Varje lager är oberoende av varandra och fungerar olika

Olika nedbrytningsprocesser

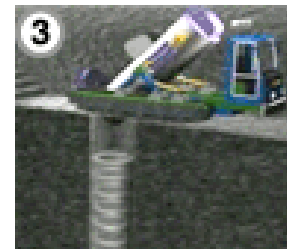
**DEEP DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE - THE FINNISH MODEL**



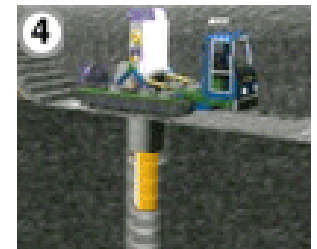
1 Canisters stored vertically/horizontally



2 Hole drilled in tunnel and lined with clay

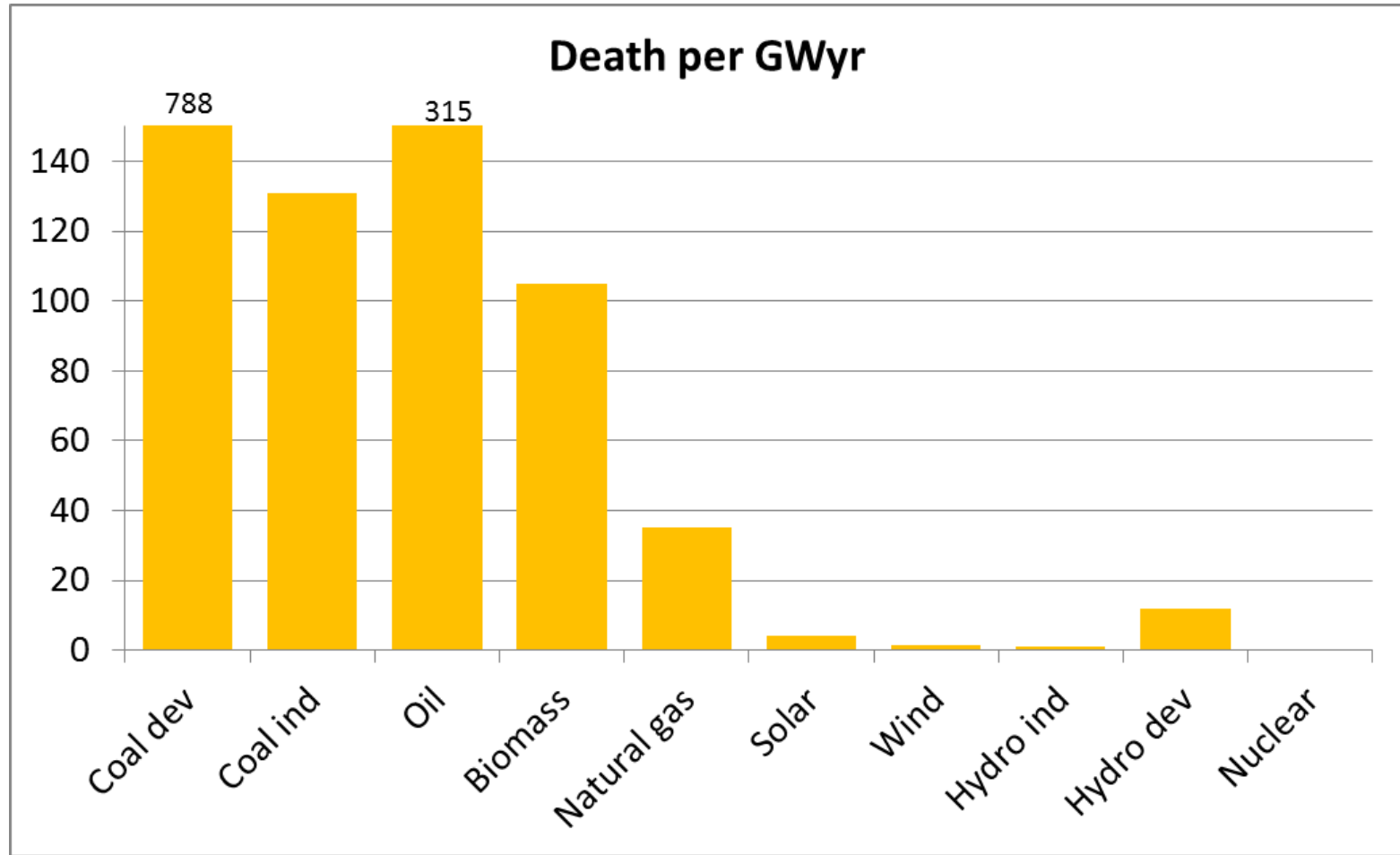


3 Canister transferred from transporter



4 Canister sunk and hole sealed with clay

# Dödsfall av olyckor och föroreningar



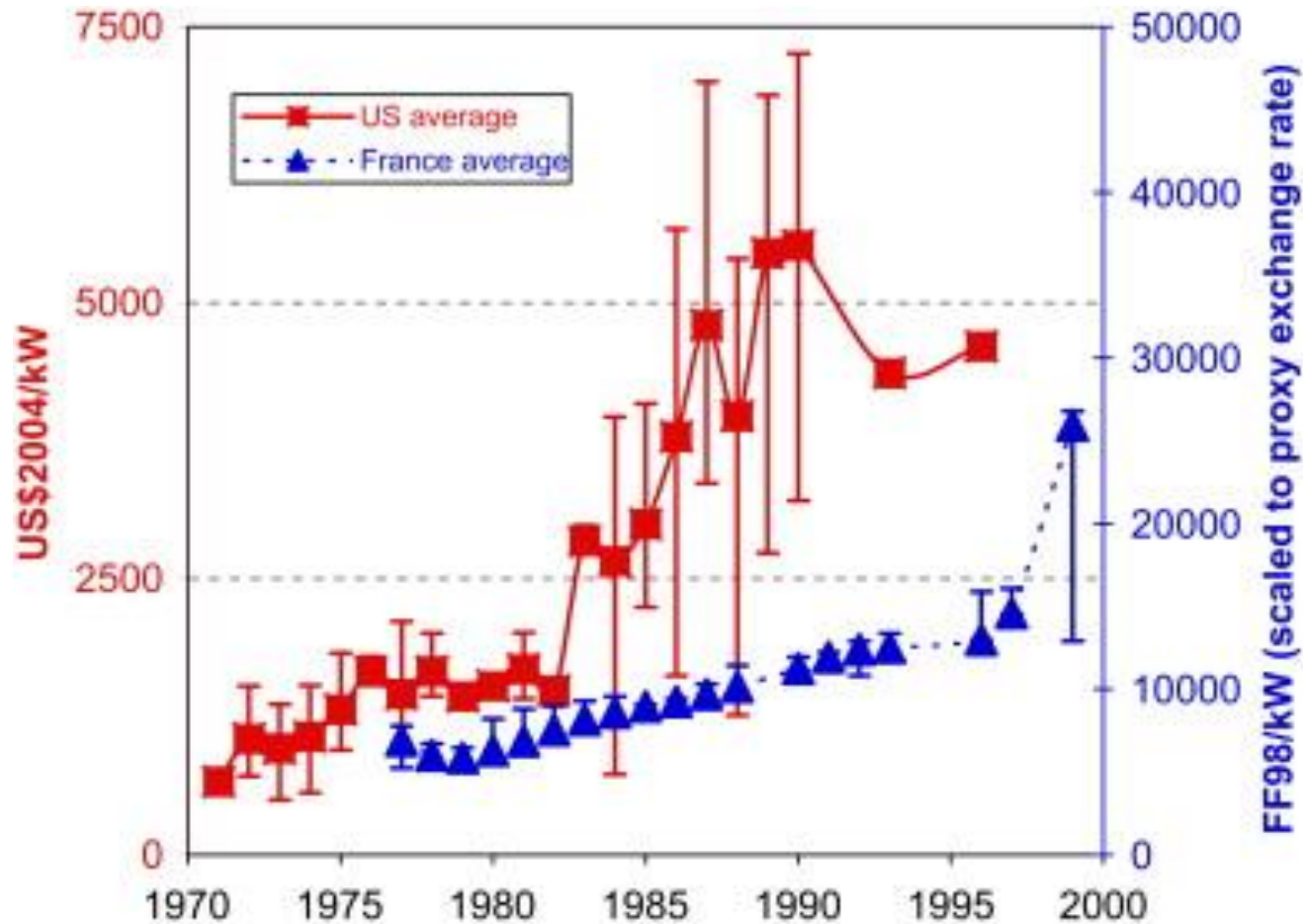
Lethveer, 2012

# Två och två

Ger jämförelsen mellan dödsfall per energi en rättvis bild av risken för olika energislag?

# Kostnaden att bygga kärnkraft

Kostnad för reaktorer i USA (rött) och Frankrike (blått)



# Kostnaden för ny kärnkraft

- Säkerhetskraven har ökat över tid – ökade kostnader
- Få anläggningar byggs – kunskap tappas
- Varje anläggning är specifik - ingen massproduktion
- Kostnaderna för de nya reaktorerna i Finland och Frankrike är högre än beräknat (ändå planeras ytterligare en reaktor i Finland)
- Kinesiska och sydkoreanska företag har gett anbud på betydligt lägre kostnader än amerikanska och europeiska företag
- Rimligt att räkna med lägre kostnader än idag vid en kärnkraftsrenässans

# Resursbas

Små reserver

Kostnaden för uran är liten del av elkostnaden (5 %)

Stor fysisk förekomst av uran

Stor resursbas i haven, oklart om den kan utvinnas

Breeder reaktorer

- 95 % av den potentiella energin kvar i avfallet från LWR

# Breederreaktorer

Maximerar omvandlingen av U-238 till Pu-239

Producerar mer bränsle än som används

Stora flöden av Pu-239

Ett fåtal kommersiella reaktorer har byggts

Säkrare design - Generation IV reaktorer



# Kärnvapen

## Princip:

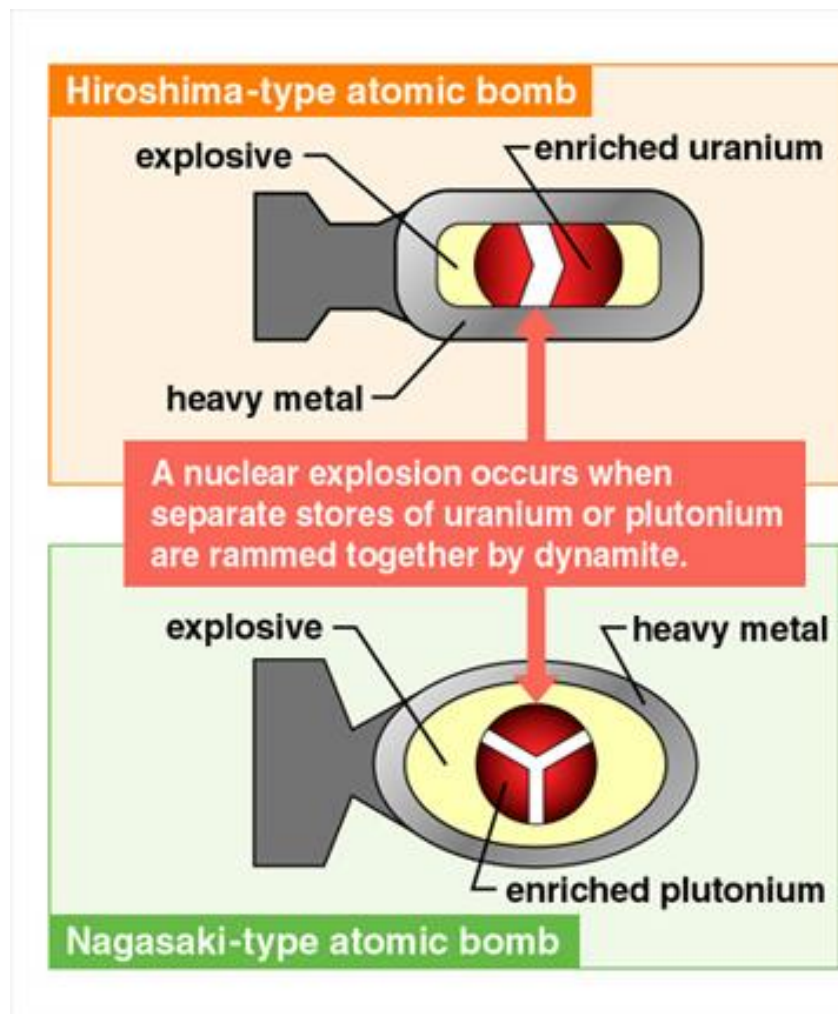
Två sub-kritiska massor slås samman till en kritisk massa

## Vapenmaterial:

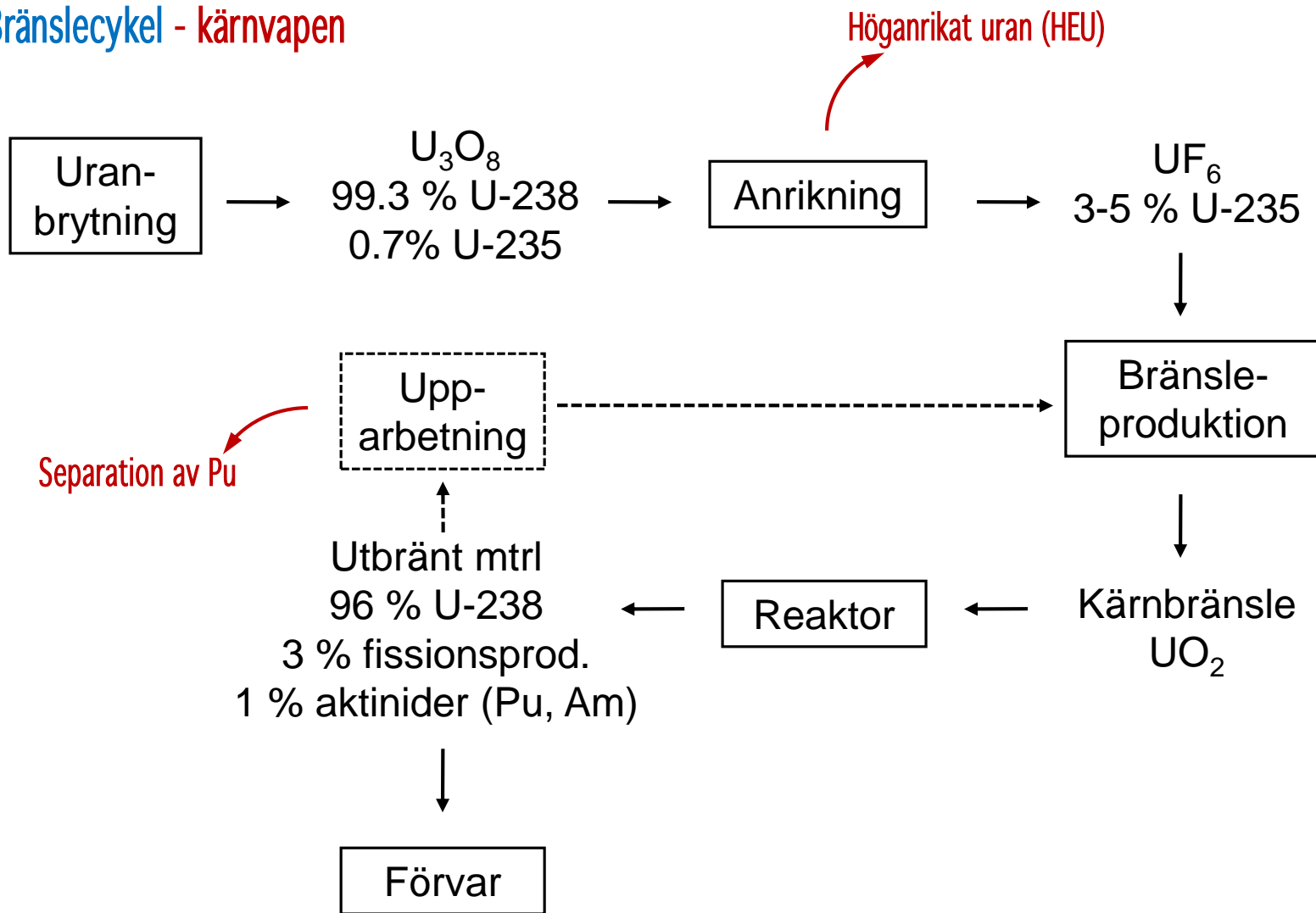
Höganriktat uran (HEU) 90% U-235

Plutonium Pu-239

Några kg krävs för en bomb (Konventionella "smutsiga bomber")



Bränslecykel - kärnvapen



# Länken mellan civil och militär kärnteknik

Anrikningsskapacitet gör det möjligt för ett land att snabbt framställa vapenmaterial

Samma sak (men svårare) gäller för upparbetning

Civil kärnkraft leder till ökad teknisk kompetens bland individer och företag

Civila kärnkraftsprogram kan dölja vapenprogram

# Länken mellan civil och militär kärnteknik

Ingen automatik, de flesta länderna med kärnkraft har inte kärnvapen

Stater kan tillverka bomber utan civil kärnkraft

Frågan om kärnvapen är i grunden en politisk fråga.