

Debattene om atomkraft og thorium. ”Campus”-Foredrag. Sogndal 17.12.2007

Karl Georg Høyer

Professor Teknologi og Miljø

Høgskolen i Oslo/Vestlandsforskning

- Den historiske atomkraftdebatten
- Den nye atomkraftdebatten – Thorium
- Dra med lærdom fra historien
- Debatt-analyse/Diskurs-analyse
- Krav til substanskunnskap: Teknologi og Miljø

Brenselskjede-analyse

- * **Utviklet midt på 1970-tallet**
- * **Som inngang til debatt-analysen**
- * **Som eget metodisk felt**
- * **I Vestlandsforsking grunnlag for:**
 - **Livssyklusanalyser (LCA)**
 - **Energikjede-analyser**
- Viktige metodefelt post-1990**

Debattens politiske konsekvenser

- Norge skulle i dag hatt 12-15 reaktorer fordelt på 4-5 atomkraftverk. 1975: Nei i Stortinget
- Avviklingsvedtak i: Sverige, Tyskland, Nederland, Italia og Spania. Nei i mange andre.
- USA etter 1979: ingen nye bestillinger
- USA: nei til breeder-teknologi og brenselskjede med plutonium
- Verden: breeder-teknologiens og plutonium-kjedens avvikling. Bl.a. i Storbritannia.
- Dounreay-debattens betydning

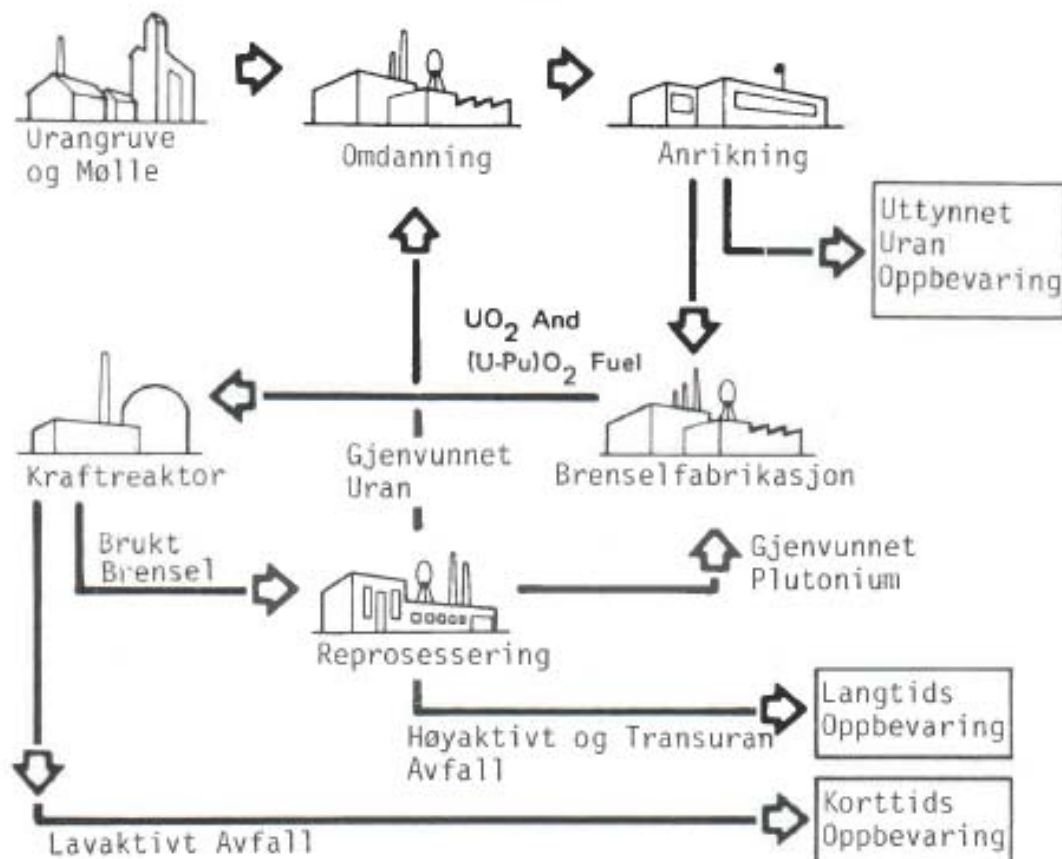
Noen viktige fagtermer

- Olje, naturgass og kull er **fossile** ressurser
- Uran-235 er en naturlig **fissil** (spaltbar) ressurs
- Uran-238 er en naturlig **fertil** (fruktbar) ressurs
- Plutonium-239 er en **produsert fissil** ressurs
- Thorium-232 er en naturlig **fertil** ressurs
- Uran-233 er en **produsert fissil** ressurs

(En thorium-reaktor er alltid en uran-reaktor!)

- **Breeder**-reaktor: produserer nytt fissilt materiale
- **Burner**-reaktor: "brenner" det fissile materialet opp

(Alle dagens reaktorer er burner-reaktorer)



BRENSELSKRETSLOPET. REPROSESSERING.

Brenselskjedens hovedproblemer

- Overgripende problemtyper
- "Bomber og strøm" – Atomvåpen spredning
- Plutonium – bomber, avfall, radioaktivitet
- Transporter av bombe-materiale og avfall
- Ulykker og større driftsuhell
- Avfall – håndtering og lagring
- Dekommisjonering – håndtering og lagring

Brenselskjedens hovedproblemer

- "Bomber og strøm" – Atomvåpenspredning
 - Spredning av stoffer – uran-235, plutonium-239, uran-233
 - Spredning av anlegg – reaktorer, anrikning, etc
 - Spredning av kompetanse
 - Utbygging av institusjonelle system
 - Forgreningsspredning – 2. og 3. ordens
 - Undernasjonal spredning – terrorist-grupper

Brenselskjedens hovedproblemer

- De anleggsrelaterte problemene
- **Urananrikning**
 - Atomvåpenspredning – kritisk anlegg
- **Brenselsproduksjon**
 - Atomvåpenspredning – kritisk anlegg
 - Plutonium

Brenselskjedens hovedproblemer

- **Reaktorer**

- Forsøks-/Forskningsreaktorer
- Atomvåpenspredning – kritiske anlegg
- Plutonium
- Ulykker
- Dekommisjonering
- Avfall

Brenselskjedens hovedproblemer

- **Reprosessering**

- Atomvåpenspredning – kritisk anlegg
- Plutonium
- Ulykker og driftsuhell
- Transporter
- Avfall – håndtering og lagring
- Dekommisjonering

- **Avfallsanlegg**

- Transporter
- Avfall – håndtering og lagring

Thoriumkjeden

- Thorium; først oppdaget ved Telemarkskysten. Oppkalt etter den norrøne guden Tor – 1828.
- Særlig store reserver og interesse i India
- Norge: Skille mellom **ressurser** og **reserver**
- Er det snakk om reserver i det hele tatt?
- Er det snakk om store reserver?
- Hvilken økonomisk verdi kan knyttes til reservene?

Thoriumkjeden

- 3 alternative thoriumkjeder/reaktorsystemer
 - Men i alle er det fissilt **uran-233** som spaltes/brennes og ikke det opprinnelige, fertile thorium-232
1. Brensel i vanlige atomkraftverk – lettvannsreaktorer, evt. andre
 2. Brensel i nye avanserte reaktortyper – såkalt 4.de generasjons reaktorer
 3. Brensel i **Aksellerator-reaktorer** – Rubbia-reaktorer. Forutsetning brukt her

Thoriumkjedens hovedproblemer

- Overgripende problemtyper
- "Bomber og strøm" – **Ja**
- Plutonium – **Nei**
- Transporter av bombe-materiale og avfall - **Ja**
- Ulykker og større driftsuhell - **Tja**
- Avfall – håndtering og lagring - **Ja**
- Dekommisjonering – håndtering og lagring - **Ja**

Thoriumkjedens hovedproblemer

- De anleggsrelaterte problemene
- **Urananrikning – Nei**
- **Brenselsproduksjon - Ja**
 - Atomvåpenspredning – kritisk anlegg - **Tja**
 - Plutonium - **Nei**

Thoriumkjedens hovedproblemer

- **Reaktorer**

- Forsøks-/Forskningsreaktorer - **Ja**
- Atomvåpenspredning – kritiske anlegg - **Tja**
- Plutonium - **Nei**
- Ulykker - **Tja**
- Dekommisjonering - **Ja**
- Avfall - **Ja**

Thoriumkjedens hovedproblemer

- **Reprosessering - Ja**
 - Atomvåpenspredning – kritisk anlegg. **Tja**
 - Plutonium - **Nei**
 - Ulykker og driftsuhell - **Tja**
 - Transporter - **Ja**
 - Avfall – håndtering og lagring - **Ja**
 - Dekommisjonering - **Ja**
- **Avfallsanlegg - Ja**
 - Transporter - **Ja**
 - Avfall – håndtering og lagring - **Ja**

Thoriumkjedens hovedproblemer

- **Omfang**

- Forespeilet 30-40 000 aksellerator-reaktorer spredt over hele jorda
- Etter nesten 60 år med sivil atomkraft: 440 reaktorer

- **Tid**

- Mulig ferdigstilling prototyp: 2020
- Utbygging av flere forsøksreaktorer
- Ombygging av hele brenselskjeden
- Mulig første kommersialisering: 2040
- + 10 år utbyggingstid per reaktor

- **Klimaproblemene – Omfang og Tid**

- Internasjonal enighet: **"Post-Carbon"** Samfunnet ca **2050**. Min. 80% reduksjon av globale CO₂-utslipp.