

# Strategier för minskade koldioxidutsläpp inom energisystemet – exempel på framtidens drivmedel

Maria Grahn

Fysisk Resursteori

[maria.grahn@fy.chalmers.se](mailto:maria.grahn@fy.chalmers.se)

**CHALMERS**

Chalmers University of Technology, Sweden



# Energisystemet står inför tre huvudsakliga utmaningar

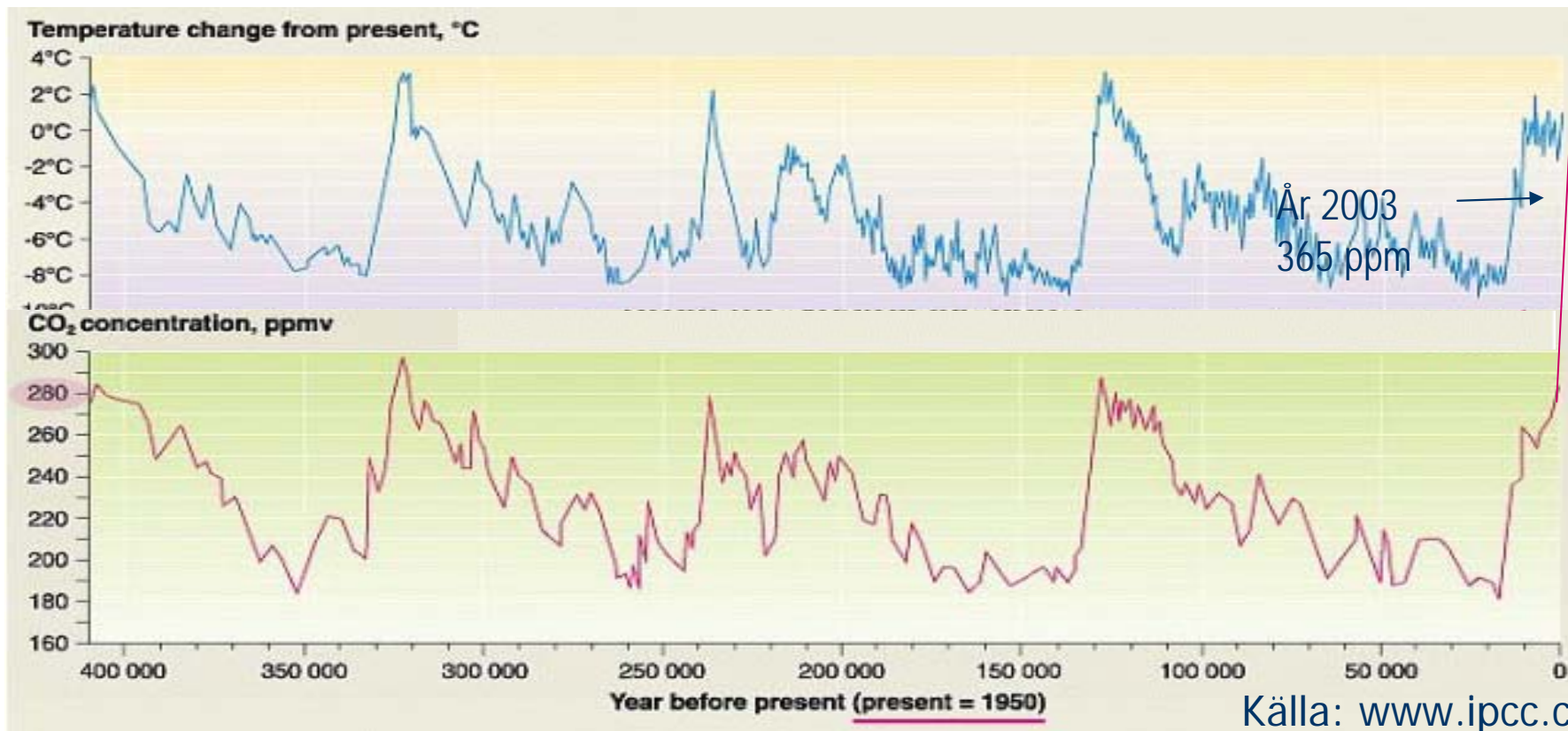
- i. Resursbasen
- ii. Energisäkerhet
- iii. Klimatpåverkan



# Mängden koldioxid i atmosfären och global temperatur

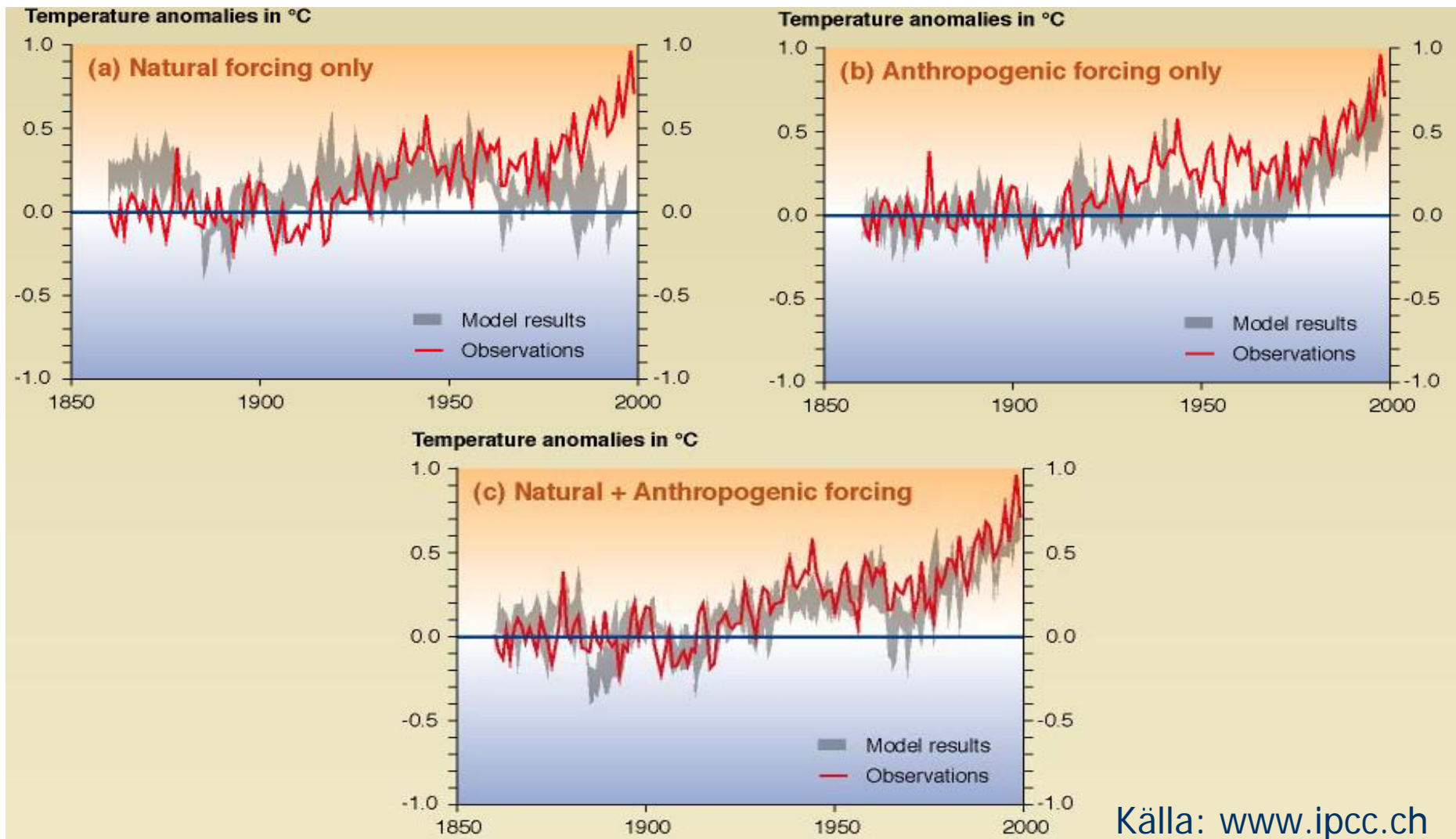
de senaste 400000 åren  
från "the Vostok Ice Core"

2100 basfall c:a  
700 ppm



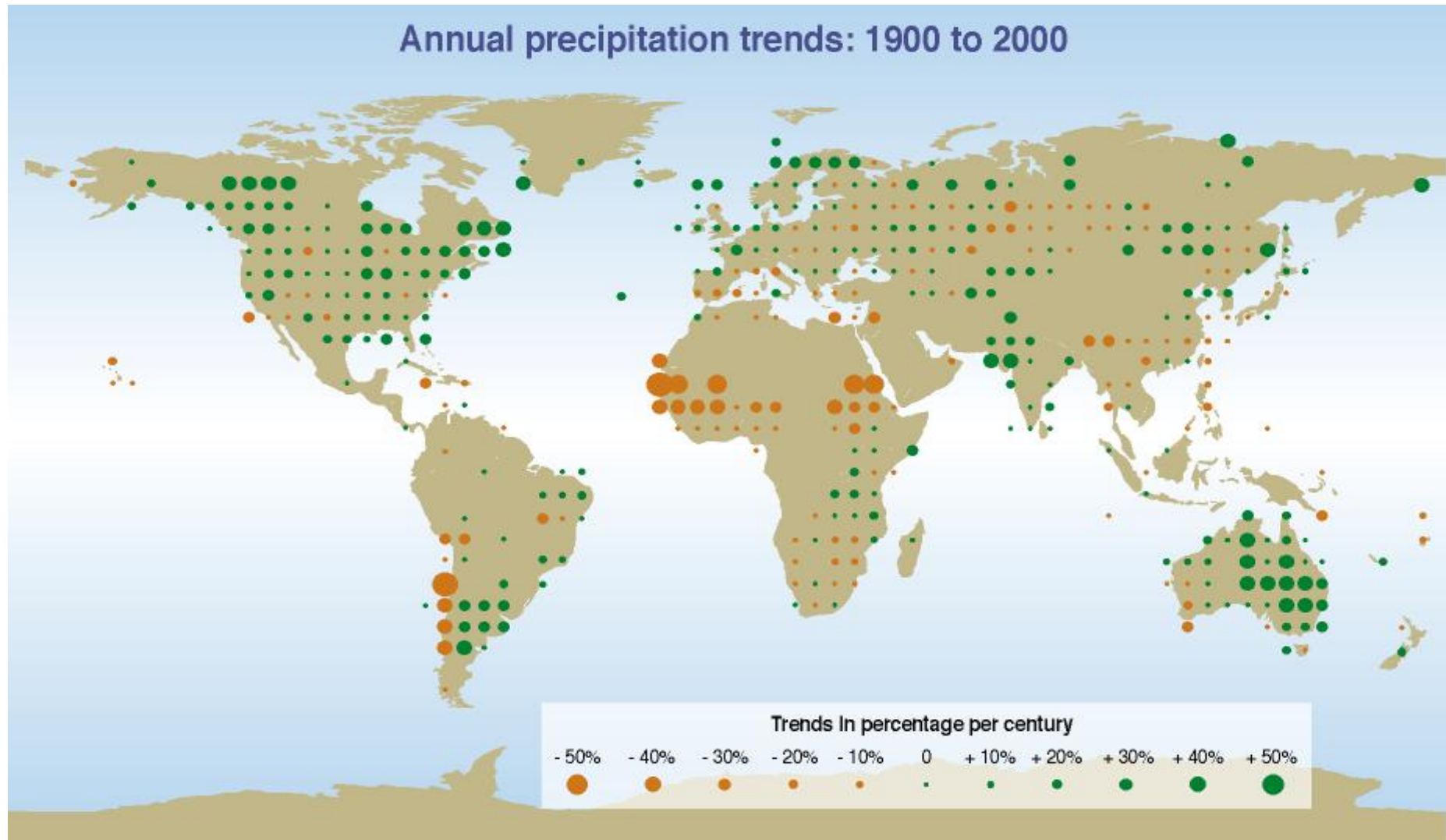
Källa: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

# Jämförelse mellan klimatmodeller och verkliga termometermätningar, 1860-2000.



Källa: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

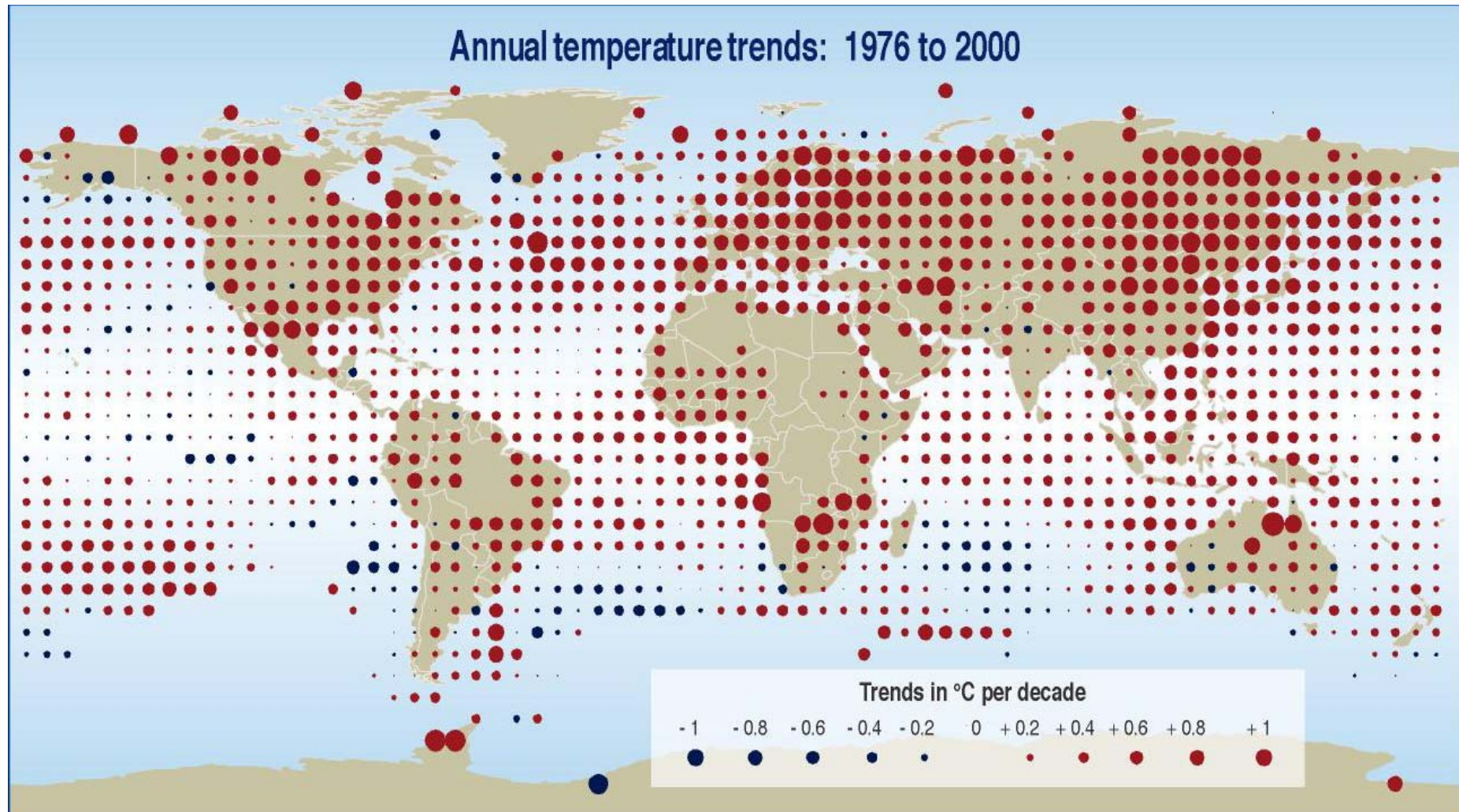
# Nederbörden på jorden har förändrats



Källa: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

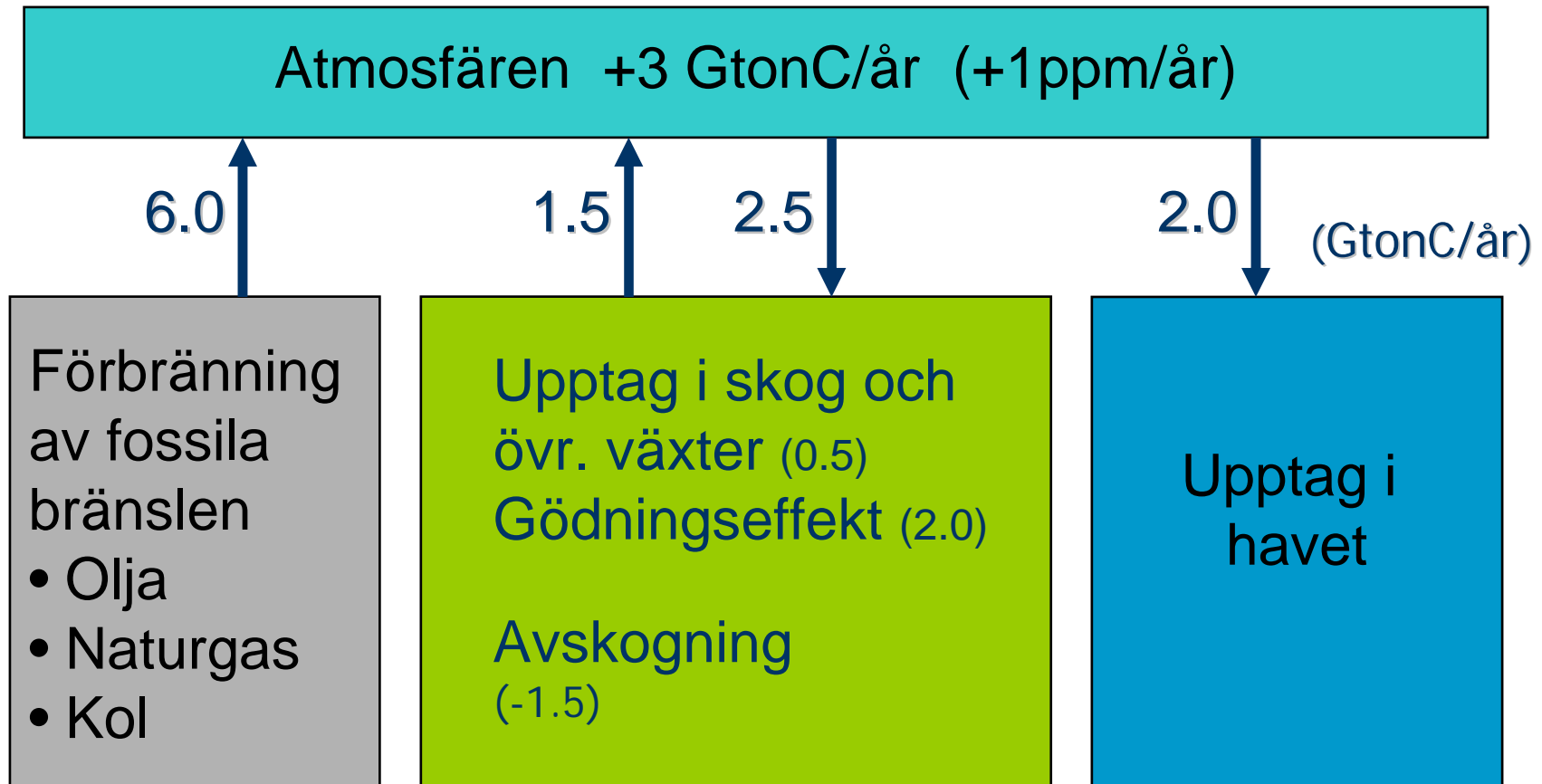


# Temperaturen på jorden har förändrats



Källa: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

# Människans påverkan på kol-cykeln



# Vad vet vi om klimatpåverkan?

- Koldioxid är en växthusgas.
- Växthusgaser absorberar långvågig solstrålning. Växthuseffekten finns.
- Koldioxidhalten i atmosfären har ökat.
- Den globala temperaturen har ökat
- Det globala nederbördsmonstret har förändrats
- De naturliga orsakerna till temperaturförändring räcker inte som förklaring
- Människan har påverkat kol-cykeln





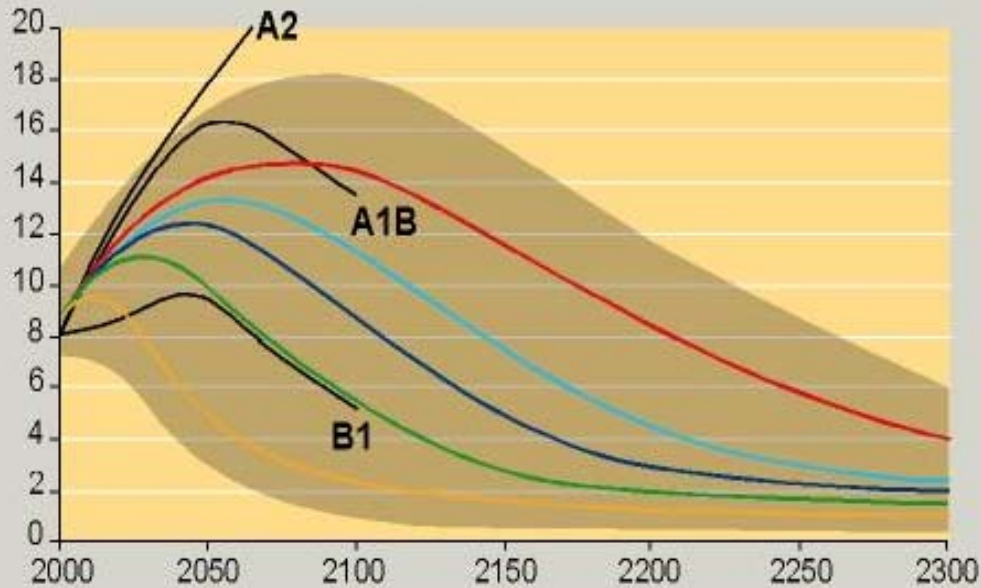
# Vad vet vi inte?

- Exakt antal ökade grader en viss koncentration av växthusgaser ger.
- Exakt vilken effekt en temperaturhöjning har på växter, djur och klimatsystem.
- Ett extremväder är inte nödvändigtvis ett resultat av den förstärkta växthuseffekten.



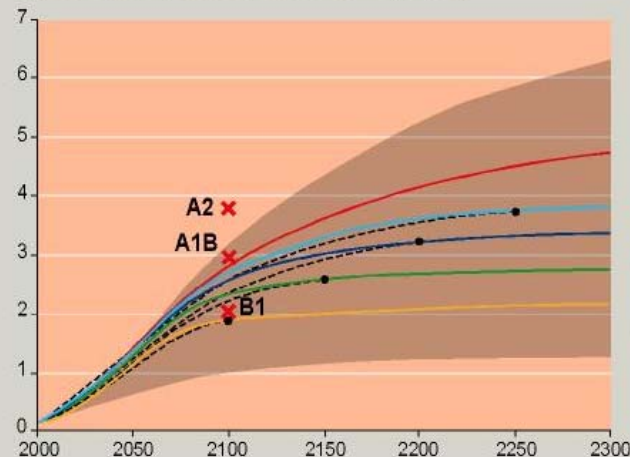
# Emissions, concentrations, and temperature changes corresponding to different stabilization levels for CO<sub>2</sub> concentrations

(a) CO<sub>2</sub> emissions (Gt C)

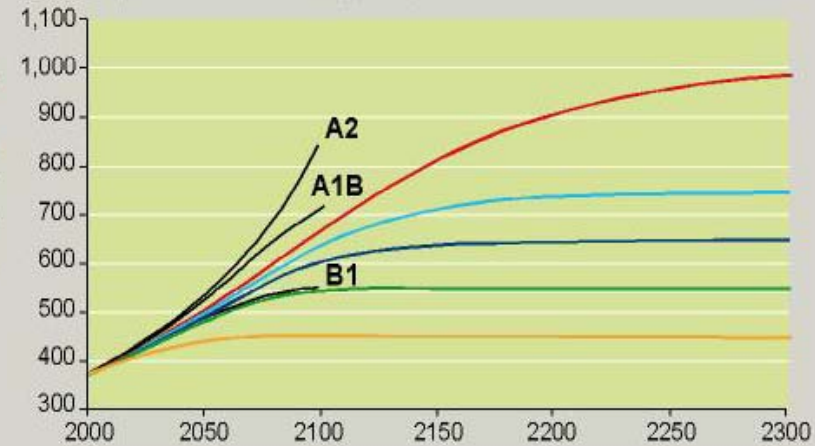


Need to reach global emissions of 2 Gt C/yr

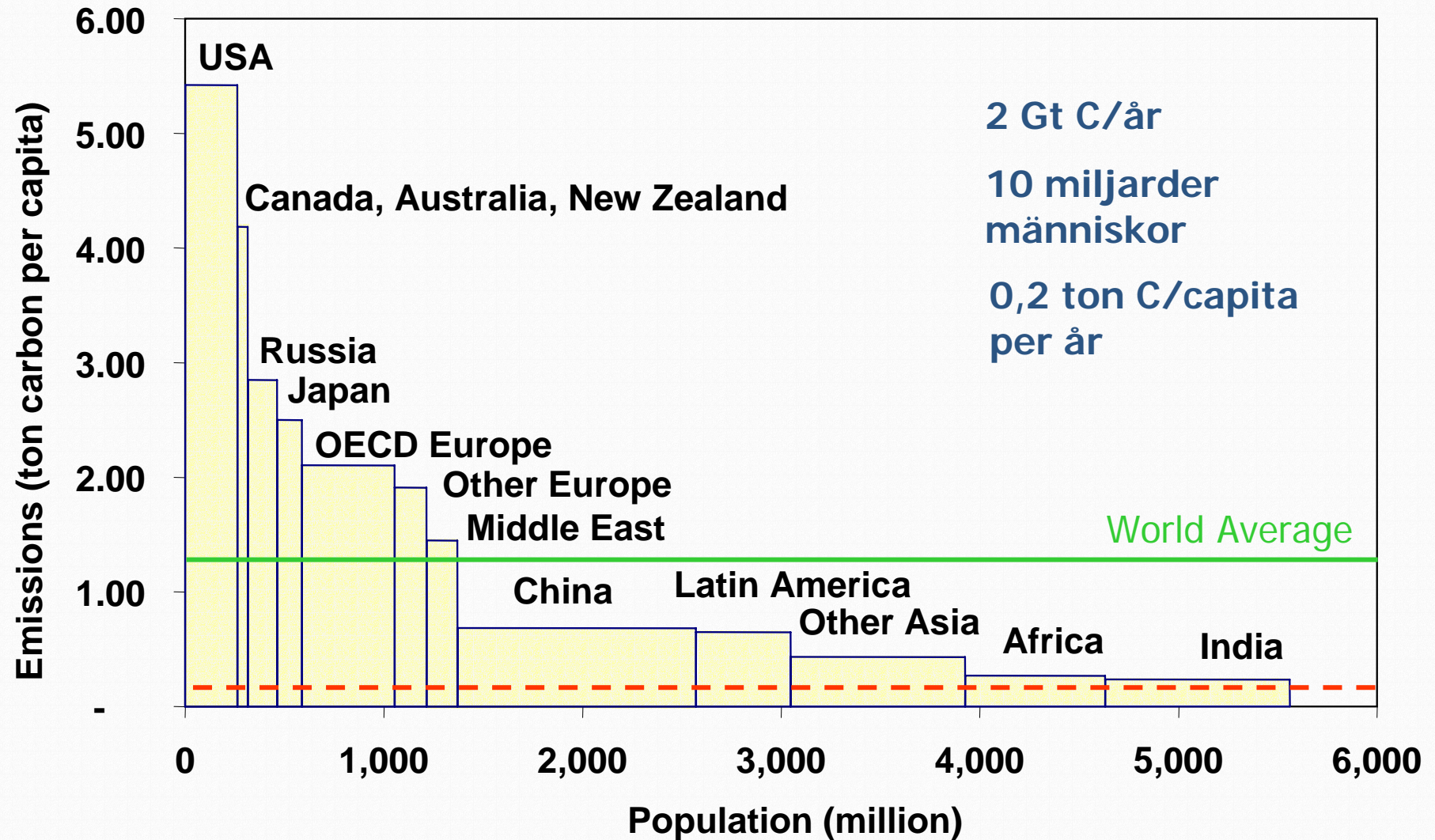
(c) Global mean temperature change (°C)



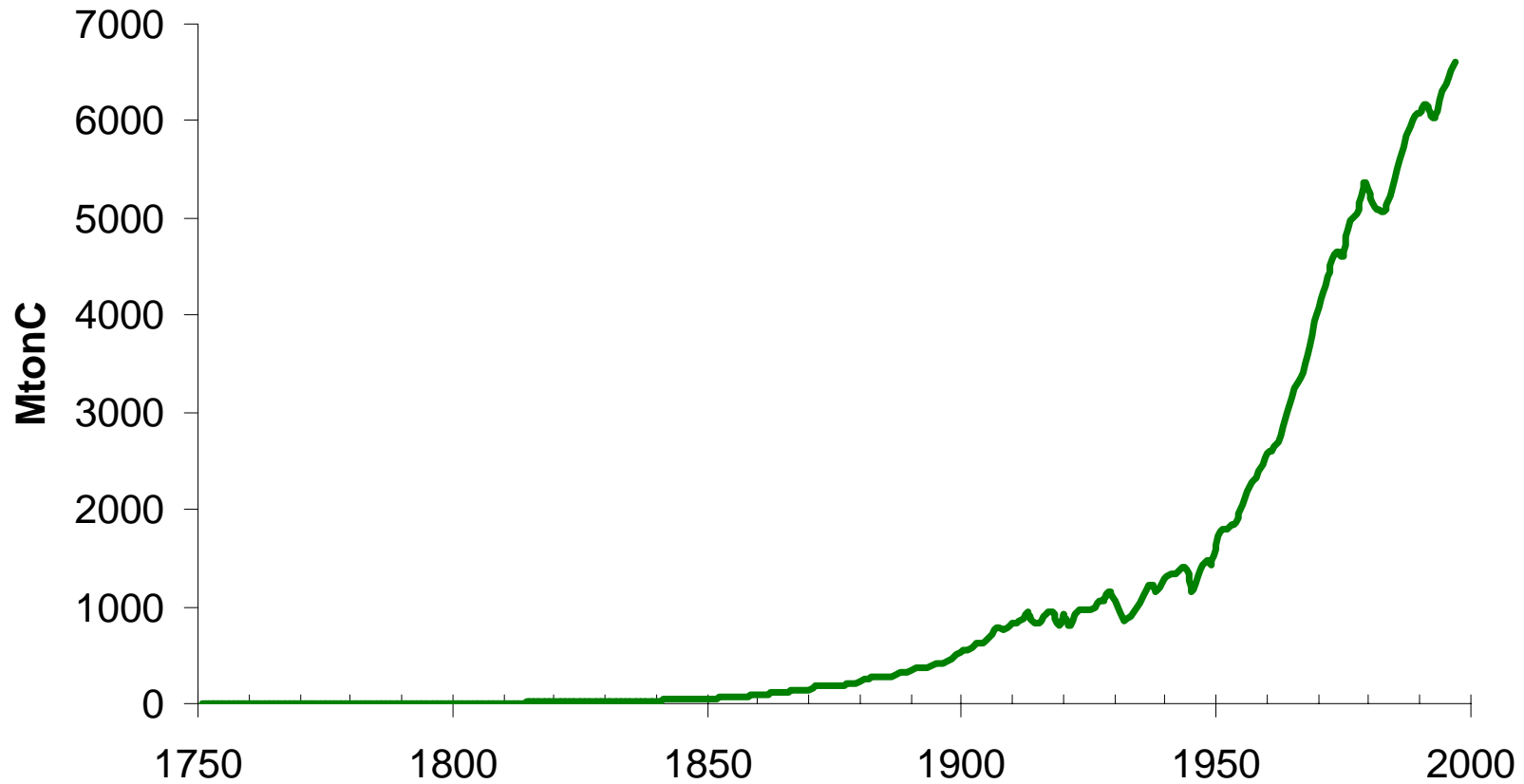
(b) CO<sub>2</sub> concentration (ppm)



# CO<sub>2</sub>-C utsläpp per capita, 1998

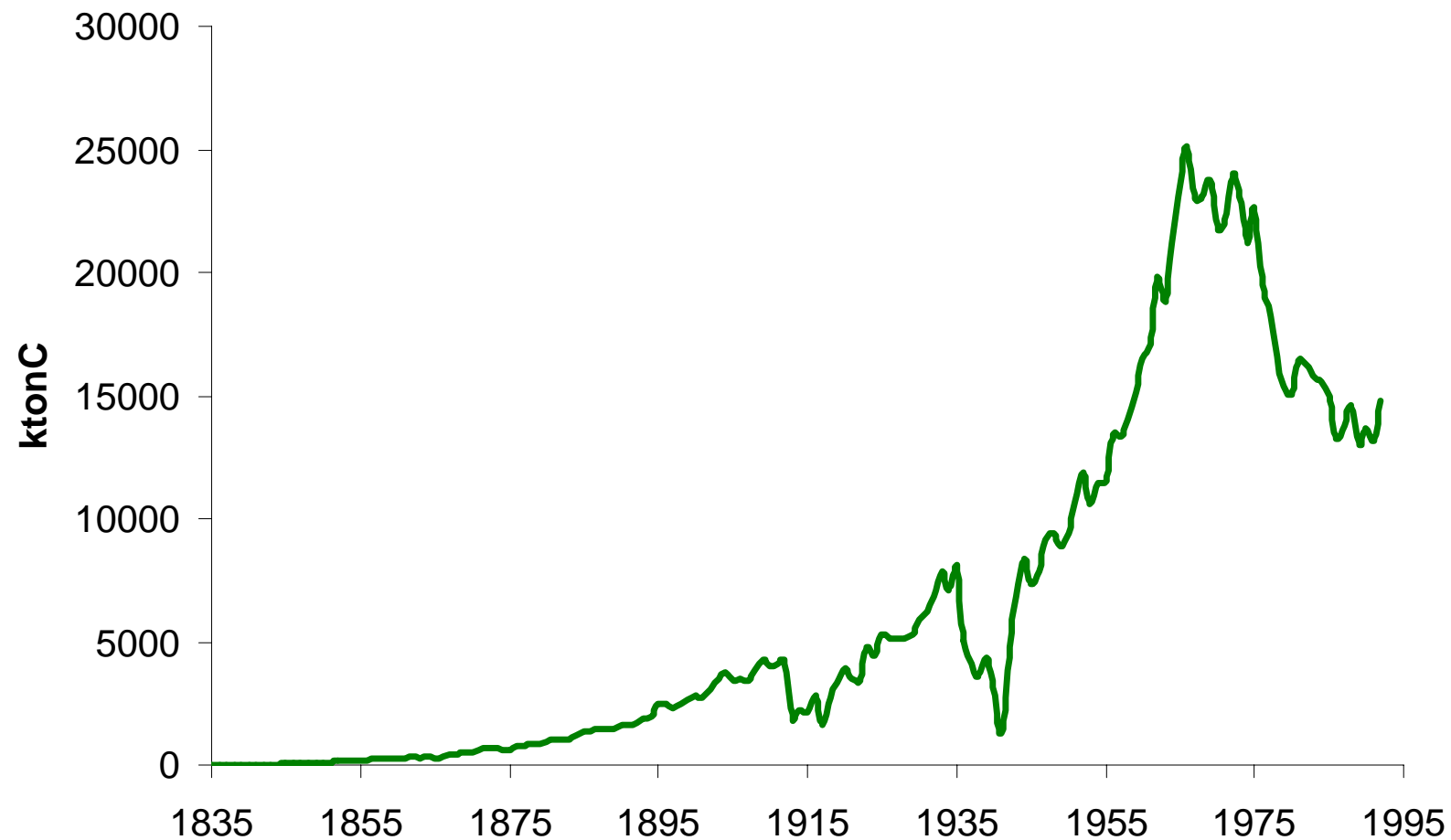


# Globala CO<sub>2</sub>-utsläpp från förbränning av fossila bränslen

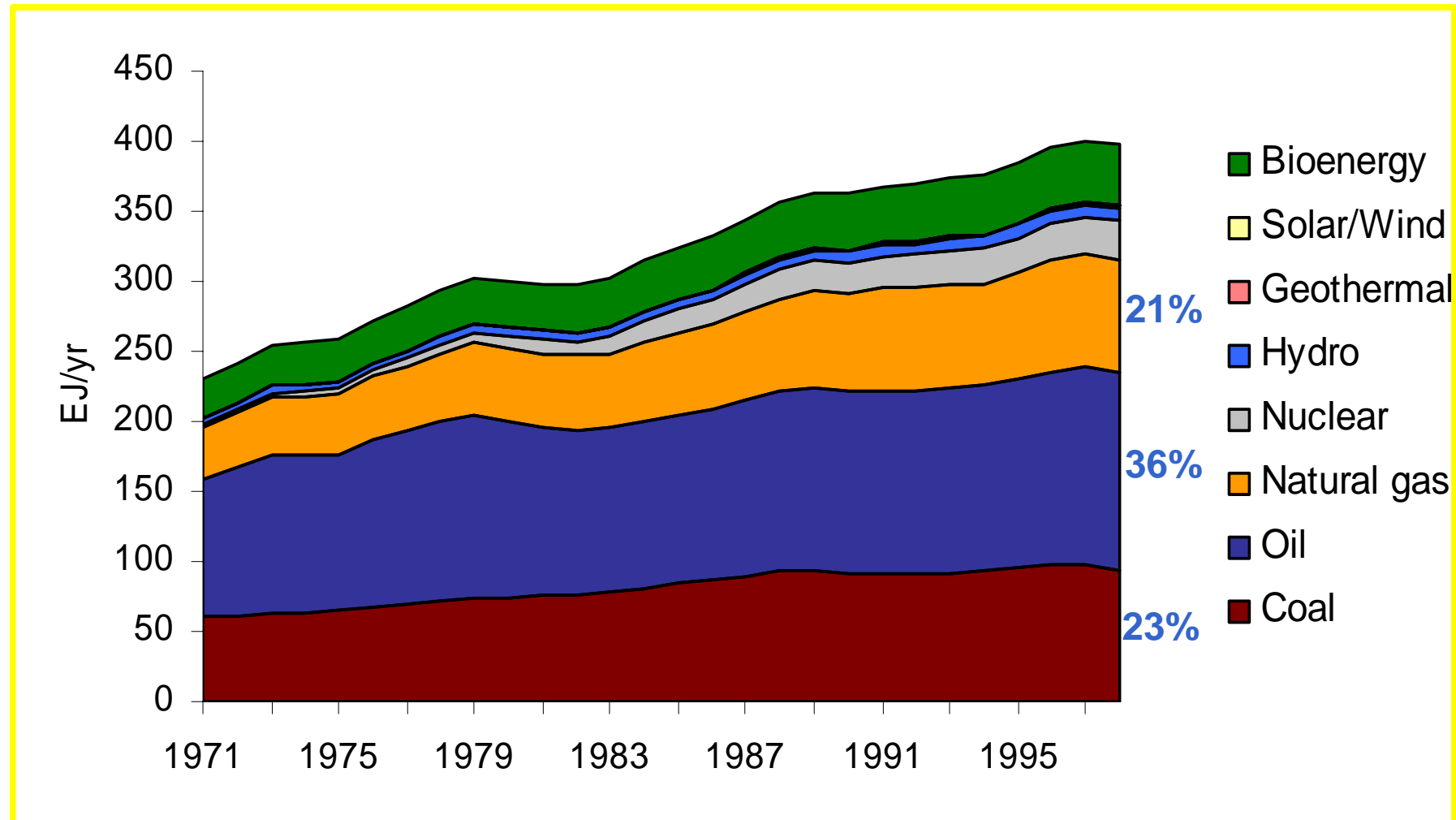




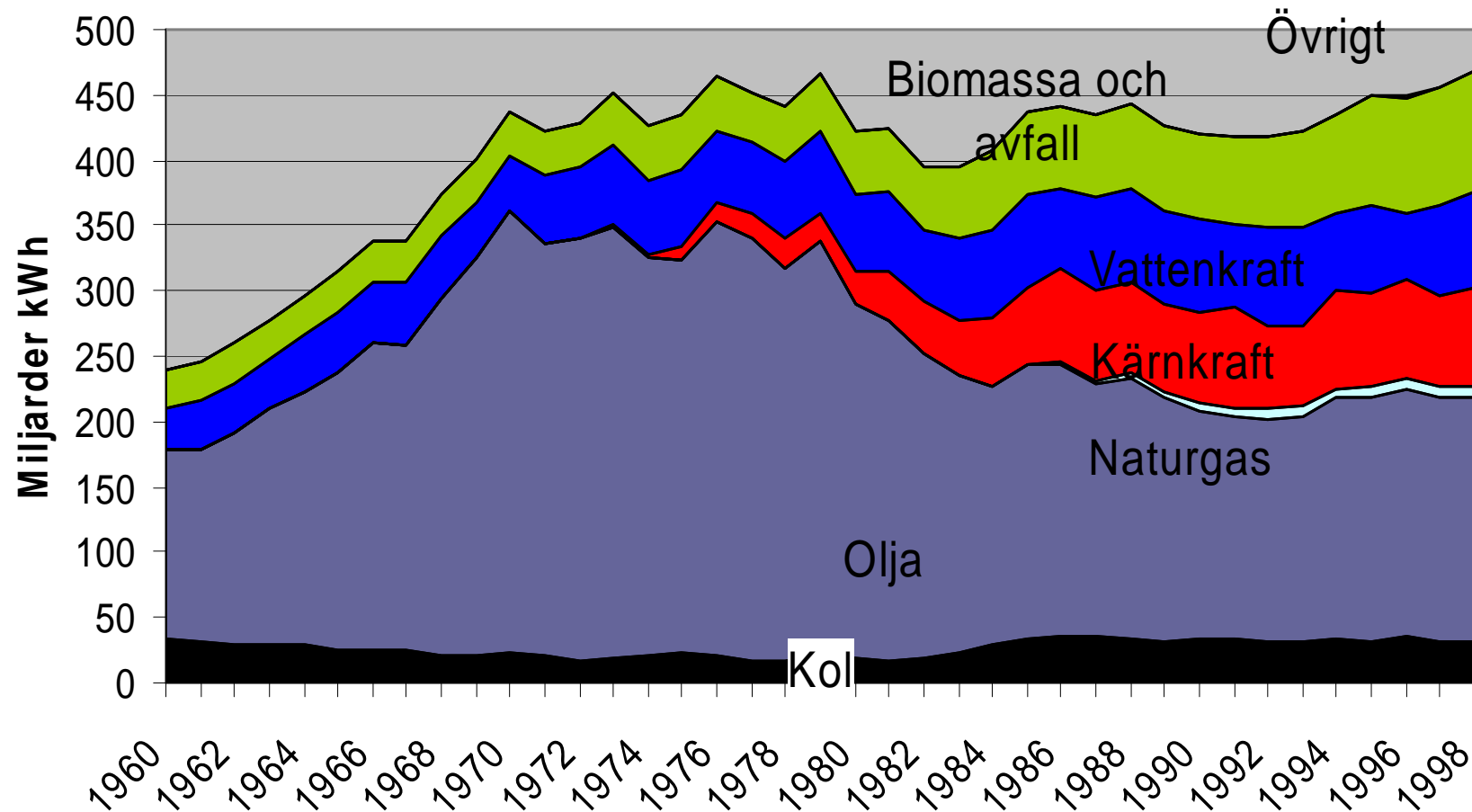
# Svenska CO<sub>2</sub>-utsläpp från förbränning av fossila bränslen



# Global primärenergianvändning

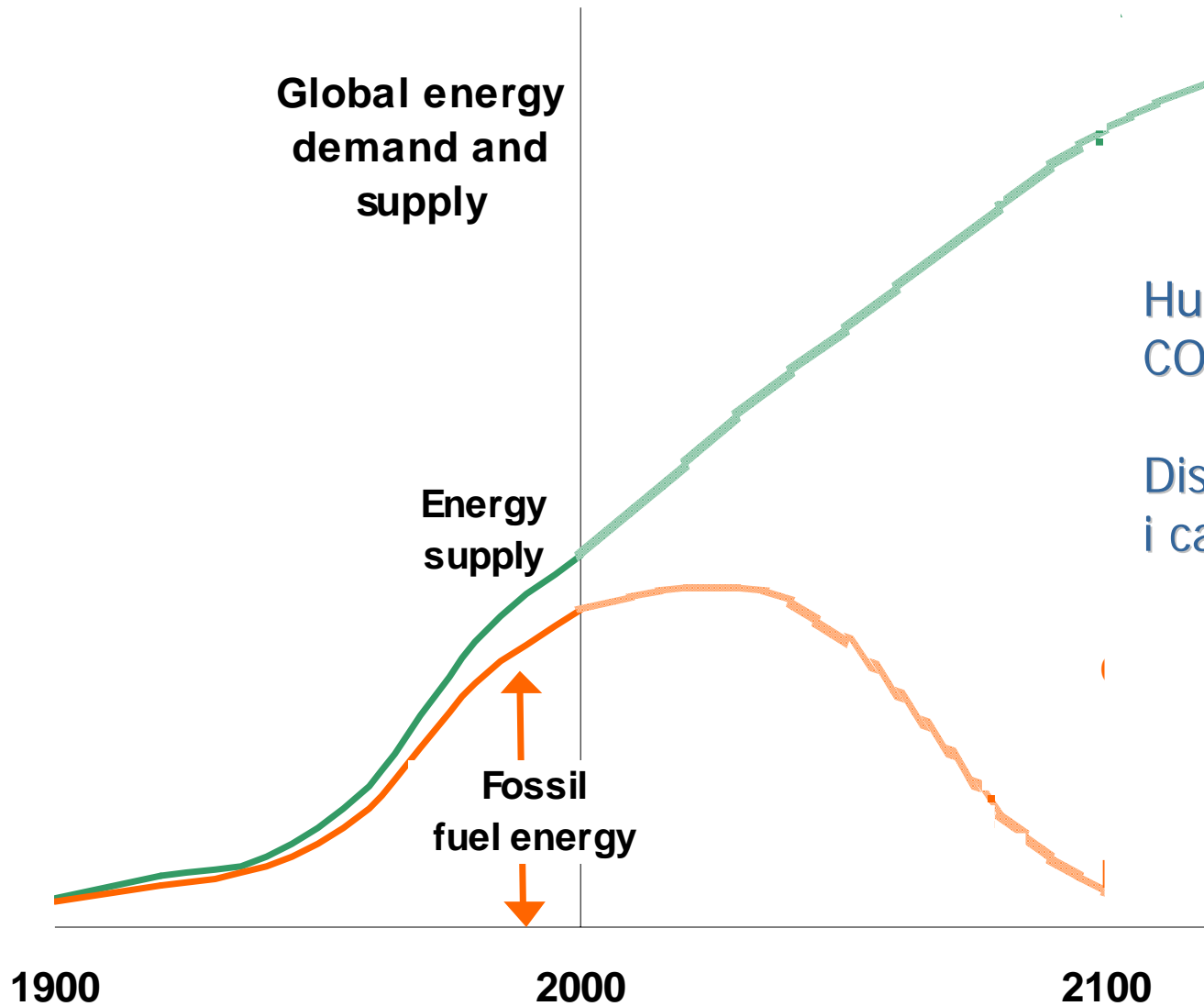


# Svensk primärenergianvändning



- ┌ Biomassa ökar, främst i fjärrvärmesektorn
- ┌ Olja har minskat p.g.a. oljeskatt och koldioxidskatt

# Global energy demand and supply



Energy supply

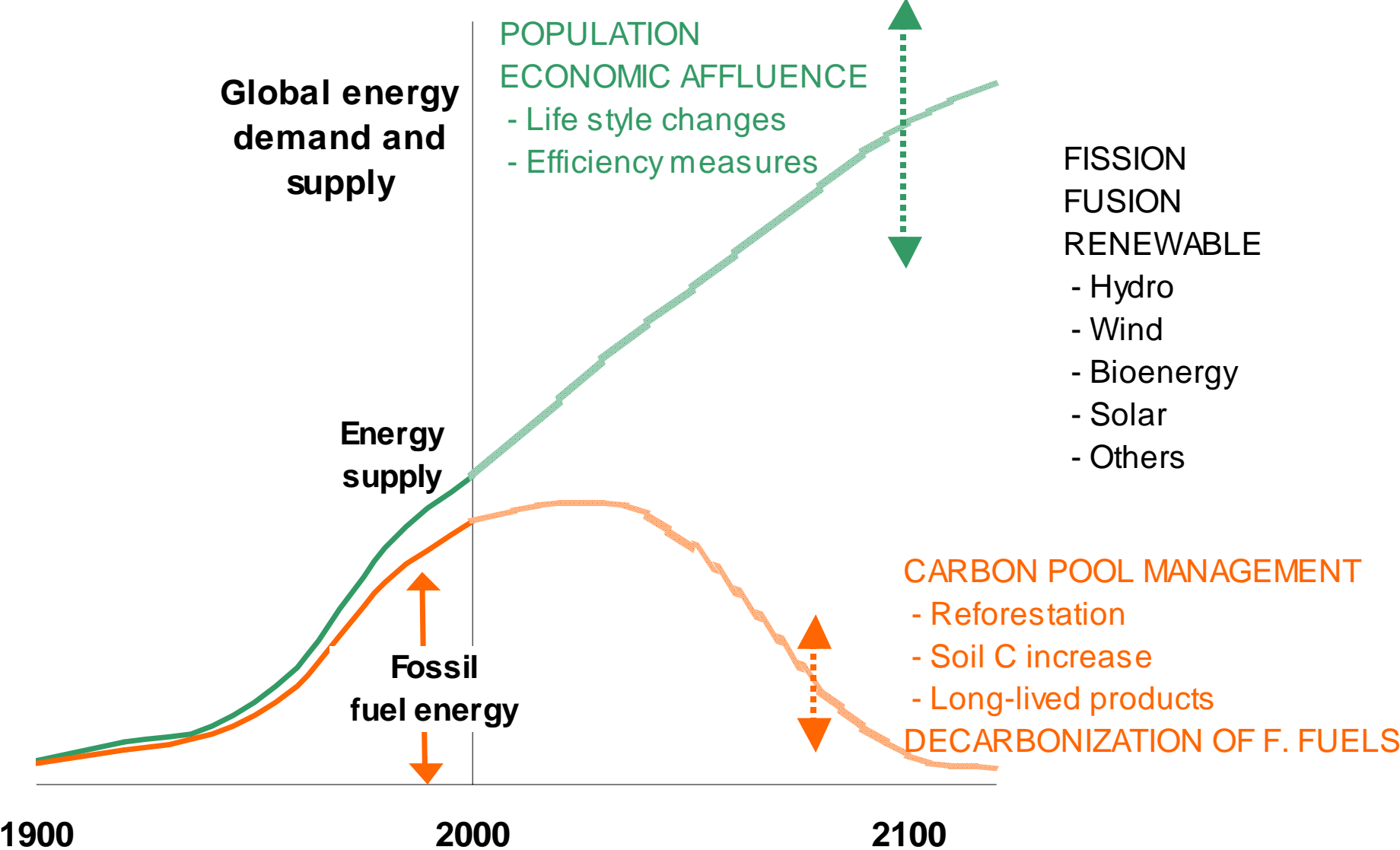
Fossil fuel energy

Hur kan vi minska CO2-utsläppen?

Diskutera två och två i ca 2 minuter



# Strategier för att minska CO<sub>2</sub>-utsläppen



# An Environmental Impact Formula

$$I = P \cdot A \cdot T$$

$$\textit{impact} = \textit{person} \cdot \frac{\textit{consumption}}{\textit{person}} \cdot \frac{\textit{impact}}{\textit{consumption}}$$

I: impact (on environment)

P: population

A: affluence - consumption per person  
(living standard)

T: technology - impact per consumption  
(technology development)

# Energieeffektivera



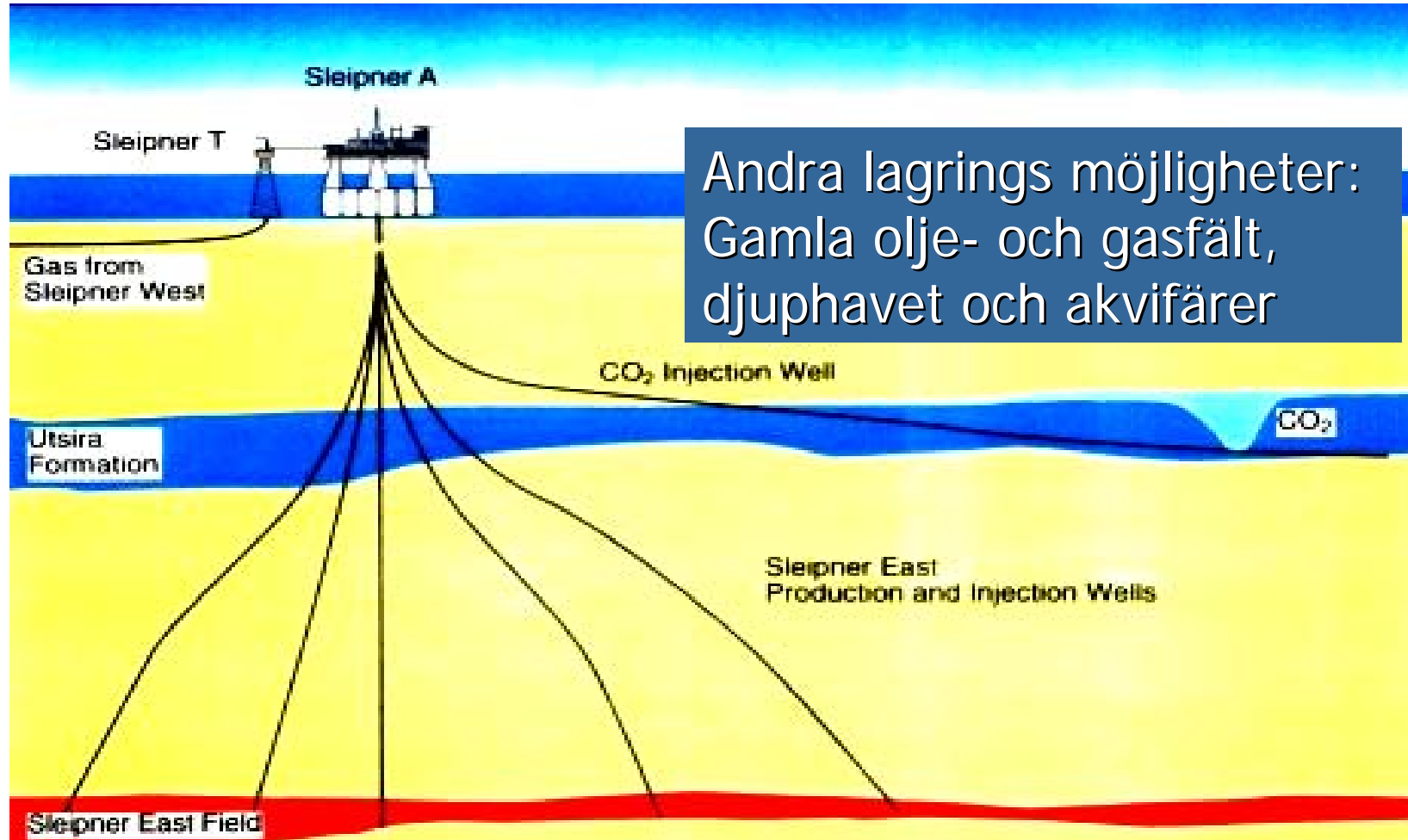
# Koldioxidinfångning

- Efter förbränning genom kondensering av rökgaser.
- Före förbränning om fossila råvaror förgasas eller reformeras till vätgas.
- Kostnaderna antas bli relativt låga
- Fungerar bara på stora anläggningar





# Långtidslagring av CO<sub>2</sub>



Andra lagrings möjligheter:  
Gamla olje- och gasfält,  
djuphavet och akvifärer

Global geologisk lagringskapacitet: 400 – 2000 GtC  
Mänskliga utsläpp idag: 7 – 8 GtC /år

# Sol- och vindkraft



- Både sol och vind är intermittenta. Kräver energilagringsteknik för att fungera i stor skala.
- Mycket stor potential.



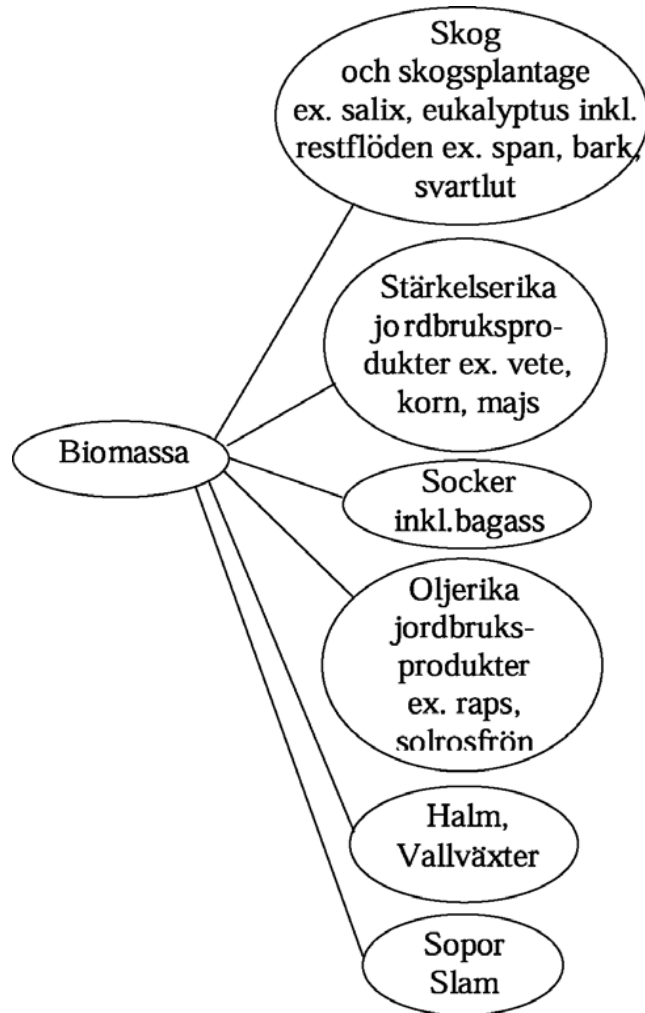


# Biomassaplanteringar

- Relativt billigt
- Inhemsk
- Stor potential men globalt begränsad av markbehov för matproduktion
- Sociala och estetiska aspekter, biologisk mångfald

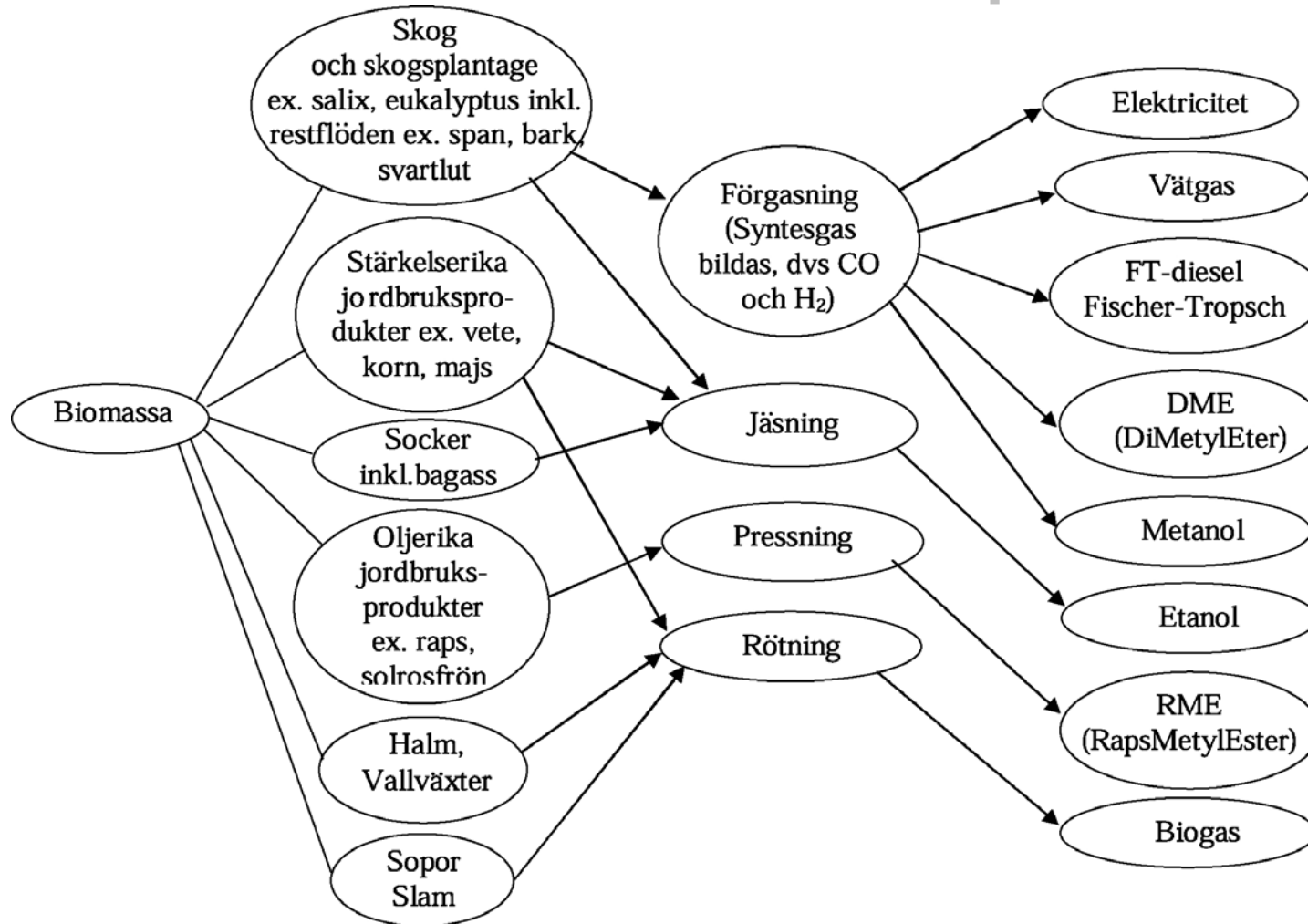


# Alternativa transportbränslen

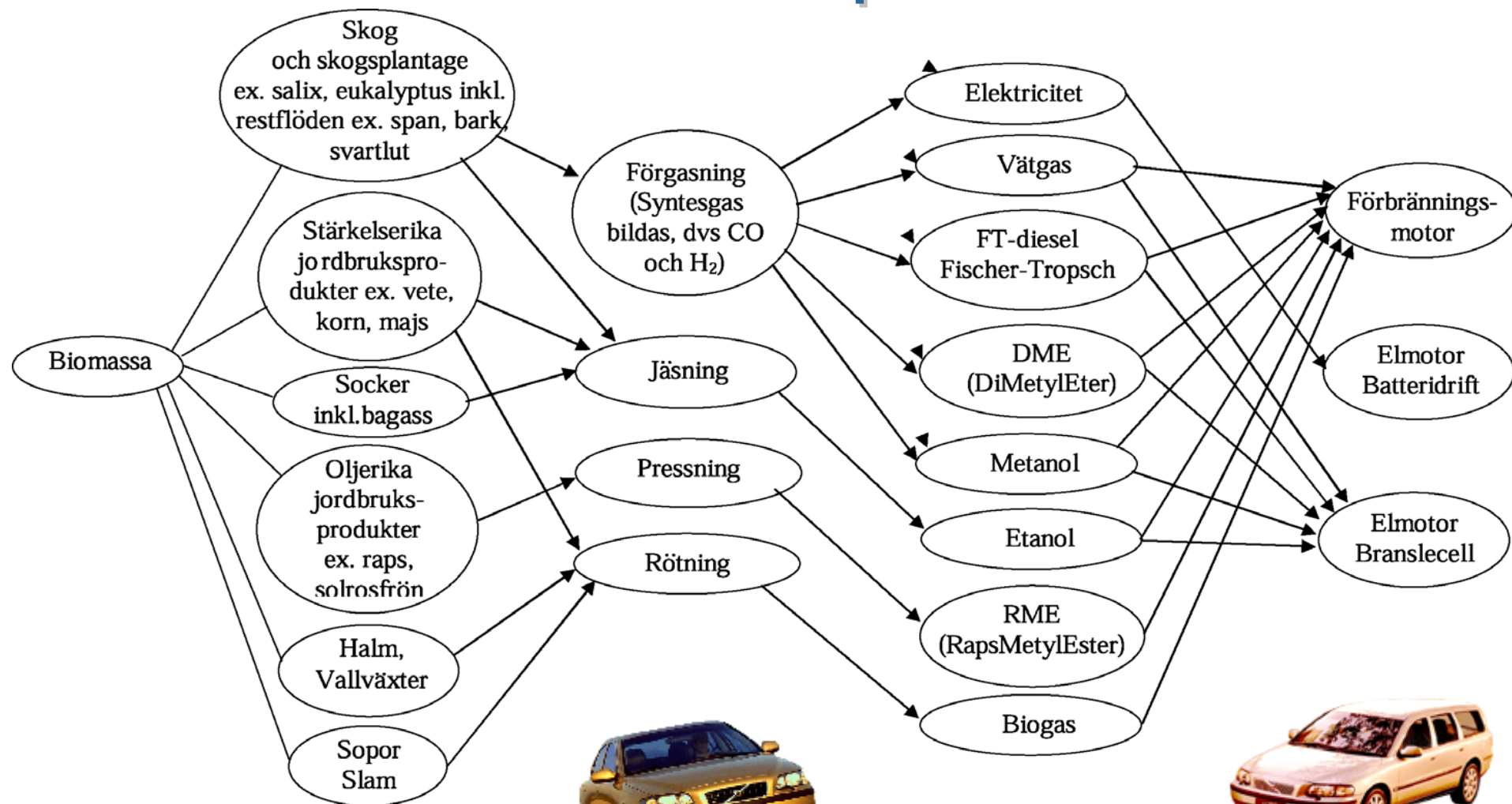




# Alternativa transportbränslen

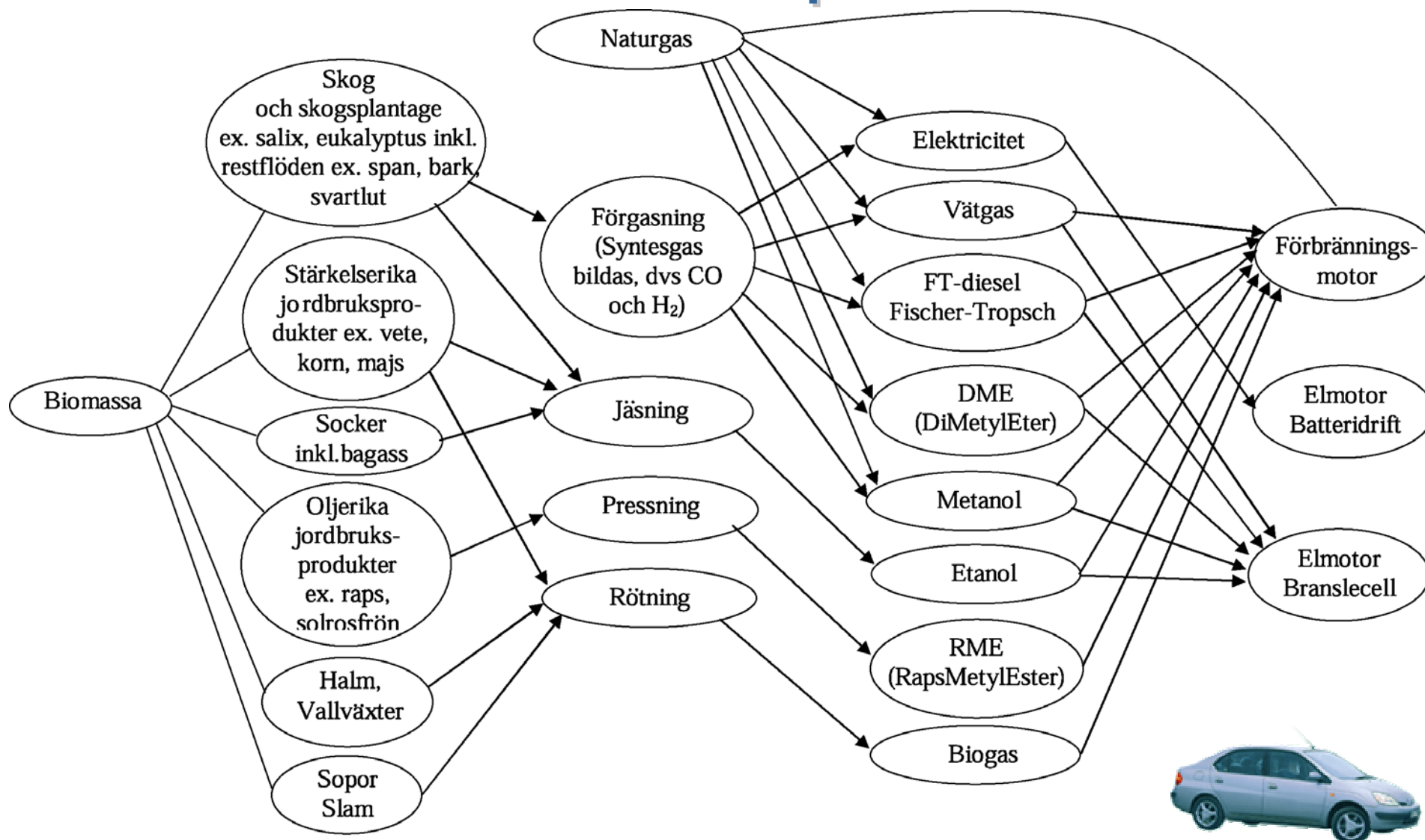


# Alternativa transportbränslen



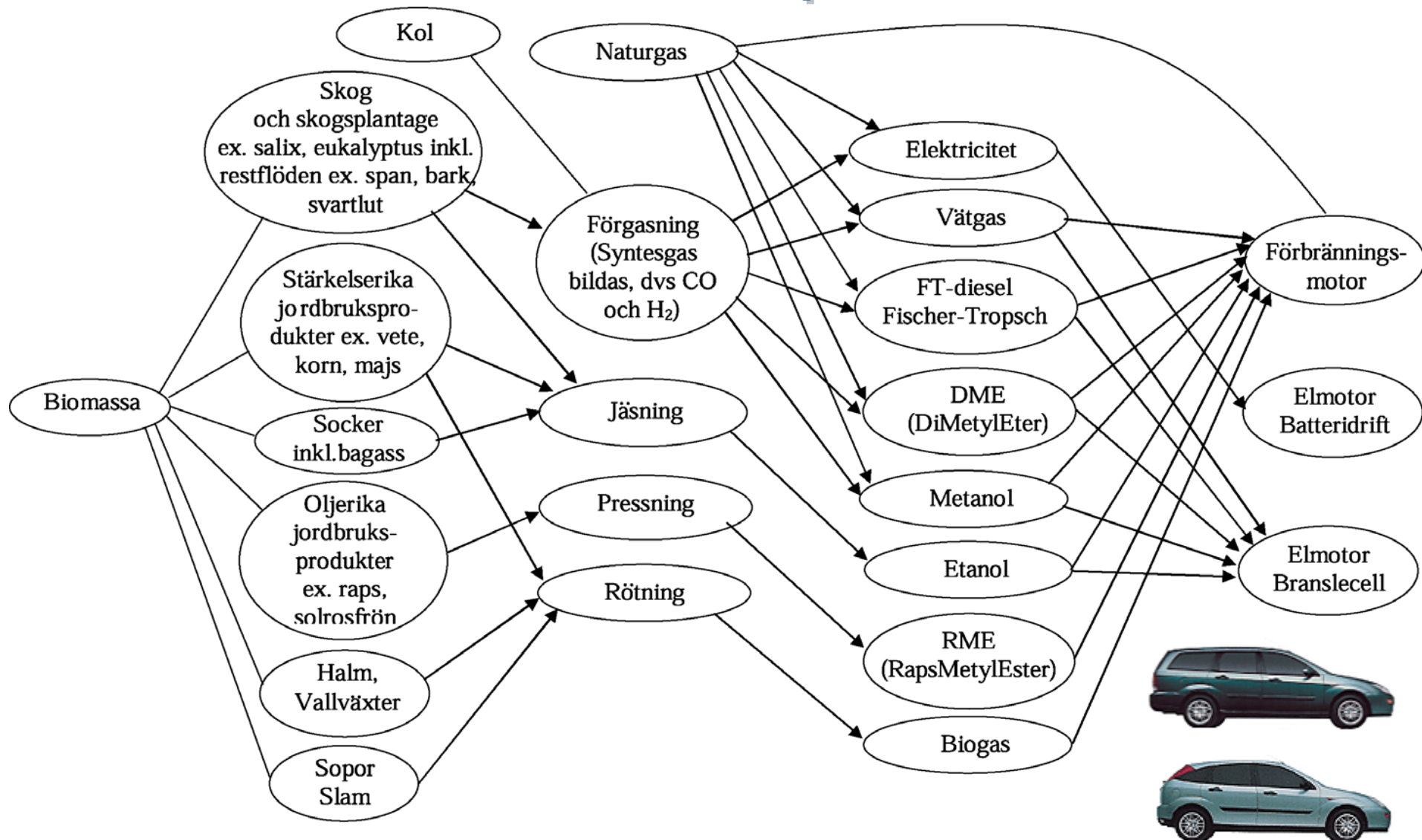
Volvo S60, S80, V70 - mest köpta gasbilarna i Sverige idag

# Alternativa transportbränslen



Toyota Prius – Mest köpta elhybridbilen i Sverige idag

# Alternativa transportbränslen



Ford Focus – Mest sålda etanolbilen i Sverige idag



# Vätgas och bränsleceller

## Vätgas

- Energilagring
- Elektrolys av vatten med el
- Ångreforming av gasformiga fossila bränslen



## Bränsleceller

- Hög omvandlings-effektivitet
- Utsläpp av vattenånga
- Kräver dyra metaller
- Ej kommersiell idag



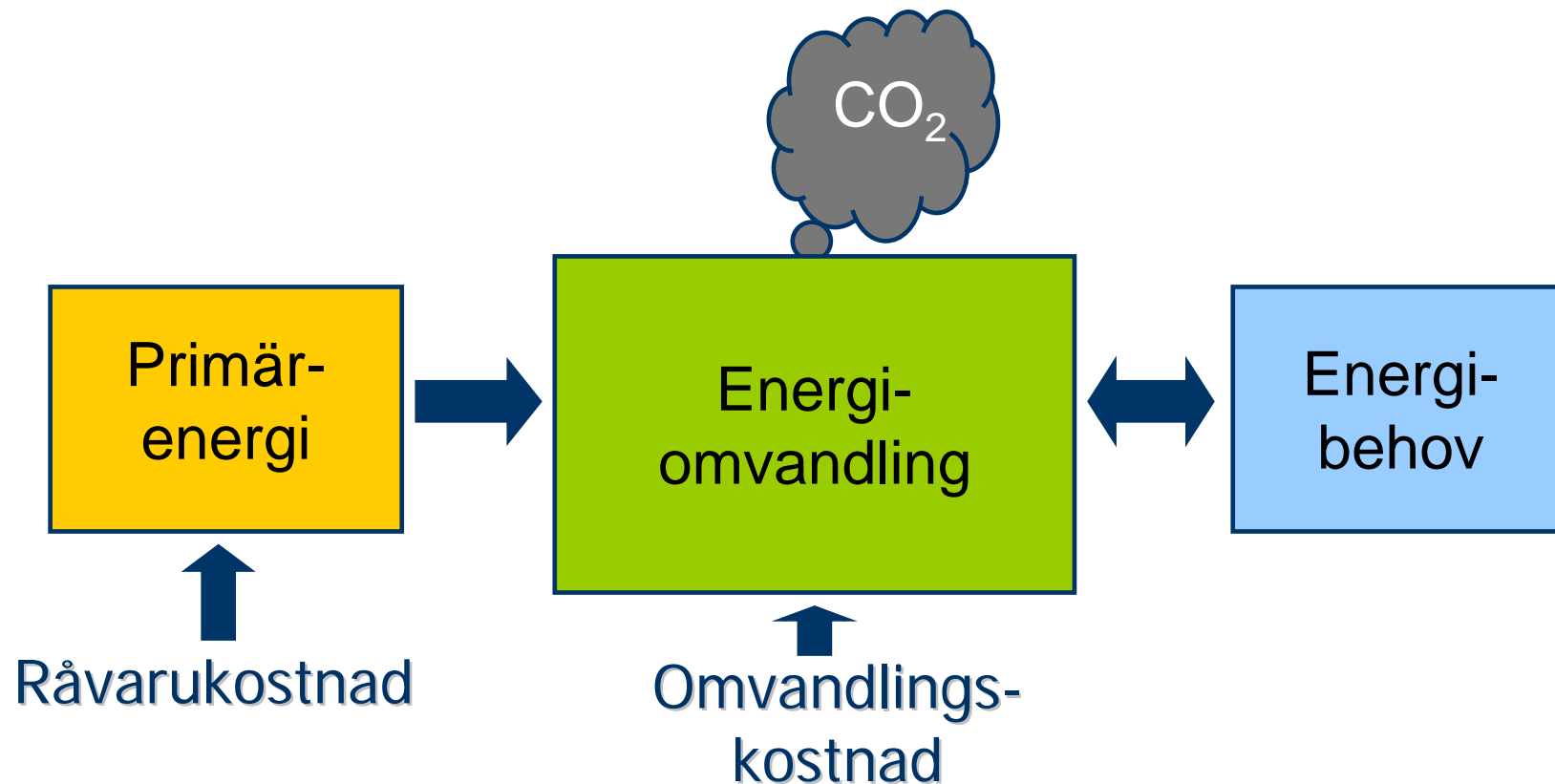
Hur skulle energisystemet  
kunna förändras för  
att klara ett  
tufft klimatmål?



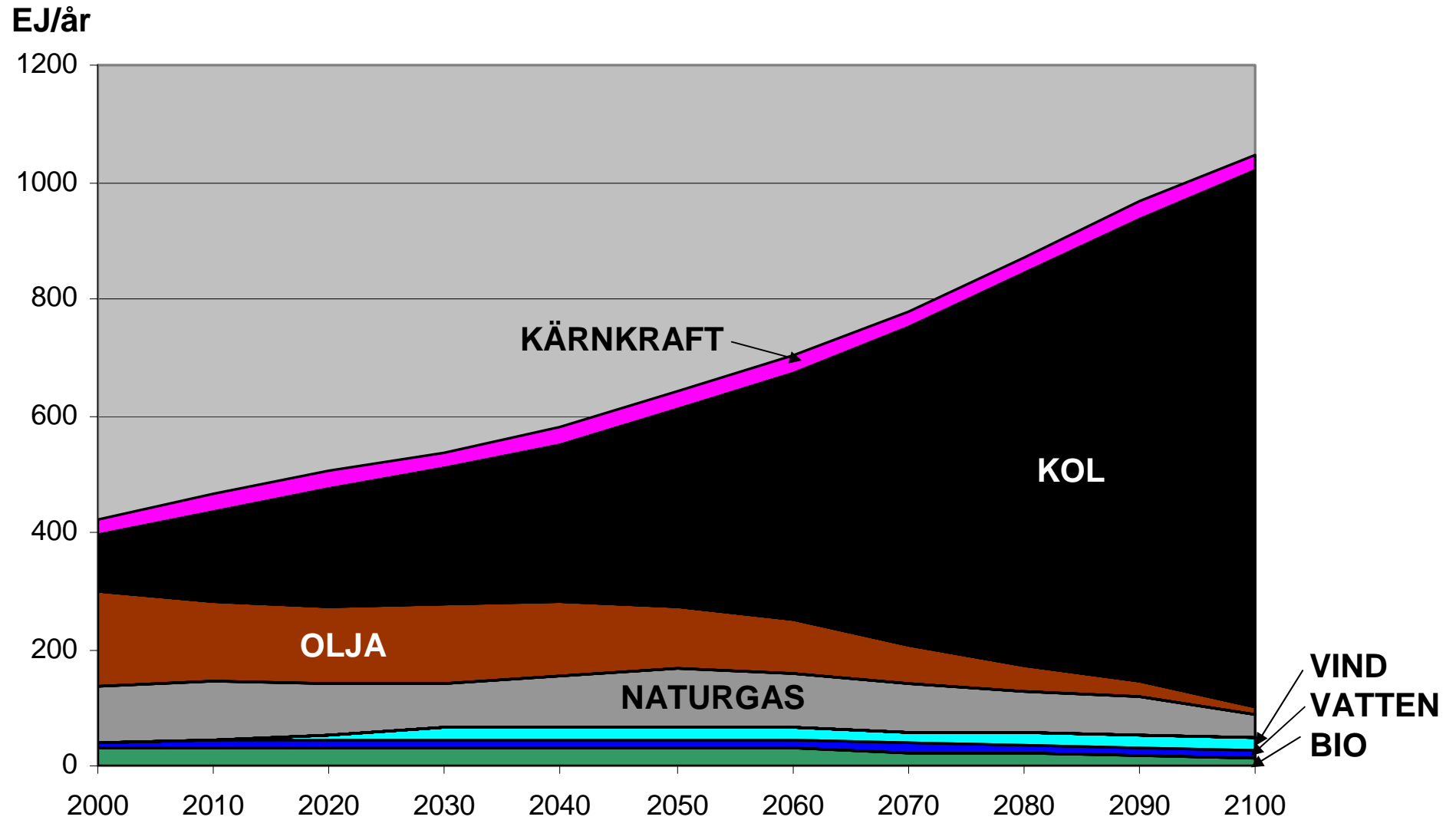


# Global energimodell:

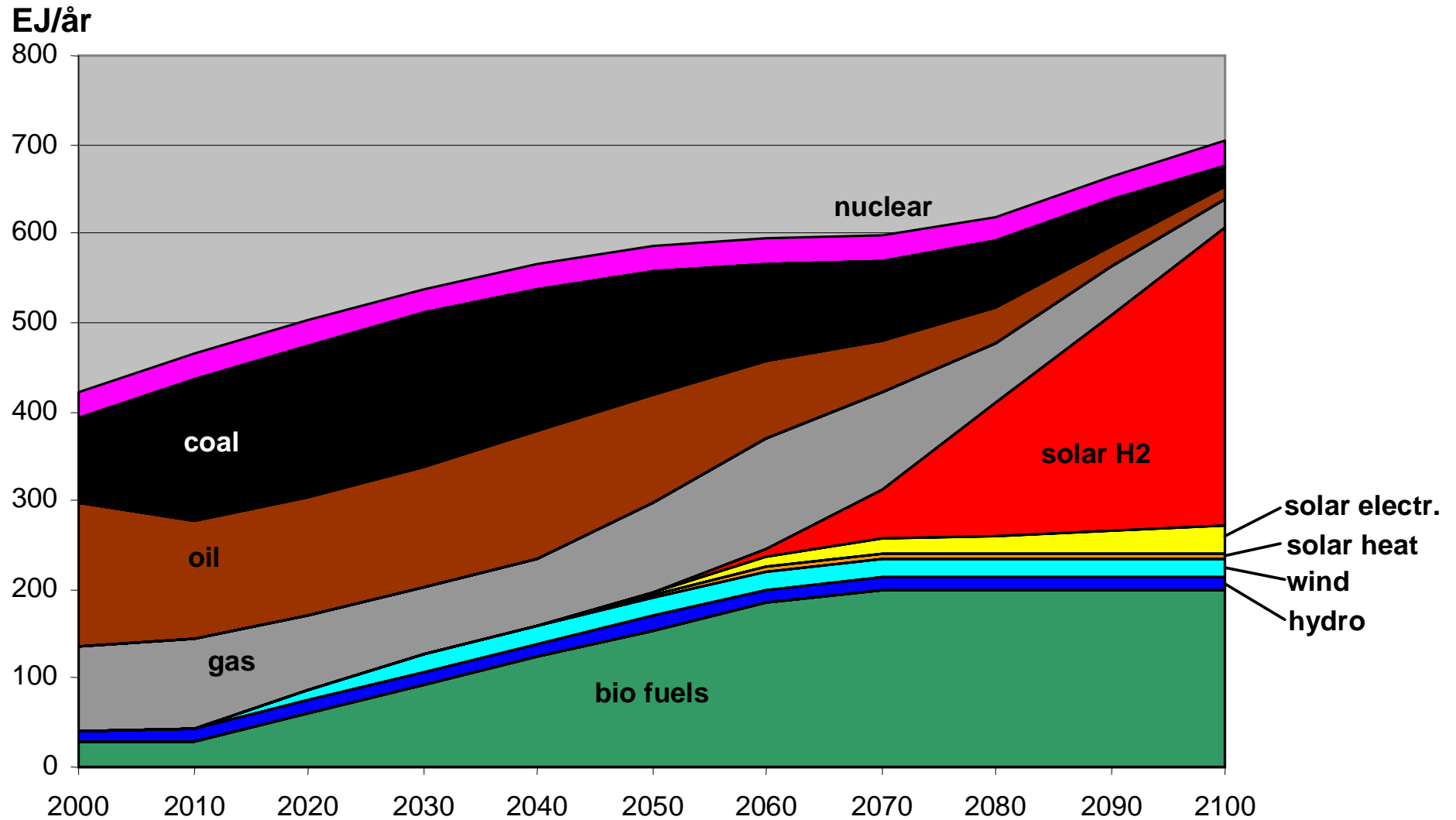
Övre gräns på CO<sub>2</sub>-utsläppen och minimera kostnaderna



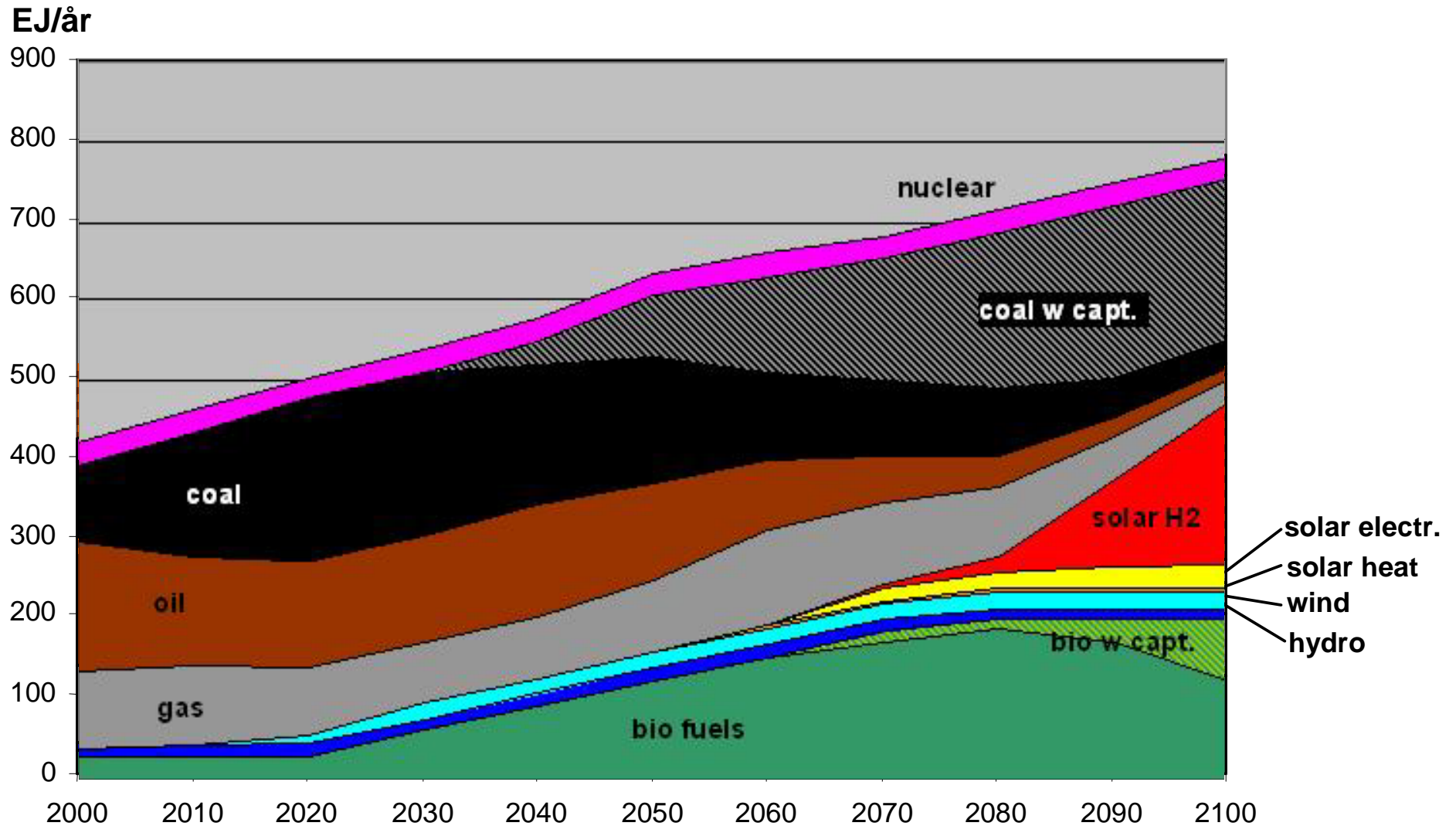
# Global primärenergi – utan begränsning på CO<sub>2</sub>-utsläppen



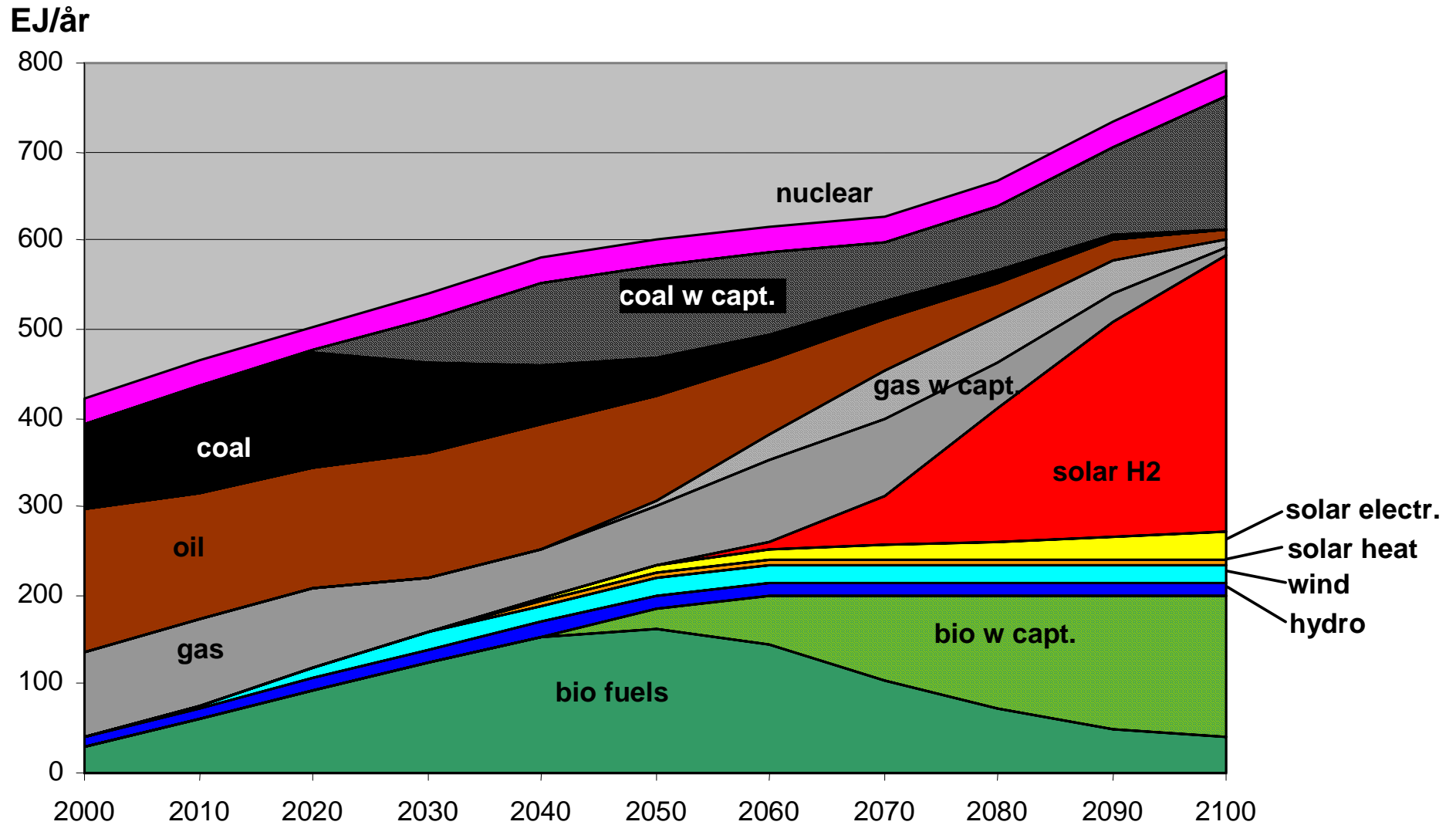
# CO<sub>2</sub>-mål 450 ppm, utan CO<sub>2</sub>-avskiljning



# CO<sub>2</sub>-mål 450 ppm, med CO<sub>2</sub>-avskiljning



# CO<sub>2</sub>-mål 350 ppm, med CO<sub>2</sub>-avskiljning



# Utsläppen av koldioxid kan minskas genom att

- Använda mindre energi
  - energieffektivisera och livsstilsförändringar
- Använda annan energi
  - Byta till ett bränsle med en lägre kolhalt
  - Öka användningen av förnyelsebara energikällor (solceller, solpaneler, bioenergi, vind, vatten, geotermisk, våg och tidvattenkraft)
- Minska utsläppen vid användning av fossil energi
  - Avskiljning av CO<sub>2</sub> med långtidslagring





Tack för  
uppmärksamheten!

**CHALMERS**

Chalmers University of Technology, Sweden

