

Klimatmål, fossila bränslen och CCS

Filip Johnsson

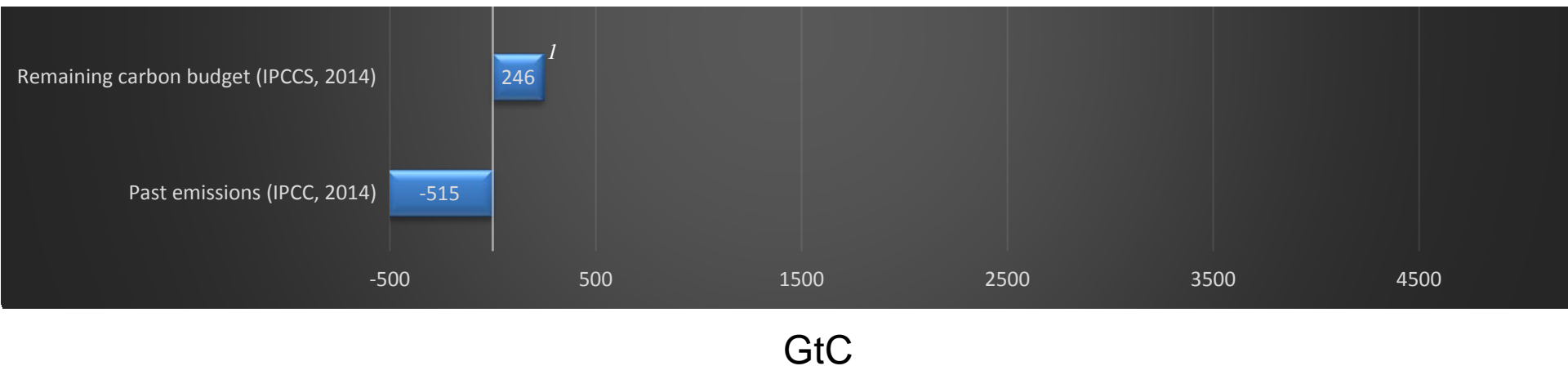
Energisystem
20 januari, 2016

Division of Energy Technology
Sweden

filip.johnsson@chalmers.se

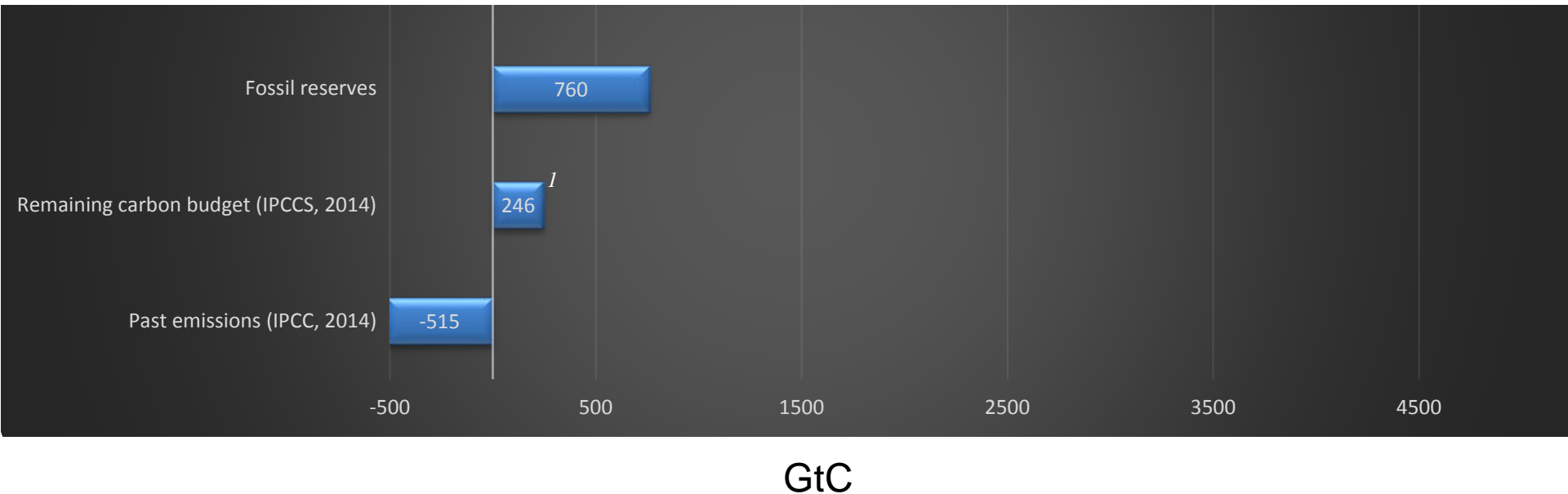


Carbon budget for 2°C warming



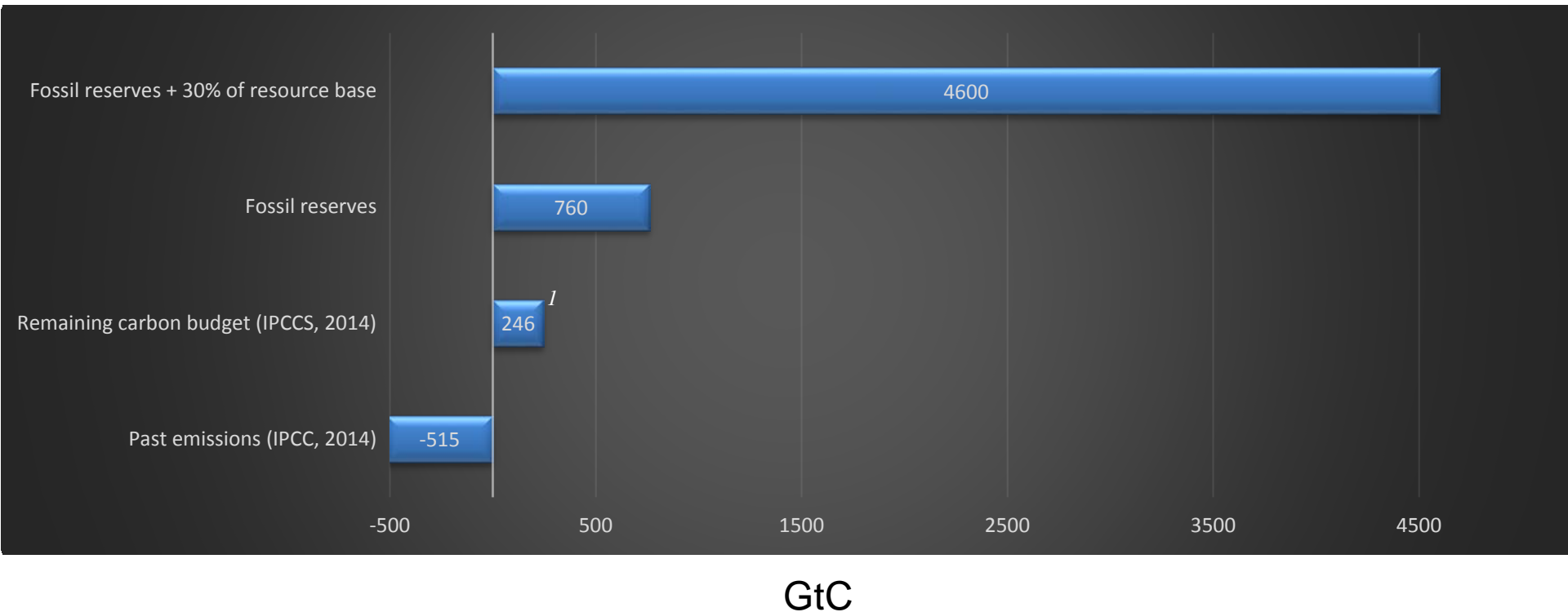
¹IPCC (2014); Fifth assessment report, working group III, Table 6.3 page 431 (430-480 ppm CO_{2eq} overshoot < 0.4W/m², the average of 150-280 GtC 2011-2050 and 171-322 GtC 2011-2100, 12-22% probability of exceeding 2°C)

Coal, oil and gas vs carbon budget for 2°C warming



¹IPCC (2014); Fifth assessment report, working group III, Table 6.3 page 431 (430-480 ppm CO_{2eq} overshoot < 0.4W/m², the average of 150-280 GtC 2011-2050 and 171-322 GtC 2011-2100, 12-22% probability of exceeding 2°C)

Coal, oil and gas vs carbon budget for 2°C warming



¹IPCC (2014); Fifth assessment report, working group III, Table 6.3 page 431 (430-480 ppm CO_{2eq} overshoot < 0.4W/m², the average of 150-280 GtC 2011-2050 and 171-322 GtC 2011-2100, 12-22% probability of exceeding 2°C)

Samtidigt stora investeringar i fossil bränsleinfrastruktur



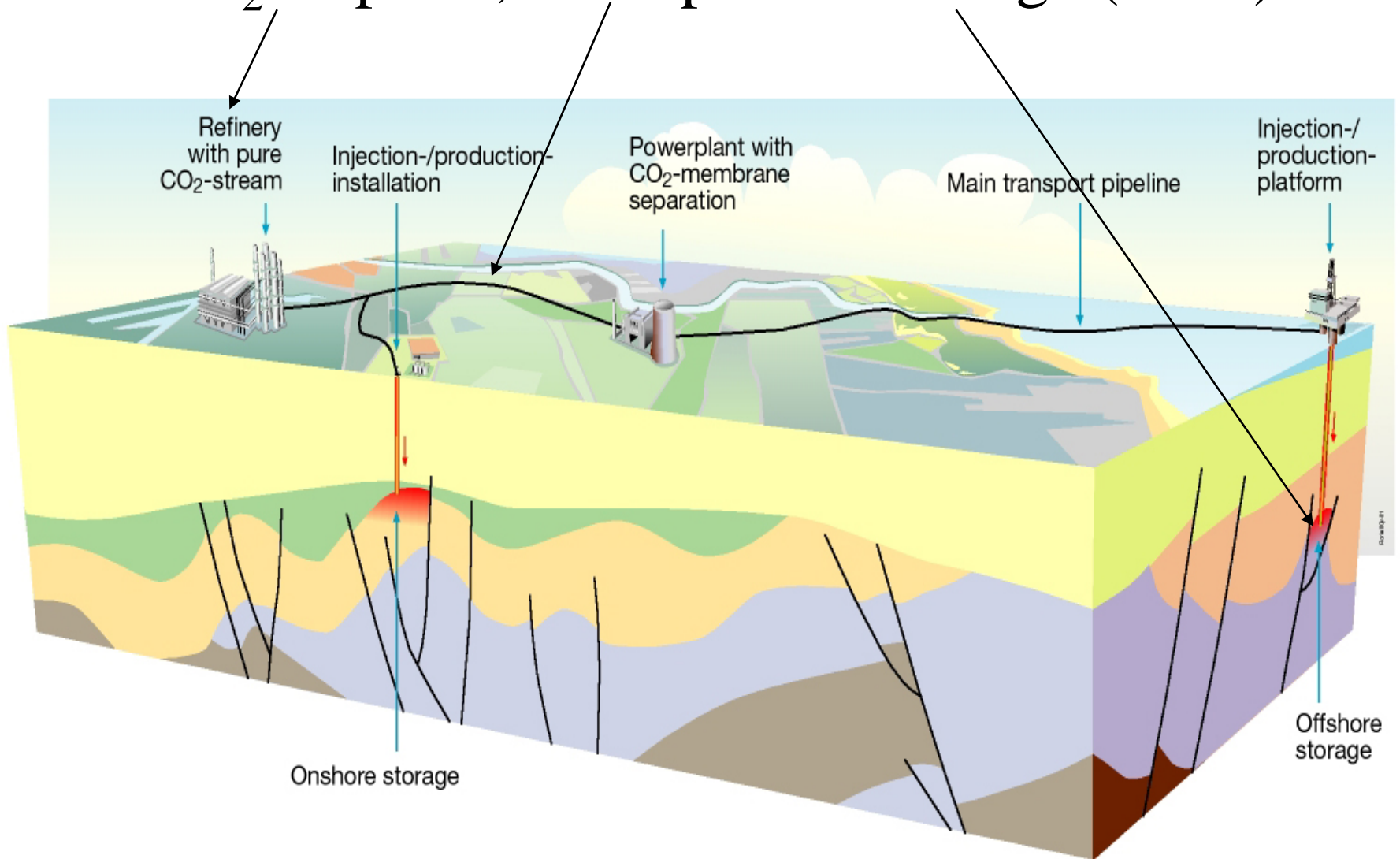
”Fossilförbannelse”

- Länder med stora tillgångar av fossila bränslen
 - Primär energitillförsel och elförsörjning från **fossila bränslen har ökat mer än från förnybara källor**
- **Fossilförbannelse**
 - Vi kan inte förvänta oss att länder med stora fossila tillgångar skall lämna dessa outnyttjade
- Mycket stort hot mot en långsiktig lösning på klimathotet - **endast två möjligheter**
 - Lämna de fossila bränslena outnyttjade
 - Tillämpa CCS tekniken fullt ut

Se <http://www.dn.se/debatt/overflodet-av-fossilbranslen-ar-den-storsta-klimatfragan/>

Avskiljning, transport och lagring av CO₂

CO₂ Capture, Transport & Storage (CCS)

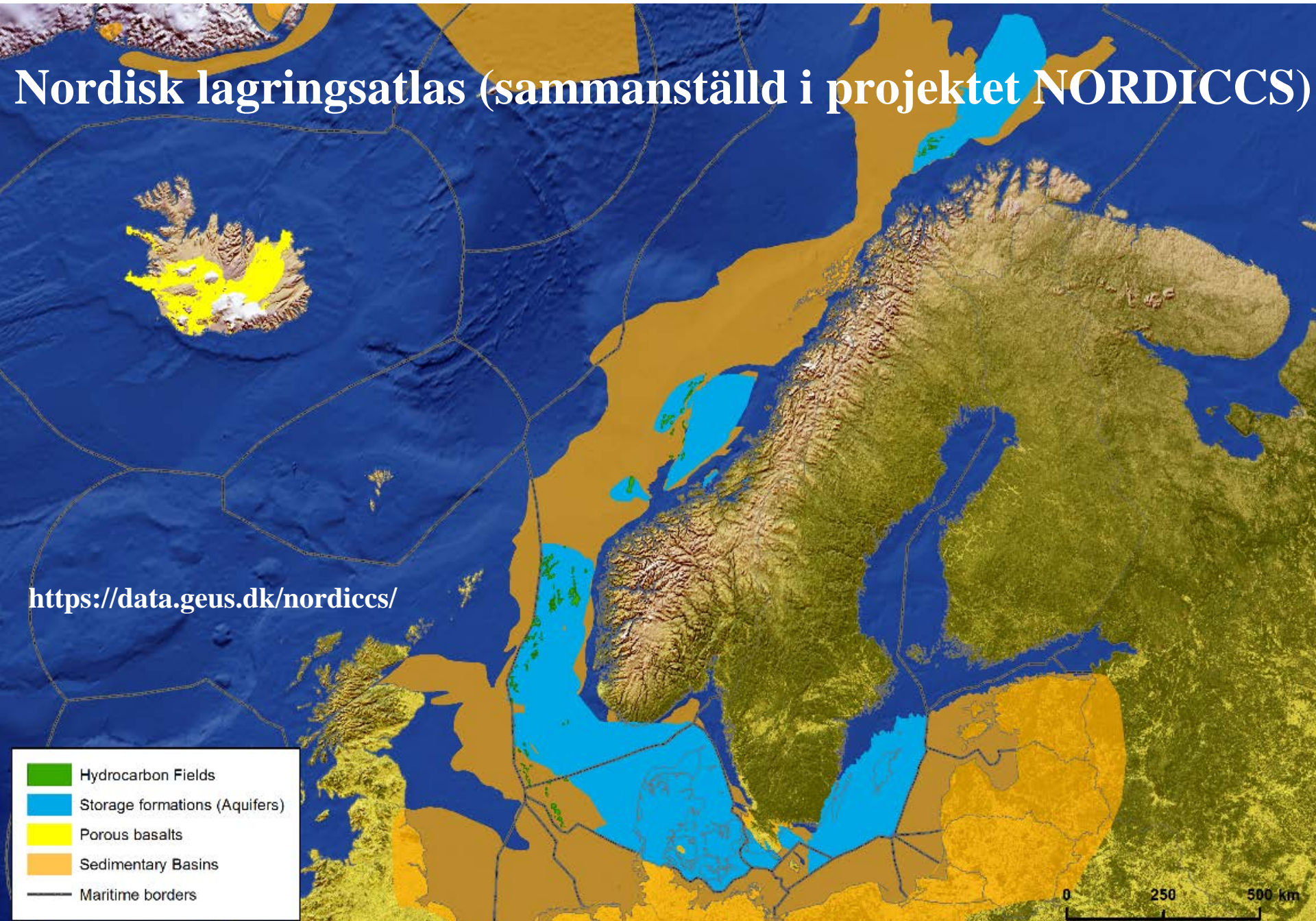


Nordisk lagringsatlas (sammanställd i projektet **NORDICCS**)

<https://data.geus.dk/nordiccs/>

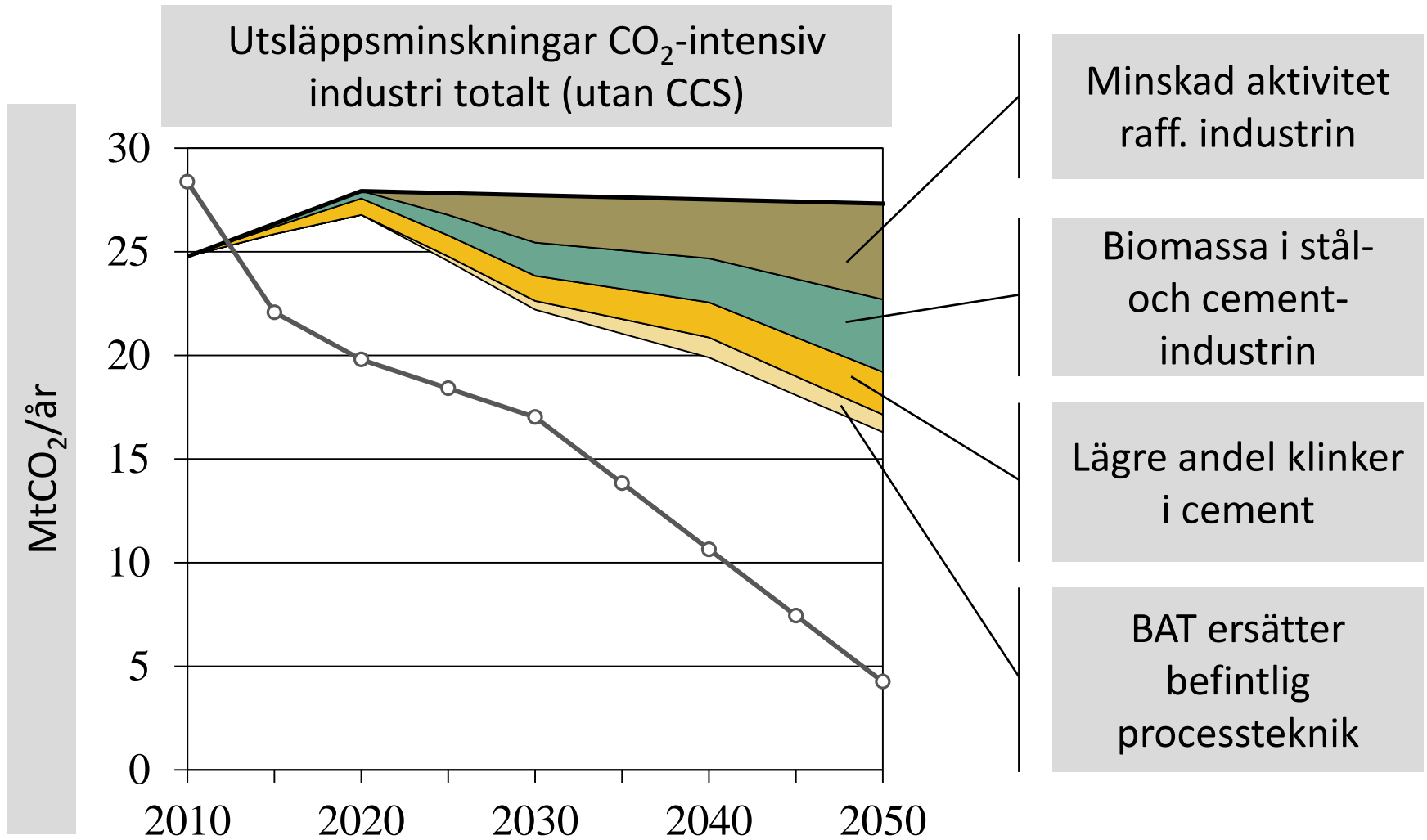
-  Hydrocarbon Fields
-  Storage formations (Aquifers)
-  Porous basalts
-  Sedimentary Basins
-  Maritime borders

0 250 500 km



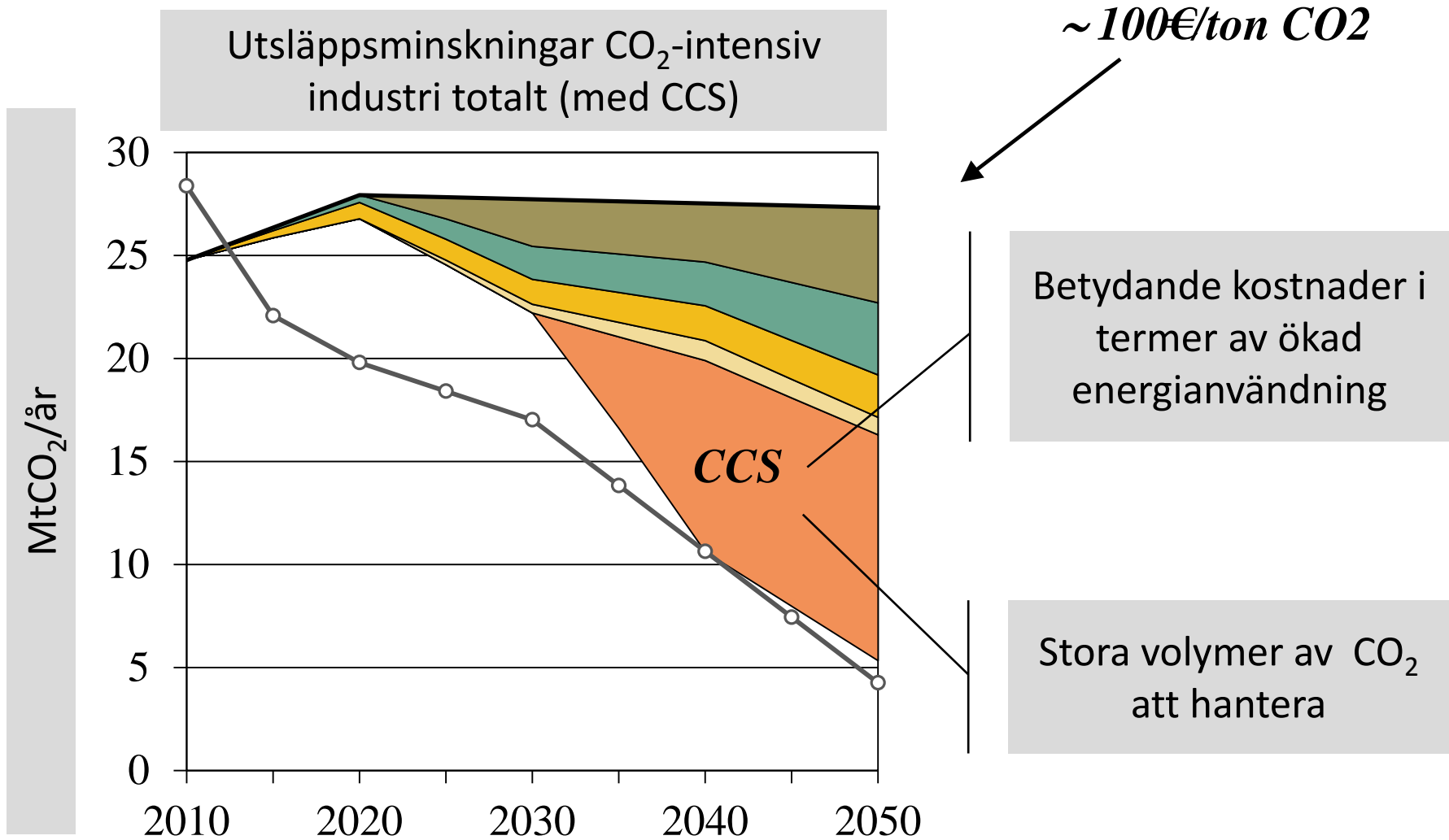
I Norden och Sverige - CCS främst för basindustrin...

NORDISK BASINDUSTRI – UTAN CCS



Sammanlagd potential -35% 2050 jämfört med 2010

NORDISK BASINDUSTRI – MED CCS



Sammanlagd potential -85% 2050 jämfört med 2010

Nordisk basindustri

Åtgärder för att uppfylla långsiktiga utsläppsmål kostar ~100€/ton CO₂

EU-ETS < 10 €/ton CO₂

Rootzén and Johnsson, (2015)

Se

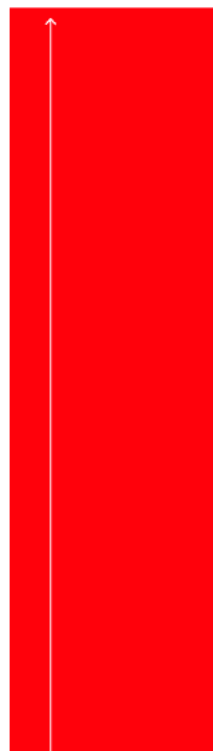
<http://www.dn.se/debatt/plan-saknas-for-att-minska-basindustrins-klimatpaverkan/>

Att göra basmaterial klimatneutrala skulle öka priset kraftigt, men den färdiga konsumentprodukten ökar bara marginellt i pris

Cementindustrin

Så mycket dyrare blir cementen

+70%



Så mycket dyrare blir huset

+mindre än 0,5%

Stålindustrin

Så mycket dyrare blir stålet

+25%



Så mycket dyrare blir bilen

+mindre än 0,5%

Tre argument för att CCS-tekniken behövs

1. CCS möjliggör för regioner med stora tillgångar av fossila bränslen att gå med på **långtgående utsläppsminskningar** samtidigt som de kan **fortsätta att nyttja sina naturresurser** (de fossila bränslena)
2. CCS krävs för att **basindustrin skall lyckas möta de utsläppsminskningar** som Sverige satt upp som mål till år 2050 – att koldioxidutsläppen då skall vara nära noll
3. CCS kan bidra till **negativa utsläpp**, vilket med stor sannolikhet kommer att krävas om ett tvågradersmål skall nås (och än mer med ambitionen max 1,5°C)

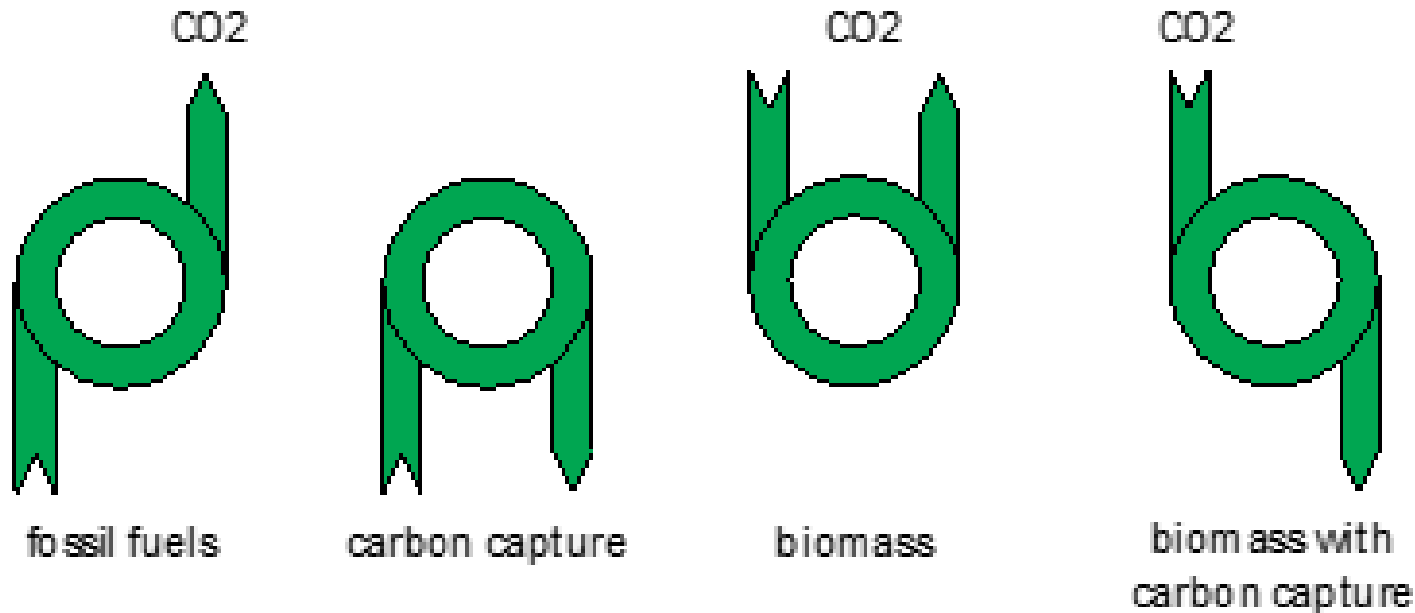
Sammanfattningsvis

- **Problemet:** Det finns *för mycket fossila bränslen*, ur ett klimatperspektiv
 - **Utan CCS:** Snabbt komma till stånd global **överenskommelse att fasa ut alla fossila bränslen** – osannolikt!
- **Med tanke på den stora utmaningen:** Vi behöver *alla tekniker och åtgärder* fram till 2050, dvs kompromisser behövs – fokusera på styrmedel!
- **Styrmedel:** Det måste till en *kostnad att släppa ut koldioxid* (och andra klimatgaser) – **innovativ prissättning behövs**

Extra

2°C mål kräver netto negativa utsläpp efter 2050 – än mer så för ett 1,5°C mål

ATMOSPHERE



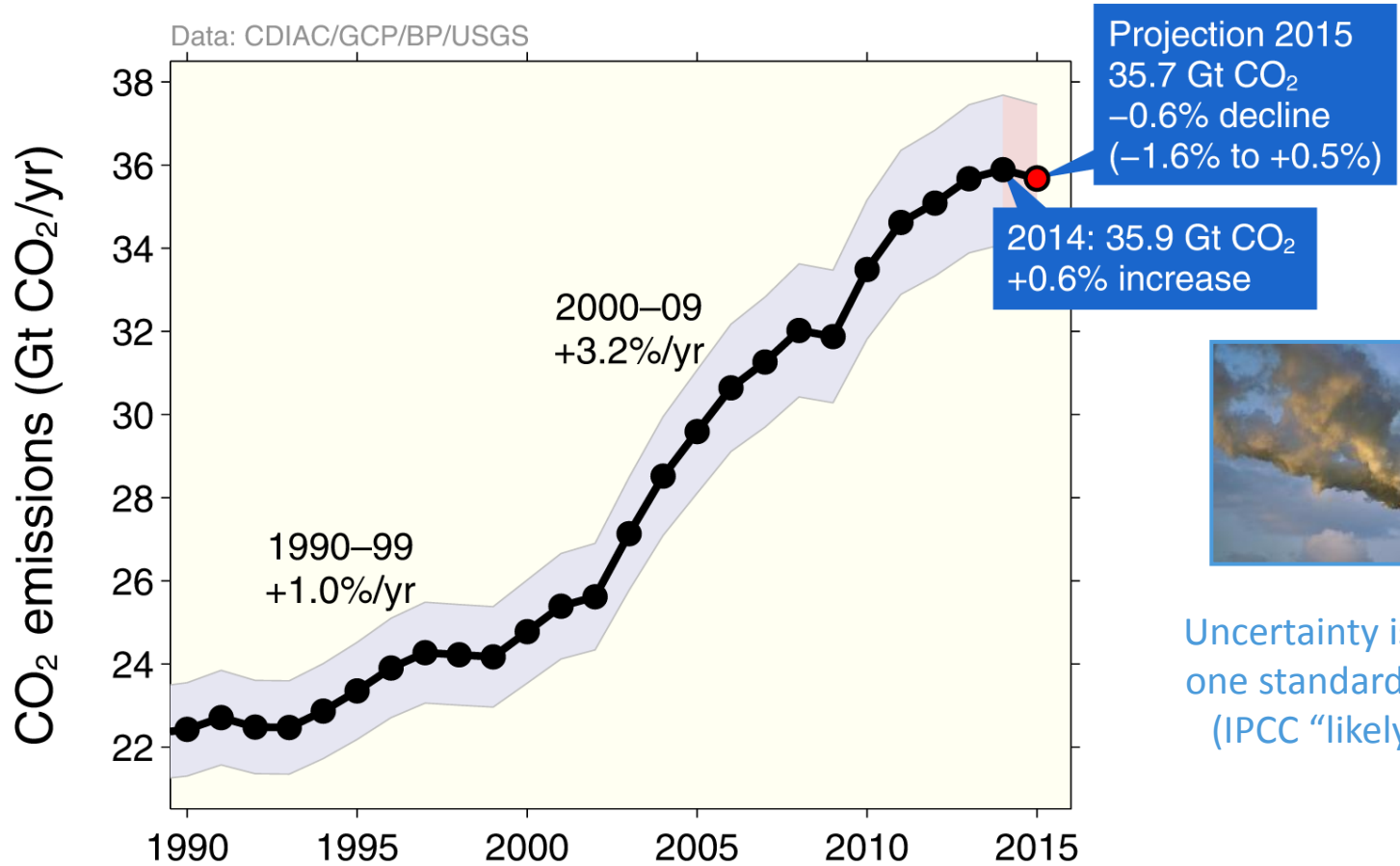
GROUND

30 Mt CO₂ från biogena punktkällor i Sverige

Emissions from fossil fuel use and industry

Global emissions from fossil fuel and industry: 35.9 ± 1.8 GtCO₂ in 2014, 60% over 1990

● Projection for 2015: 35.7 ± 1.8 GtCO₂, 59% over 1990

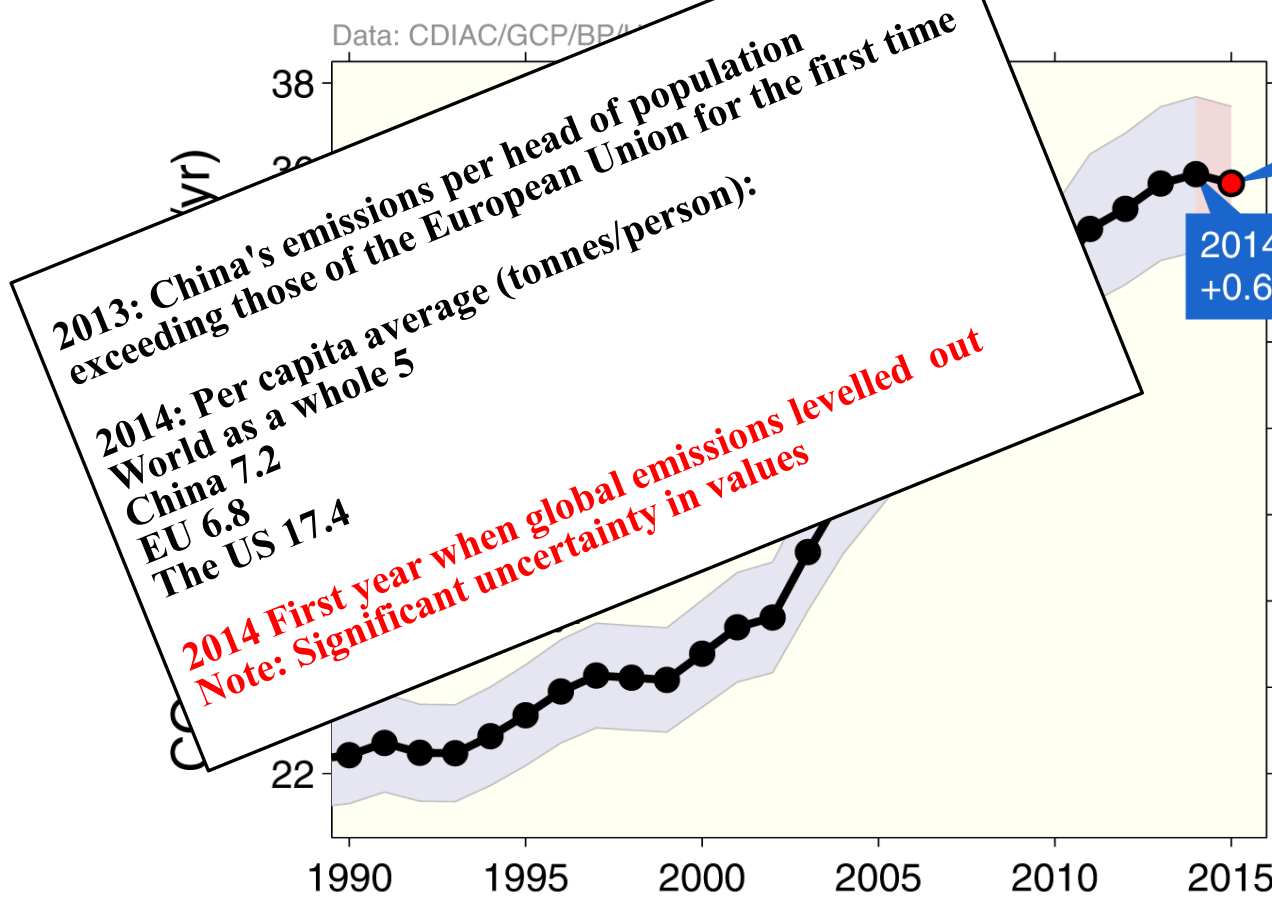


Uncertainty is $\pm 5\%$ for one standard deviation (IPCC “likely” range)

Emissions from fossil fuel use and industry

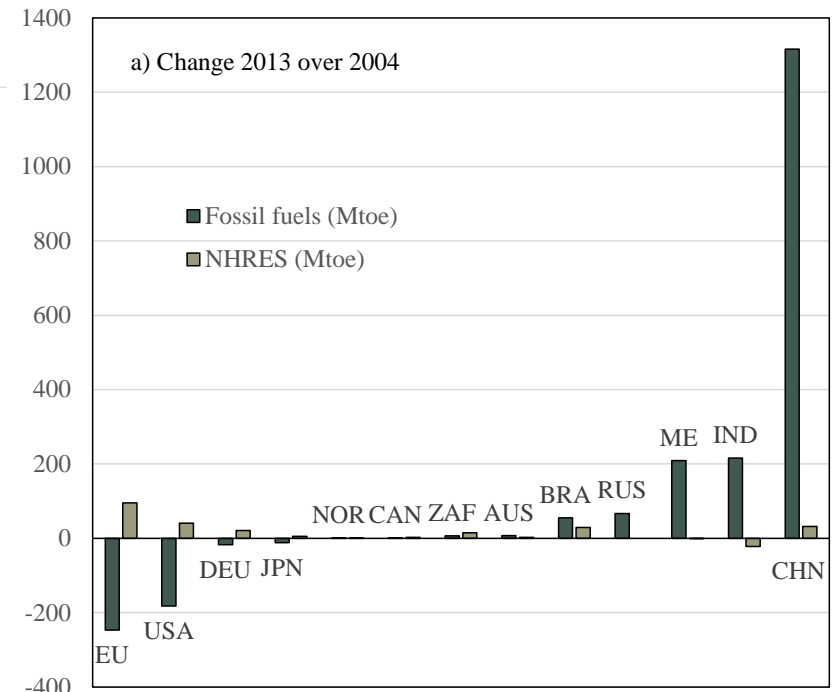
Global emissions from fossil fuel and industry: 35.9 ± 1.8 GtCO₂ in 2014, 60% over 1990

● Projection for 2015: 35.7 ± 1.8 GtCO₂, 59% over 1990

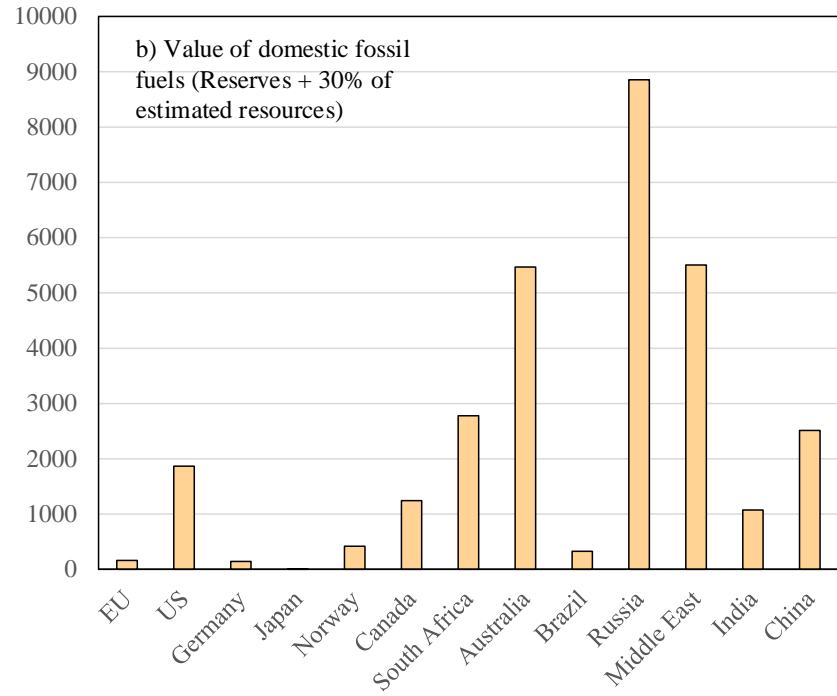


Uncertainty is $\pm 5\%$ for one standard deviation (IPCC "likely" range)

Δ Primary Energy Consumption [Mtoe]



[Economic value as % of GDP]



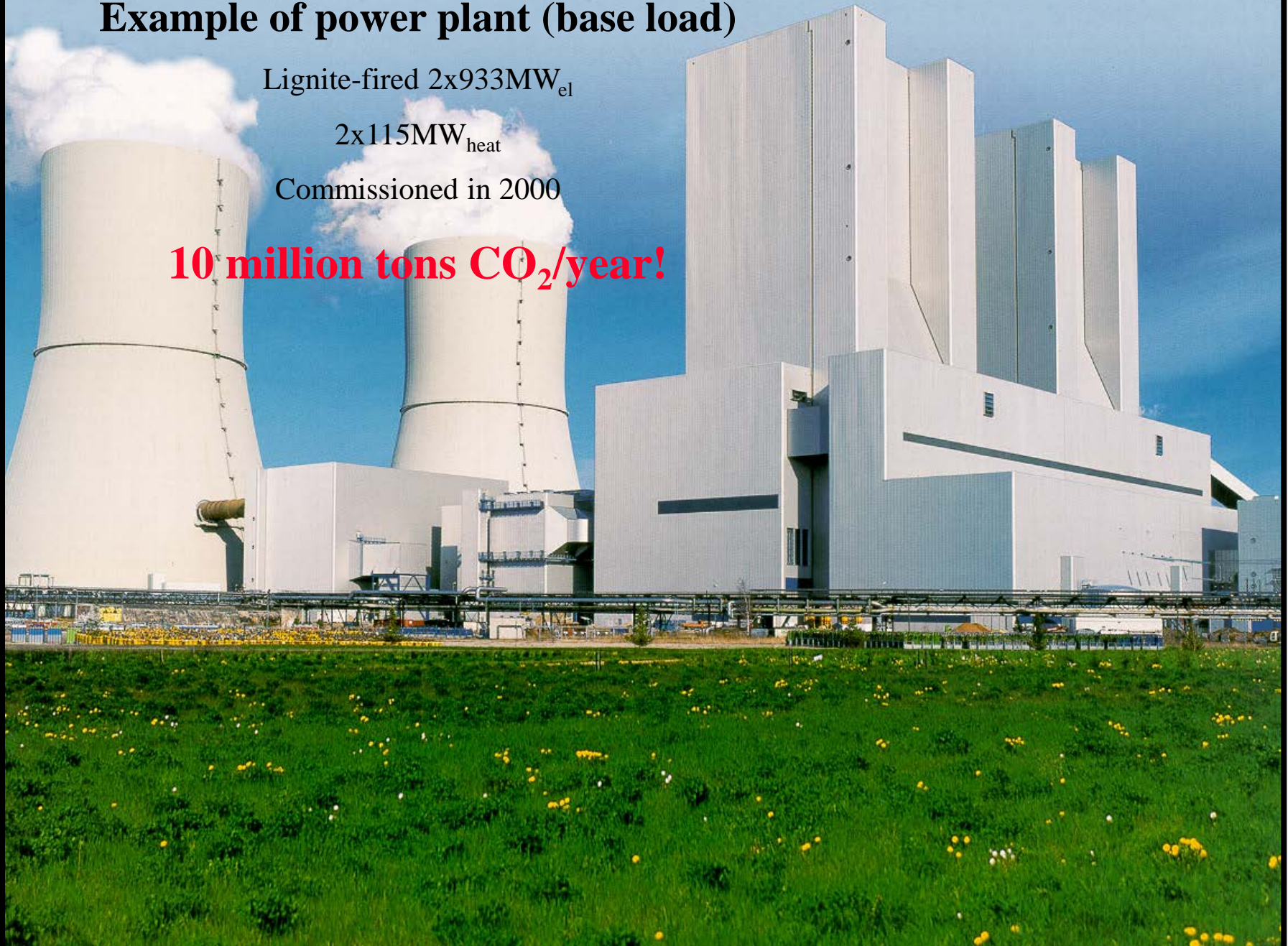
Example of power plant (base load)

Lignite-fired $2 \times 933 \text{ MW}_{\text{el}}$

$2 \times 115 \text{ MW}_{\text{heat}}$

Commissioned in 2000

10 million tons CO_2 /year!



Mer eller mindre trög omställning av energisystemets kapitalstock



**Hög kostnad jämfört med förväntat
EU-ETS pris**

Långa ledtider för forskning och utveckling

Exempel: Oxyfuelförbränning för CO₂ avskiljning

Chalmers 100kW
research plant

Vattenfall 30MW
pilot plant

Jämschwalde 250 MW
demonstration plant

Commercial
plant



2010

2015

2020



Långa ledtider för forskning och utveckling

Exempel: Oxyfuelförbränning för CO₂ avskiljning

Chalmers 100kW
research plant

Vattenfall 30MW
pilot plant

Jämschwalde 250 MW
demonstration plant

Commercial
plant



Development and demonstration have slowed down in Europe

2010

2015

2020



Canada – the first large coal CCS project

Boundary dam, 1 million tons

CO₂/yr (coal fired station)

110 MW_e Post combustion capture

Put in operation October 8, 2014

Storage for EOR and in aquifer

