

Filip Johnsson
Professor Sustainable Energy Systems
Department of Space, Earth and Environment

- Återstående utsläppsbudget
- Kollagringstekniker - CCS/BECCS
- Utmaningen med de fossila bränslena
- Möjliga tekniker och åtgärder
- Största flaskhalsarna i omställningen
- Nödvändiga utsläppsminskningar
- Är vi (samhället) överens om problembeskrivningen?

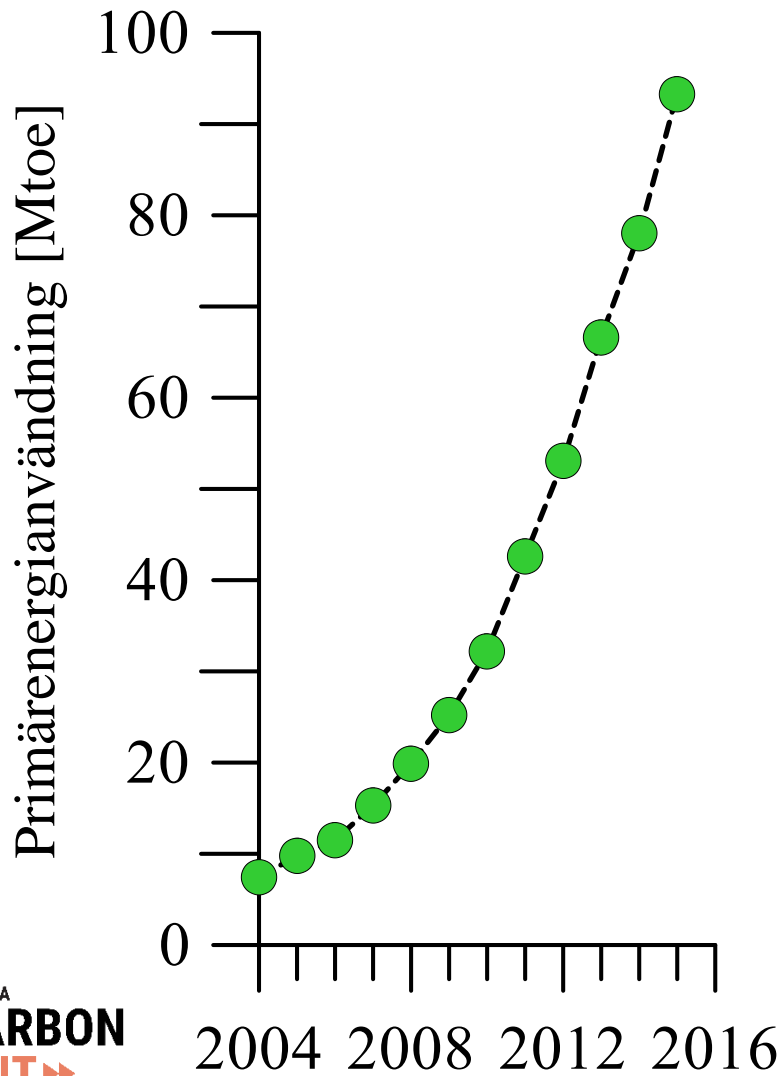
13 CLIMATE ACTION

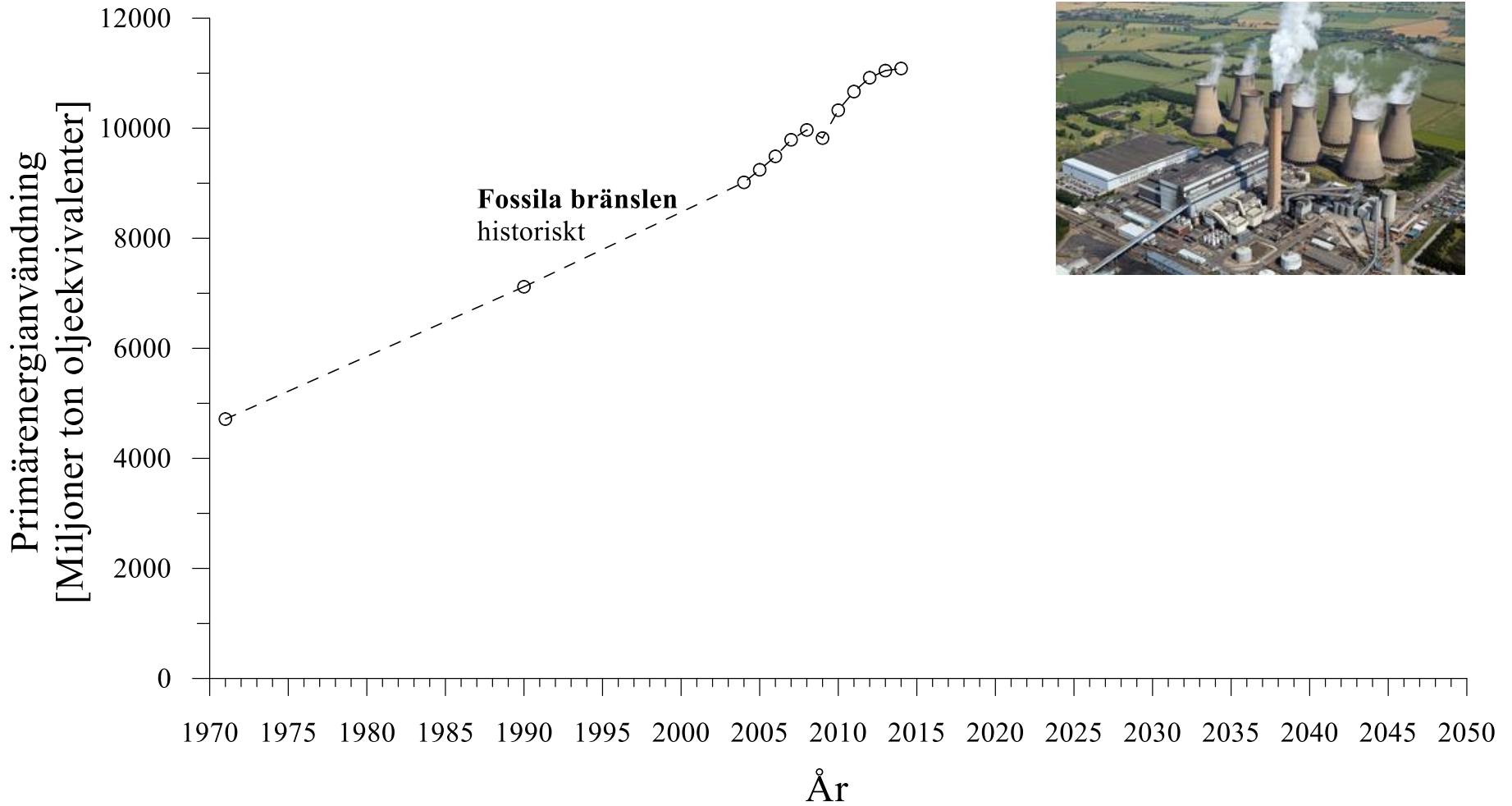


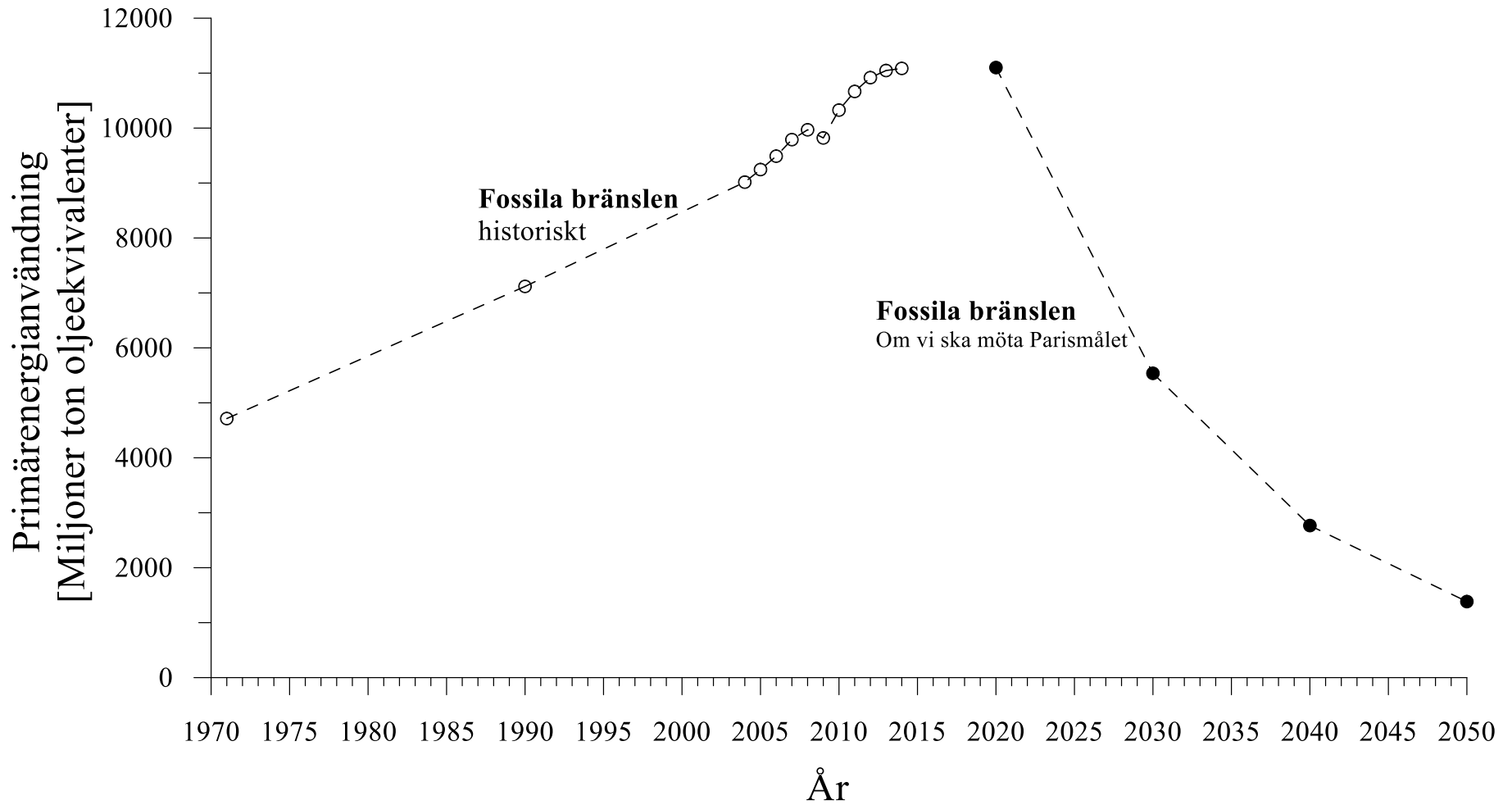
7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY

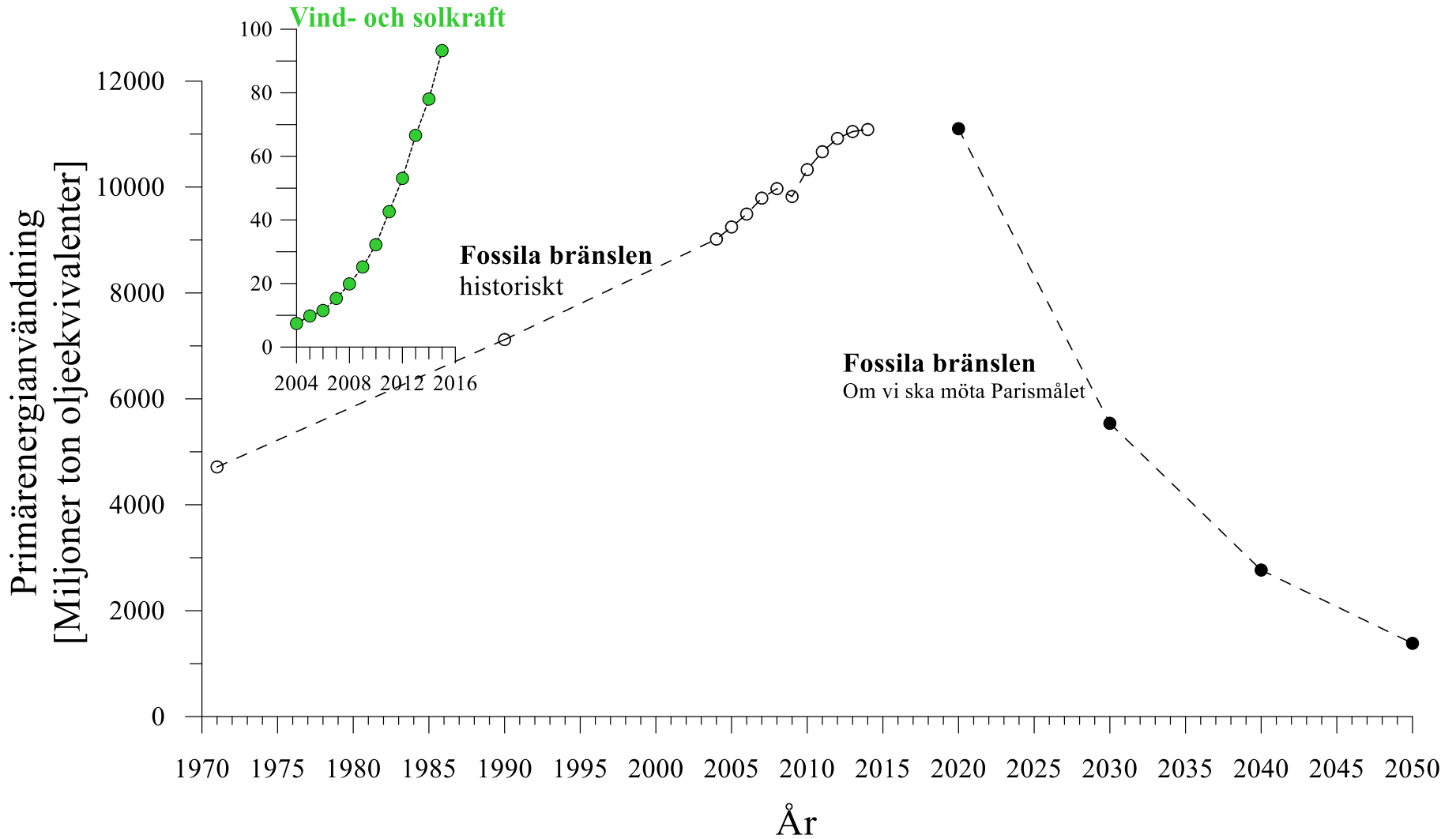


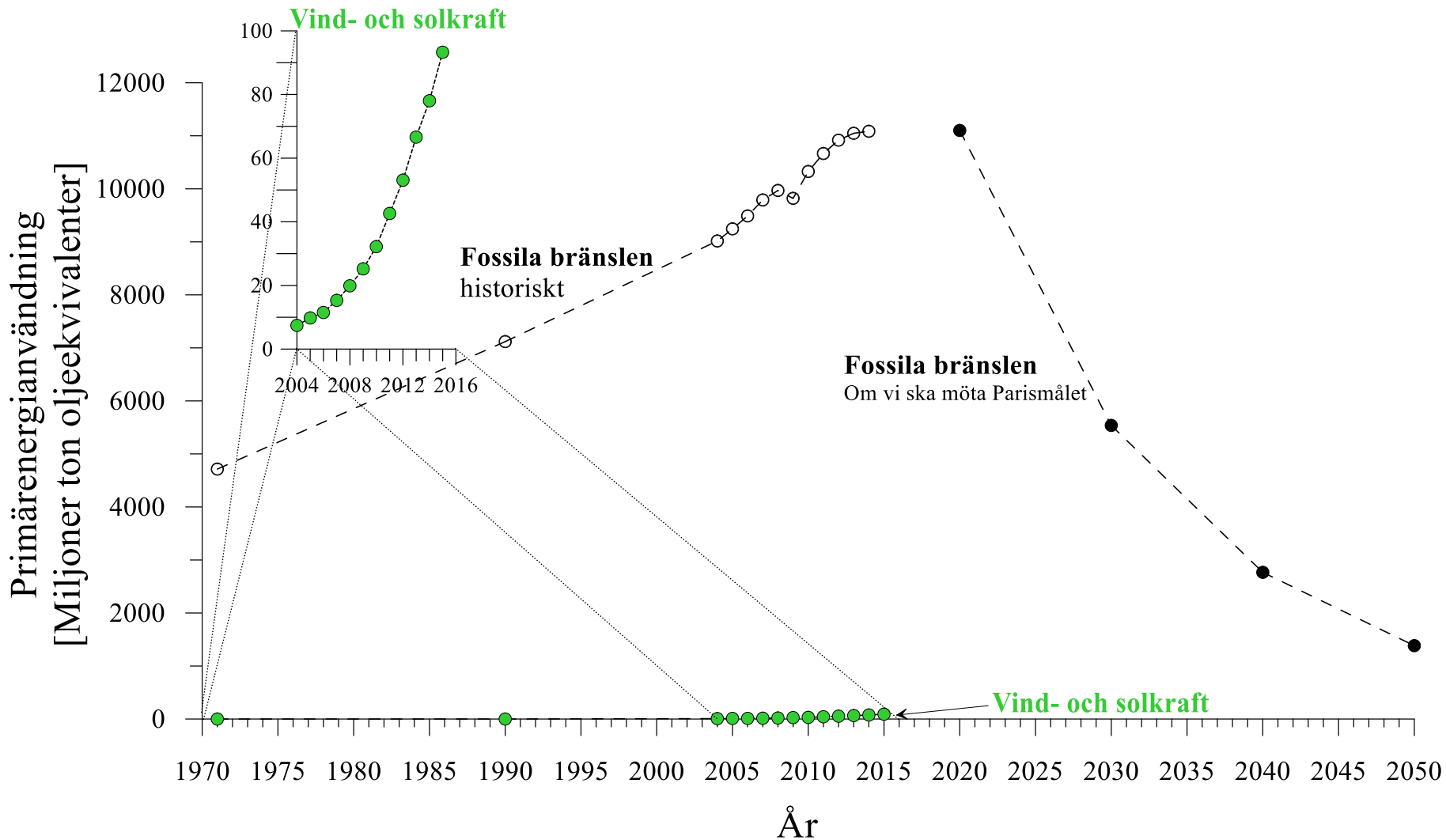
Vind- och solkraft

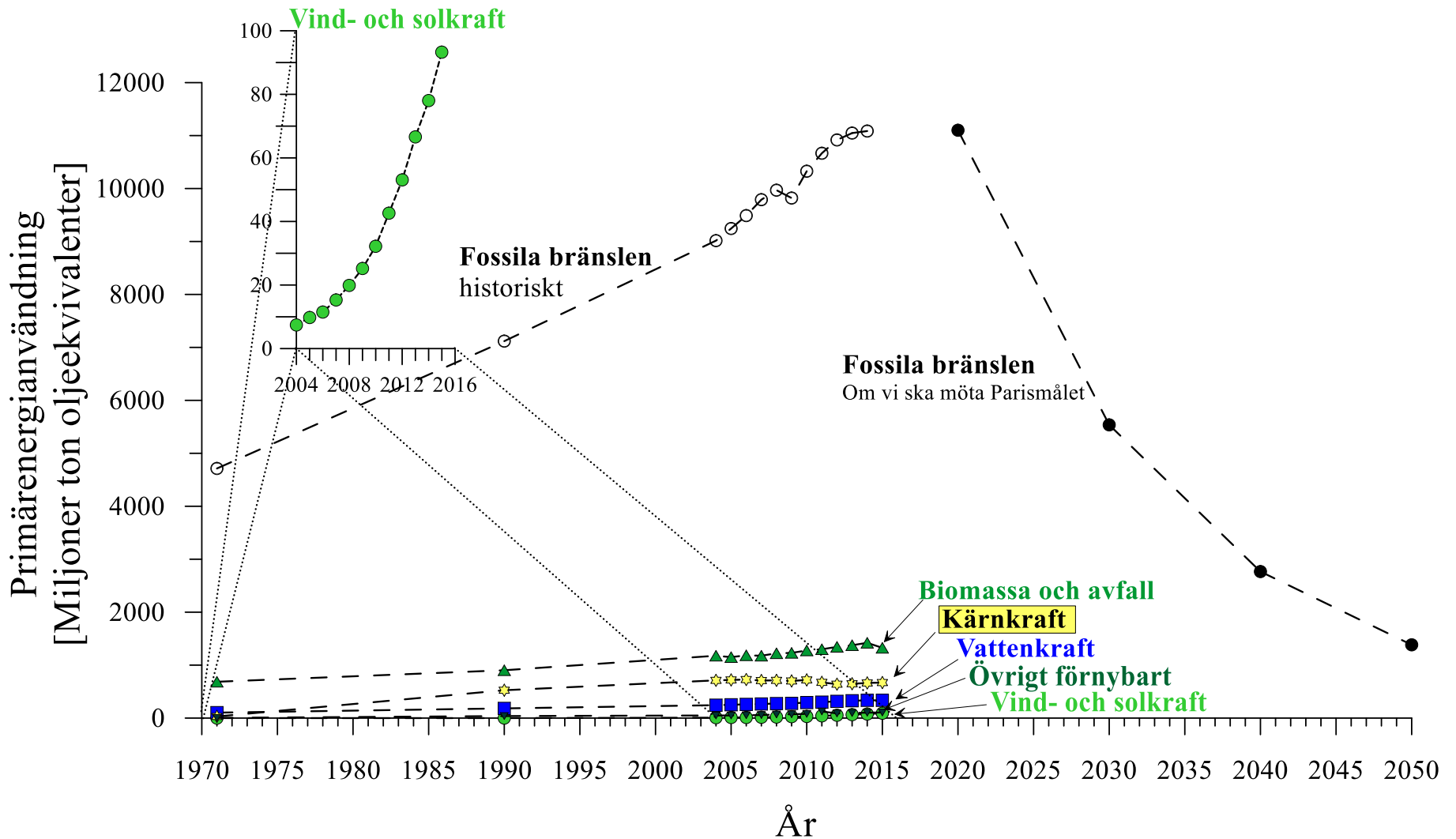


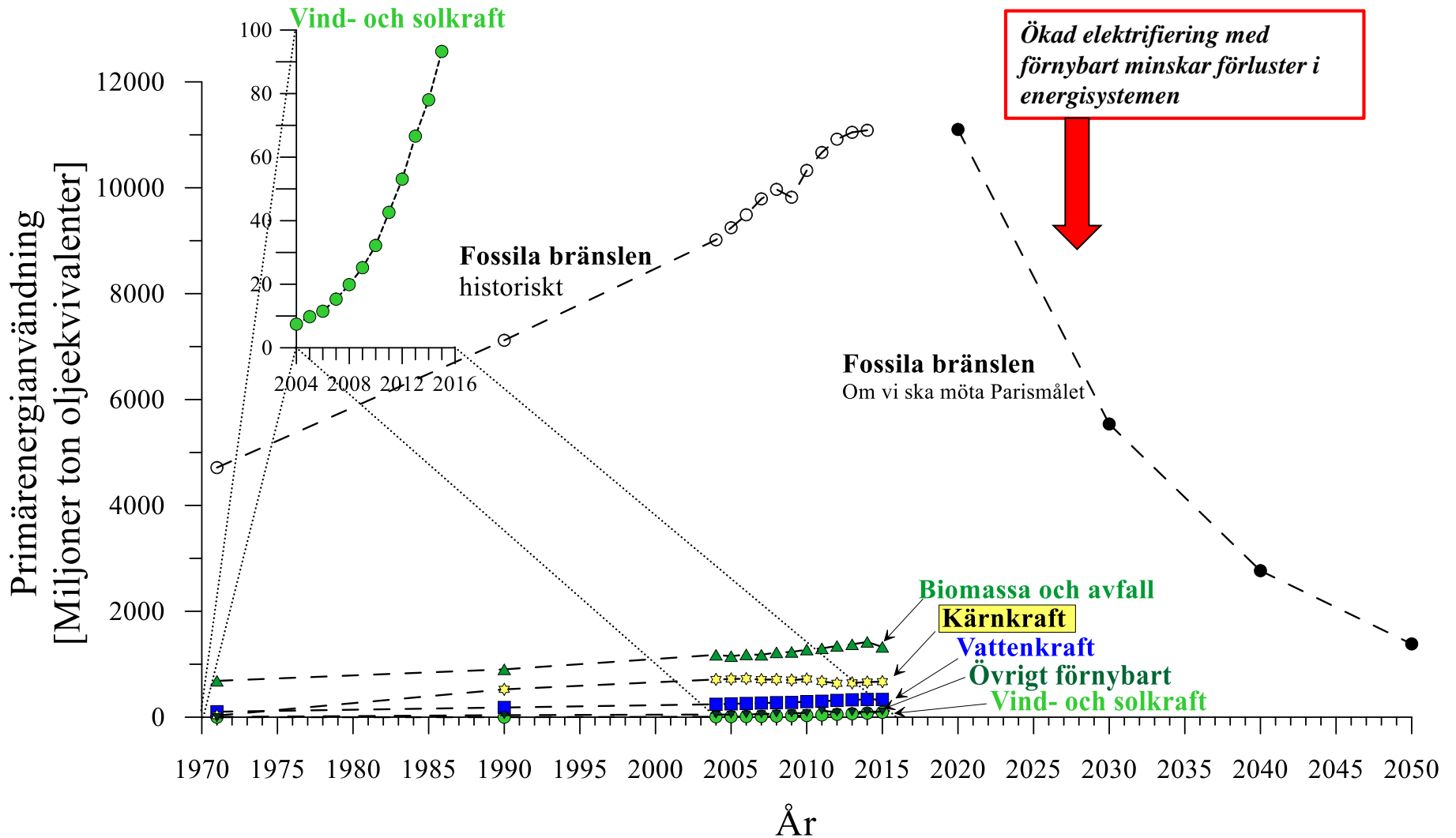


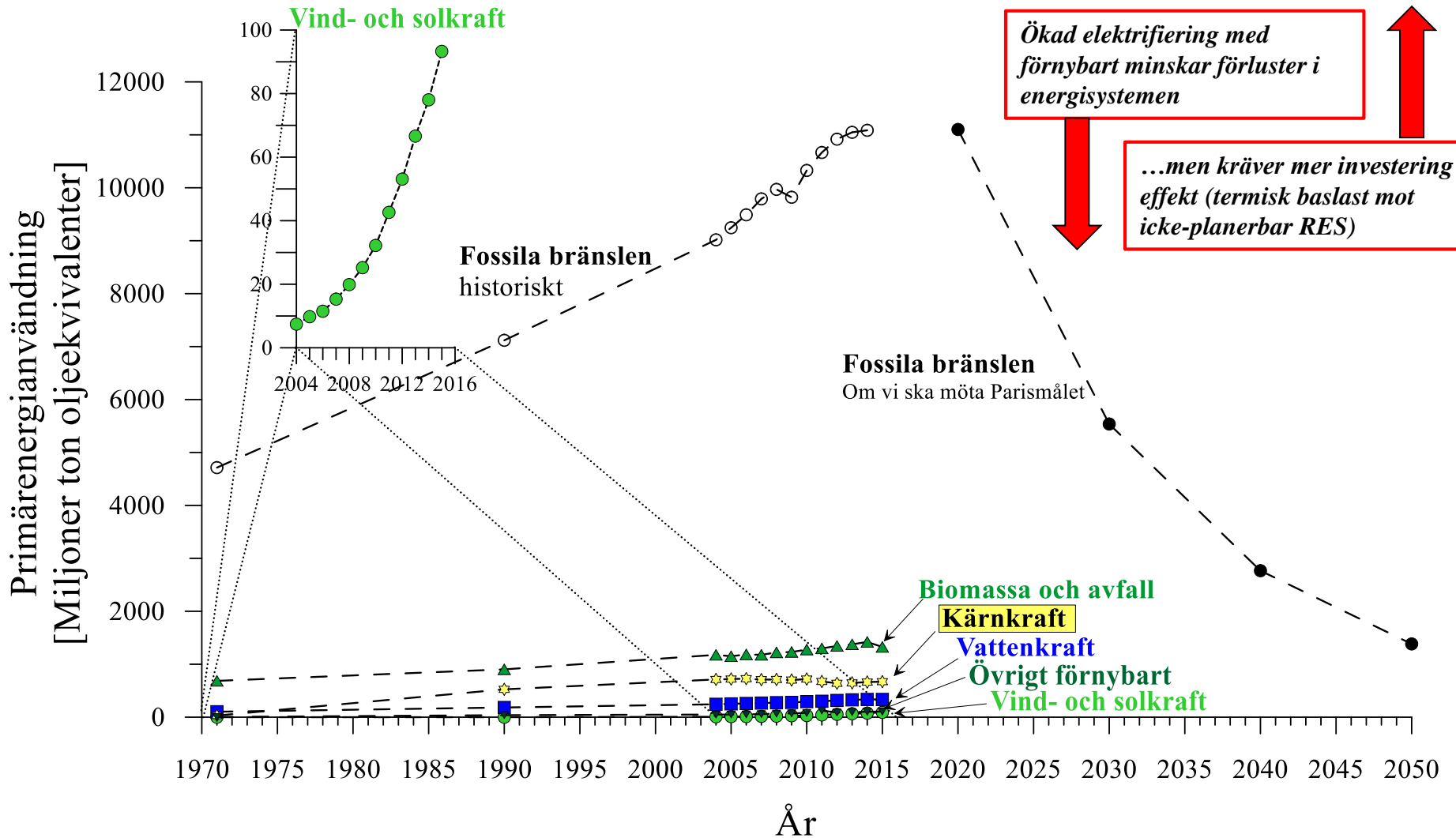












<https://www.dn.se/debatt/ingen-minskning-av-fossil-energi-trots-storsatsning-pa-fornybart/>

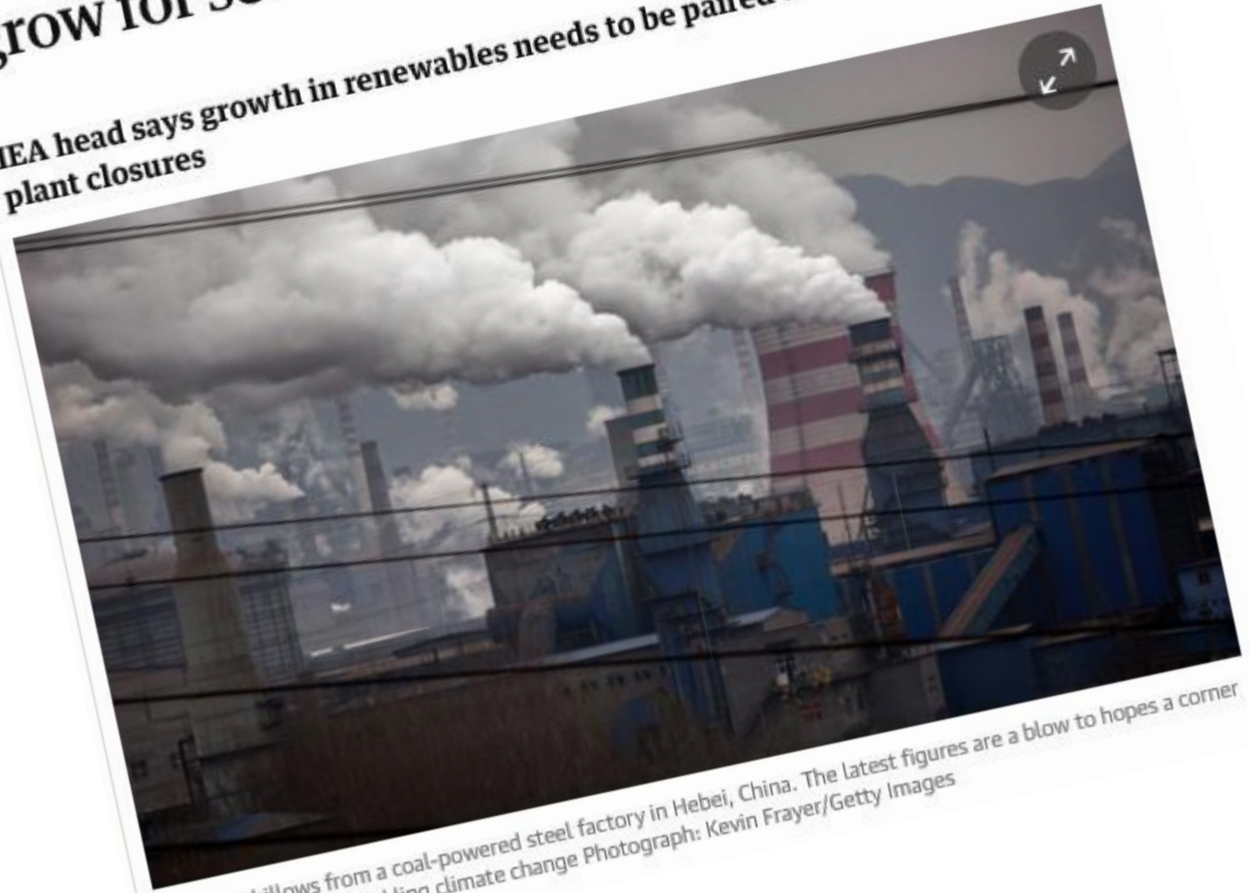
Adam Vaughan *Energy correspondent*

@adamvaughan_uk

Mon 8 Oct 2018 02.00 BST

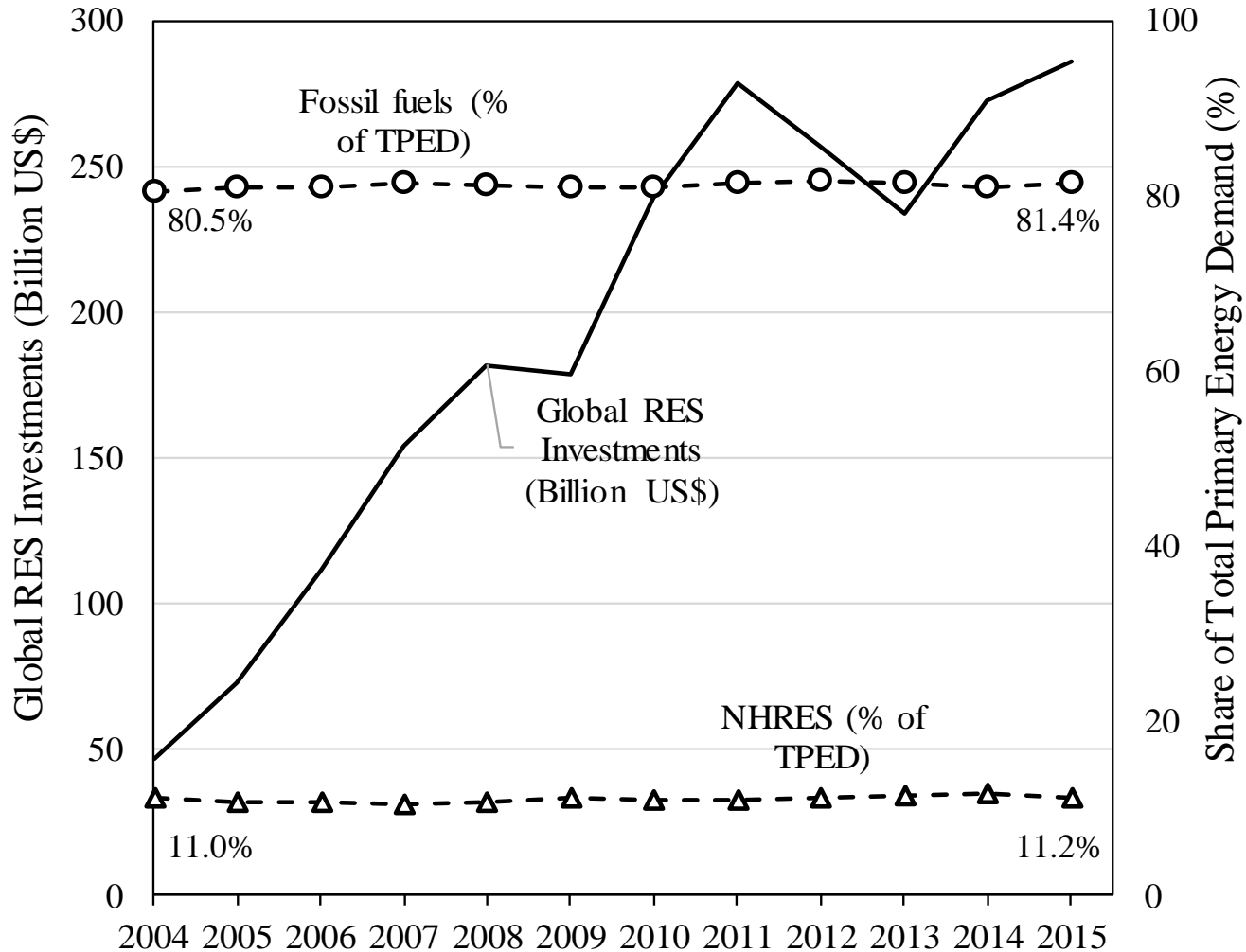
Energy sector's carbon emissions to grow for second year running

IEA head says growth in renewables needs to be paired with coal plant closures



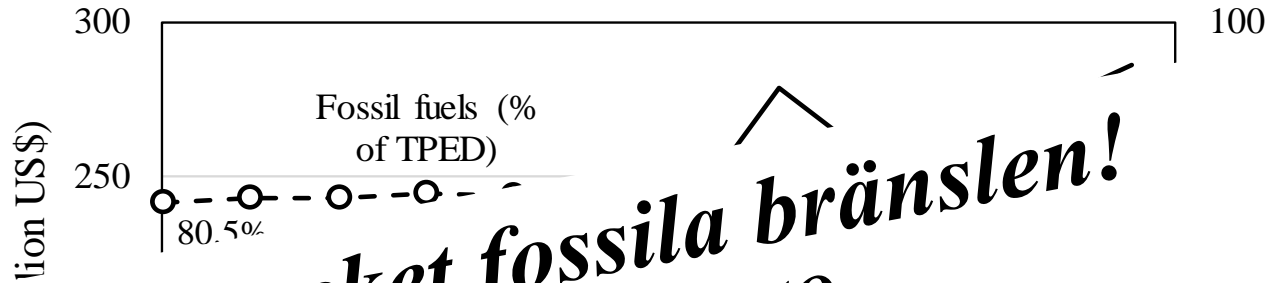
▲ Smoke billows from a coal-powered steel factory in Hebei, China. The latest figures are a blow to hopes a corner has been turned on tackling climate change Photograph: Kevin Frayer/Getty Images

Strong growth in RES investments – zero reduction in fossil fuel share!



TPED = Total Primary Energy Demand
NHRES = Non Hydro Renewable Energy Sources

Strong growth in RES investments – **zero reduction in fossil fuel share!**



Det finns för mycket fossila bränslen!

Remaining carbon budget: 590–1,240 Gt CO₂
 Reserves: 2,860 Gt CO₂
 Resources: 47,000 Gt CO₂

Disruptiva förändringar krävs i teknik och beteenden



TPED = Total Primary Energy Demand
 NHRES = Non Hydro Renewable Energy Sources

Example of transformative/disruptive transition – New York Year 1900. Can you see the car?



New York Year 1913. Can you see the horse?



New York Year 1913. Can you see the horse?



Teknikoptimistiskt synsätt: De förnybara alternativen blir så billiga att förändringen kommer av sig själv

Teknikpessimistiskt synsätt: Intressena i nuvarande system så stora att svårt få till en förändring i tillräckligt snabb takt

...och synsätt mitt emellan



Begränsa den globala temperaturökningen < 2°C:

Minskad energianvändning

- Befolkning
- Teknik
- Välstånd och livsstil
- Effektivisering

Byta bränsle/teknik

- Förnybart
- Kärnkraft
- Kol till gas

Fånga in och lagra koldioxid

- Från stora punktkällor (kraftverk, industrier, vätgasproduktion) – CCS – eller från atmosfären - DAC
- Kolfixering - markanvändning (Land Use Change and Forestation- LUCF)

Begränsa den globala temperaturökningen < 2°C:

Minskad energianvändning

- Befolkning
- Teknik
- Välstånd och livsstil
- Effektivisering

Byta bränsle/teknik

- Förnybart
- Kärnkraft
- Kol till gas

Fånga in och lagra koldioxid

- Från stora punktkällor (kraftverk, industrier, vätgasproduktion) – CCS – eller från atmosfären - DAC
- Kolfixering - markanvändning (Land Use Change and Forestation- LUCF)

Befintlig byggnadsstock viktig i vår del av världen



Befintlig byggnadsstock viktig i vår del av världen



*Många åtgärder kostnadseffektiva
("negativ kostnad")*

SUV till bränslesnål bil





– Lite provokativt kan man säga att effekten av att byta från en liten, billig och bränslesnål bil, till en stor och dyr stadsjeep i viss mån kan ge bättre klimateffekt än att byta från stor till liten bil, säger Filip Johnsson, professor i energiteknik. FOTO: Chalmers

”Bättre för miljön att köra stadsjeep än småbil”

**Illustration av en komplex
frågeställning om marginalkonsumtion
– självklart bör man INTE köra
stadsjeep!**

**...re för miljön att köra
stadsjeep än småbil”**

...en, billig och bränslesnål bil, till en
...an att byta från stor till liten bil, säger Filip

Begränsa den globala temperaturökningen < 2°C:

Minskad energianvändning

- Befolkning
- Teknik
- Välstånd och livsstil
- Effektivisering

Byta bränsle/teknik

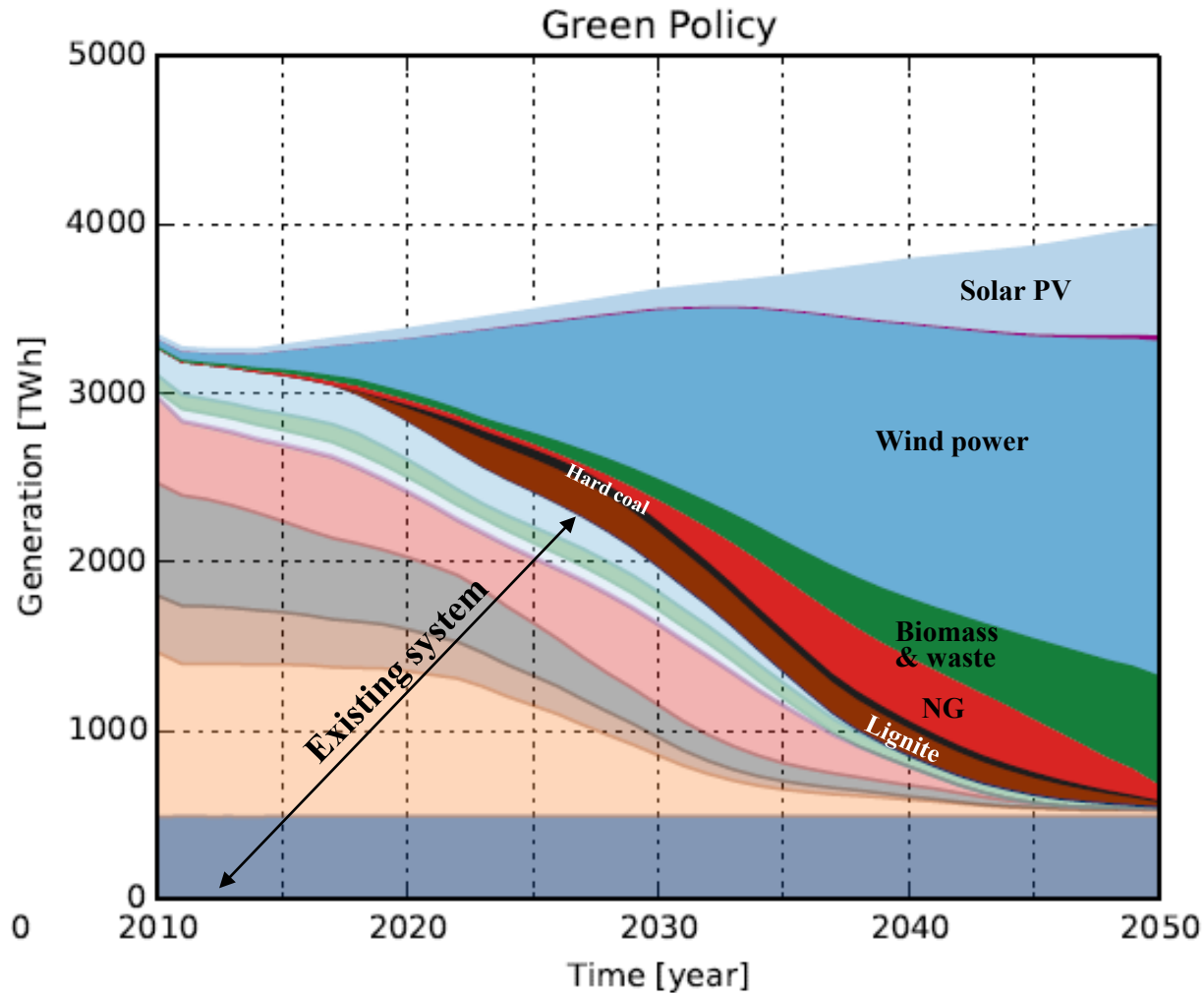
- Förnybart
- Kärnkraft
- Kol till gas

Fånga in och lagra koldioxid

- Från stora punktkällor (kraftverk, industrier, vätgasproduktion) – CCS – eller från atmosfären - DAC
- Kolfixering - markanvändning (Land Use Change and Forestation- LUCF)

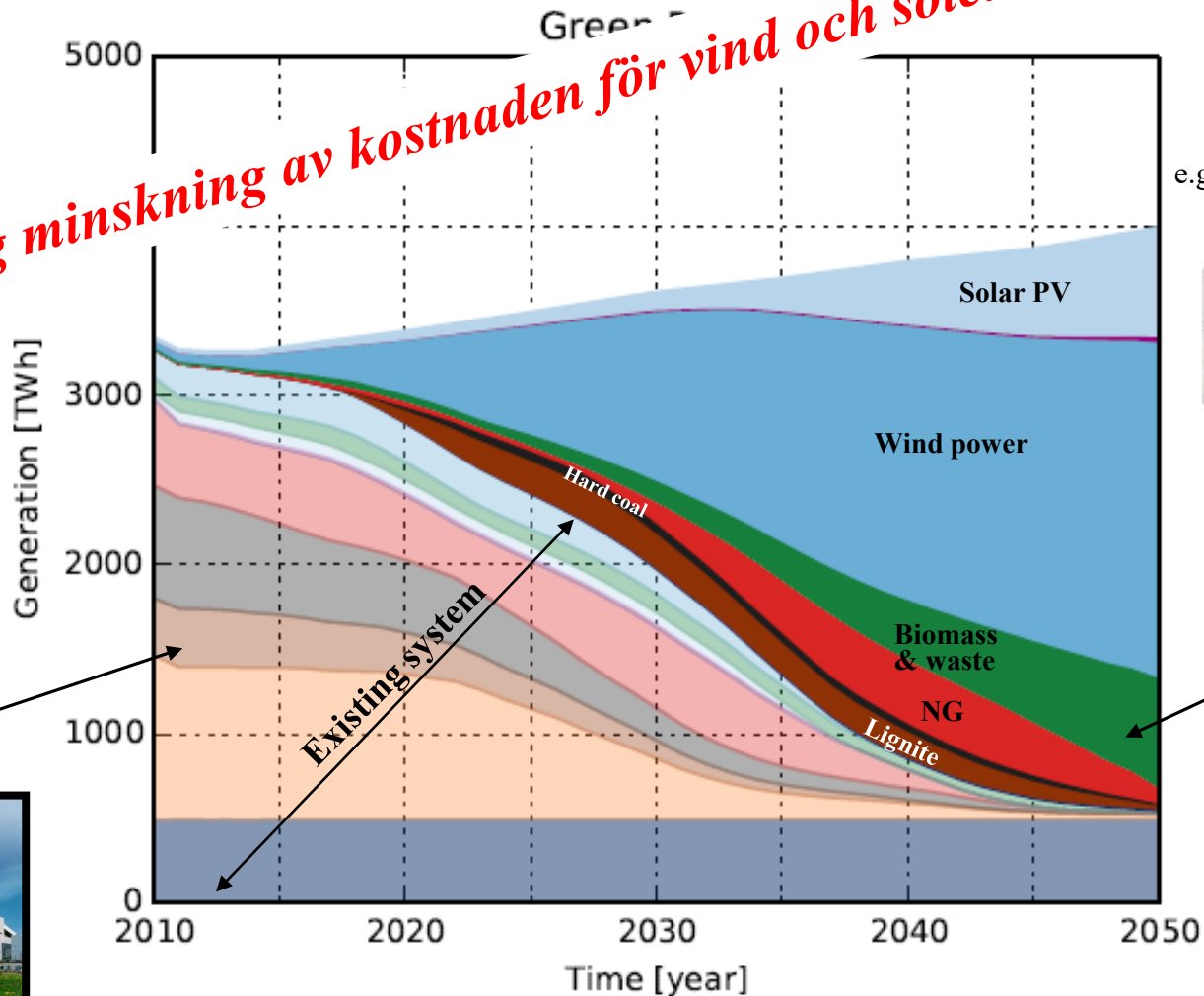
Europe (EU-27+NO+CH): Generation up to 2050

Green Policy scenario

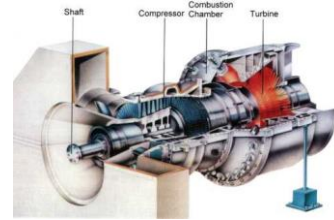


Europe (EU-27+NO+CH): Generation up to 2050 Green Policy scenario

Kraftig minskning av kostnaden för vind och solet



e.g. Biogas fired GT/CCGT



Thermal generation is load following and zero emission

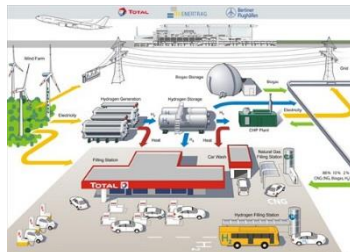
Thermal generation is base load



e.g. Lignite fired power plant

Variation management strategies required for maximizing the value of wind and solar PV

Shifting	Absorbing	Complementing
<p>Electricity \Rightarrow Electricity</p> <ul style="list-style-type: none"> Reduce curtailment and peak power More even costs on diurnal basis 	<p>Electricity \Rightarrow Fuel and heat</p> <ul style="list-style-type: none"> Reduce curtailment Fewer low cost events 	<p>Fuel \Rightarrow Electricity</p> <ul style="list-style-type: none"> Reduce peak power More even costs on yearly basis
Batteries	Power-to-heat	Flexible thermal generation
Load shifting	Electrofuels	Reservoir hydropower
Pumped hydro	Power to gas (hydrogen)	



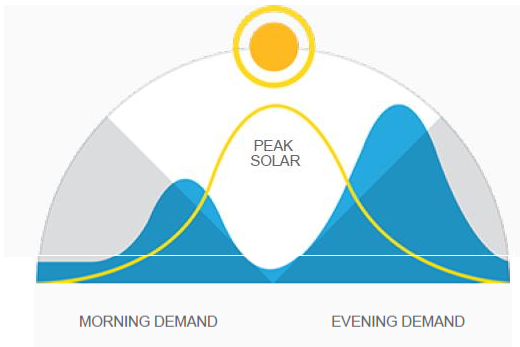
Decentraliserade system – Nya marknader



Conventional



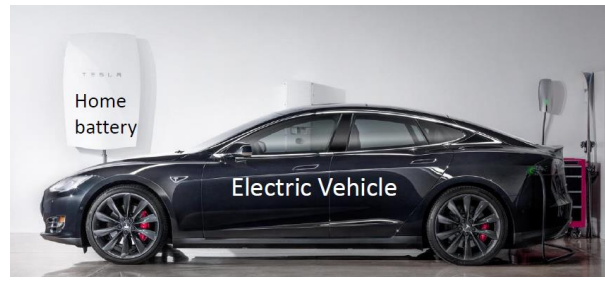
System



Prosumer



System



Begränsa den globala temperaturökningen < 2°C:

Minskad energianvändning

- Befolkning
- Teknik
- Välstånd och livsstil
- Effektivisering

Byta bränsle/teknik

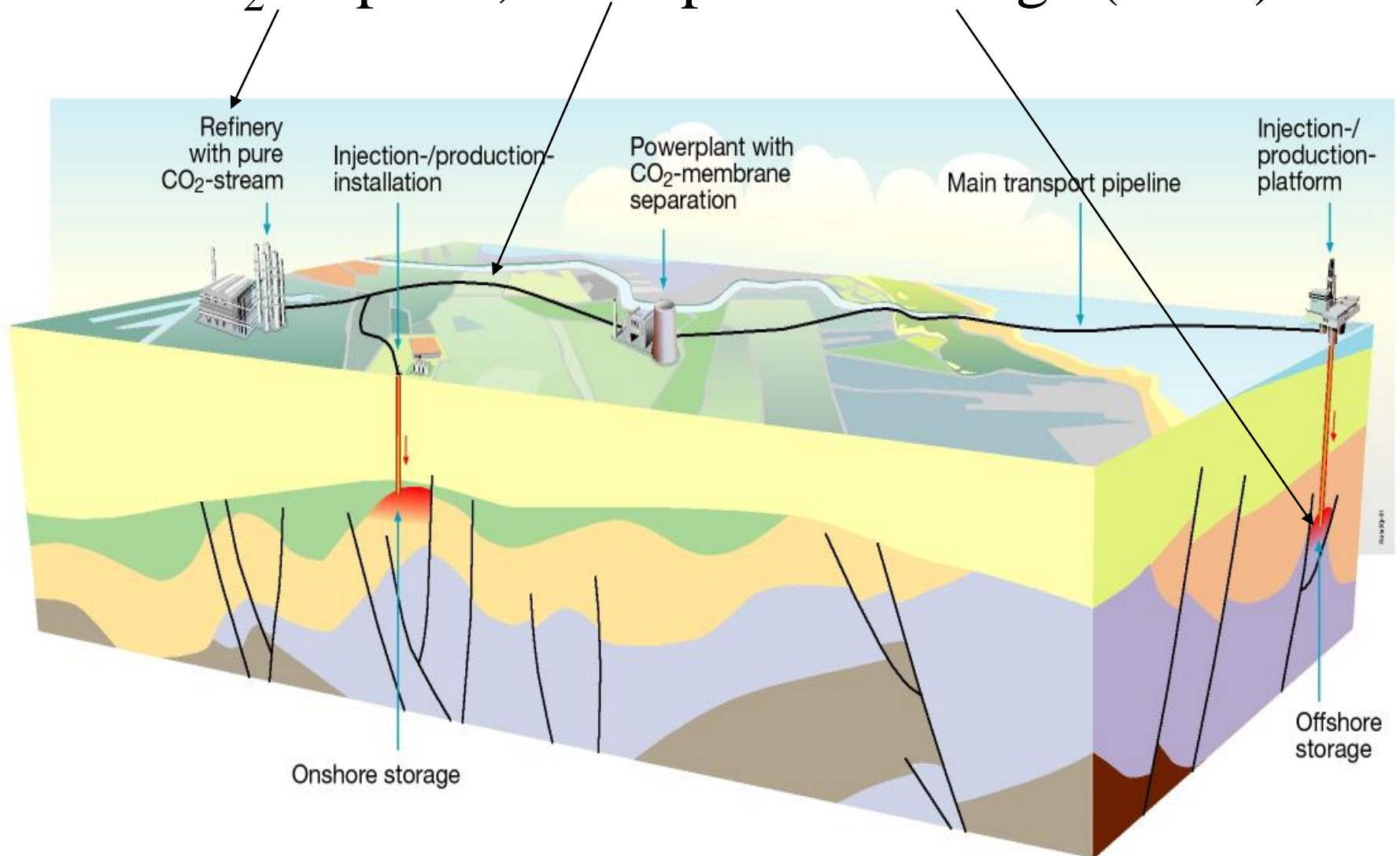
- Förnybart
- Kärnkraft
- Kol till gas

Fånga in och lagra koldioxid

- Från stora punktkällor (kraftverk, industrier, vätgasproduktion) – **CCS** – eller från atmosfären - DAC
- Kolfixering - markanvändning (Land Use Change and Forestation- LUCF)

Avskiljning, transport och lagring av CO₂

CO₂ Capture, Transport & Storage (CCS)



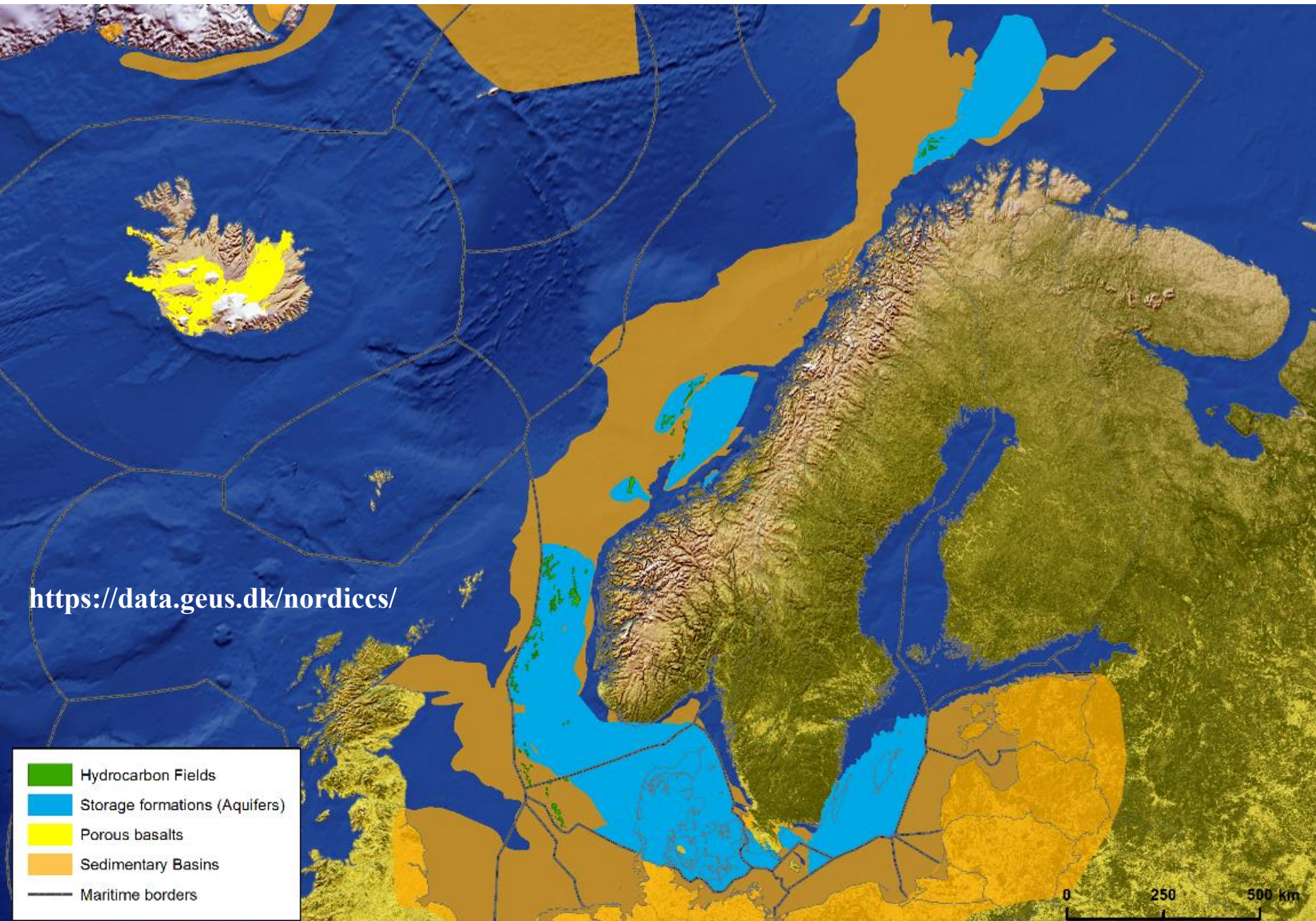
Nordic countries

Coastal location of large emission sources



Biogenic and fossil
emission sources



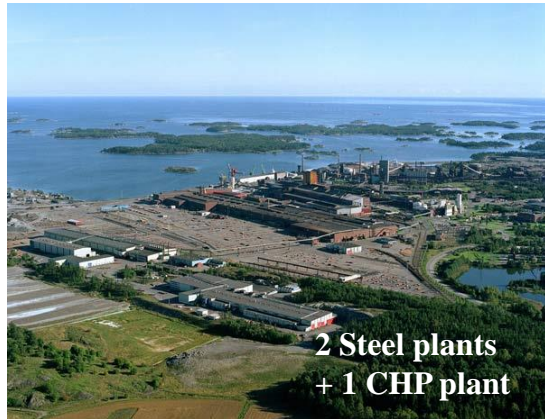


<https://data.geus.dk/nordiccs/>

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

0 250 500 km

Sweden: 27 large point sources of CO₂ emissions (>500 ktCO₂/a)



Biogenic and fossil



Sweden: 27 large point sources of CO₂ emissions (>500 ktCO₂/a)



Kostnad 60 – 150 euros/ton CO₂



Time line towards zero and negative emissions 26 years (or 31 years) left, and we have not even started!

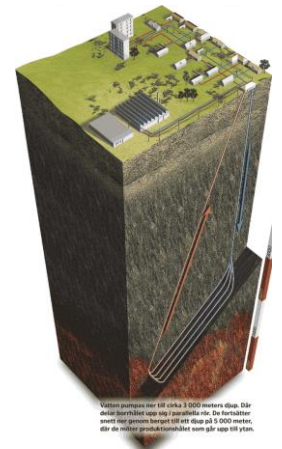
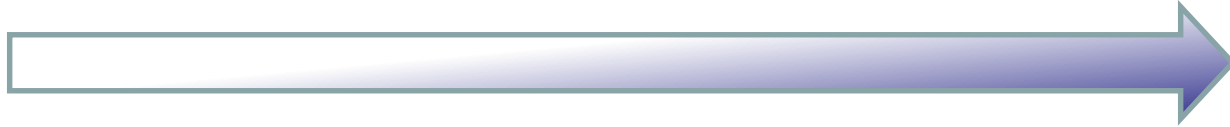
Sweden

EU

*Demonstration, Knowledge building, Implementation, Funding/Policies,
Regulations (London protocol, EU-ETS), Permissions.....*



Nya fossilbränslestrategier behövs



- Carbon emissions pricing*
- Fossil fuel taxation*
- Emissions performance standards (EPS)*
- Phasing out of fossil fuel subsidies*
- Divestments from fossil fuel industries*
- Procurement*
- Transition policies*
- Moratorium on fossil fuel supply projects*
- Funding for research and demonstration projects*

⇒ Have not resulted in the necessary transition

Utmaningar och möjligheter

- **Hög kostnad** för många åtgärder i förhållande till förväntade styrmedel tex EU-ETS priser och vad som kan förväntas drivas fram av upphandlingskrav



- **Betydande vilja hos allmänhet och företag** att betala för klimatneutrala produkter och tjänster

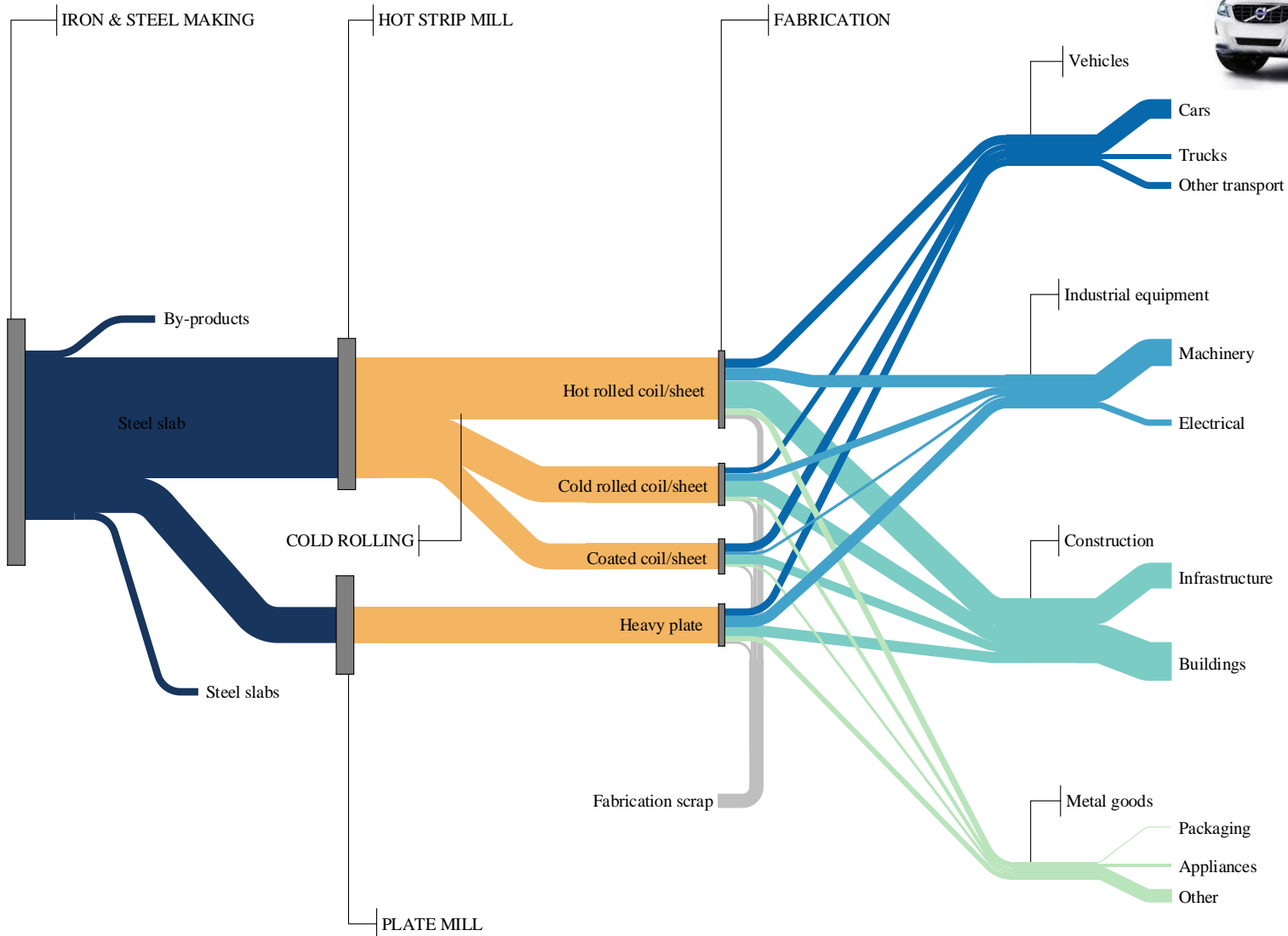


- Kostnaden för att åstadkomma klimatneutrala produkter ger troligtvis **liten påverkan på priset på slutprodukterna**



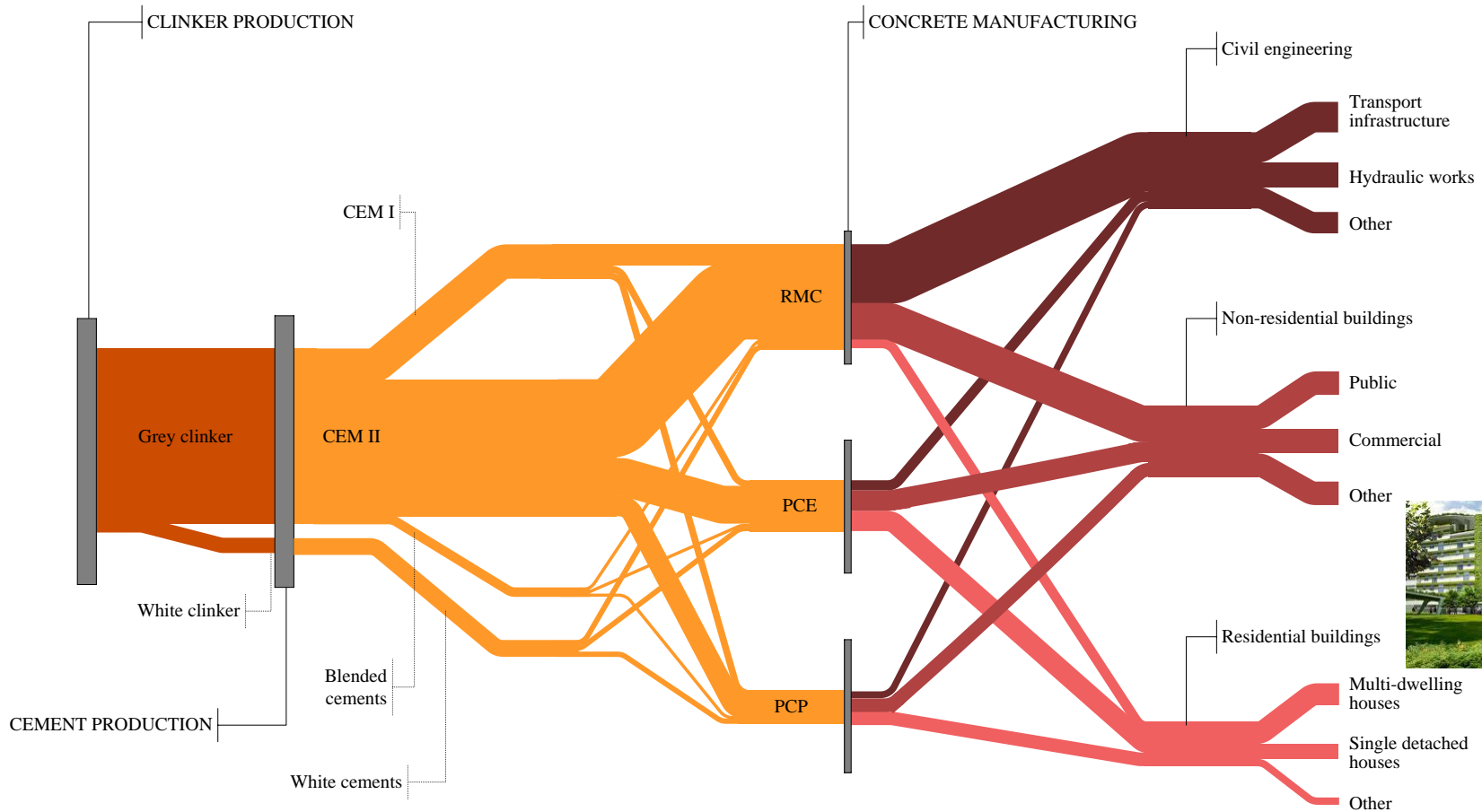
Supply chain analysis

Steel to car



Supply chain analysis

Cement (and steel) to building



Kostnad för att ta bort koldioxiden

Nordisk basindustri

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

Handel med utsläppsrätter
EU-ETS < 25 €/ton CO₂

Cementindustrin

Så mycket
dyrare blir
cementen

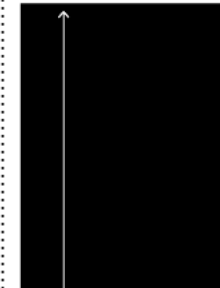
+70%



Stålindustrin

Så mycket
dyrare
blir stålet

+25%



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

Handel med utsläppsrätter
EU-ETS < 25 €/ton CO₂

Rootzén and Johnsson, (2016, 2017)

Se också

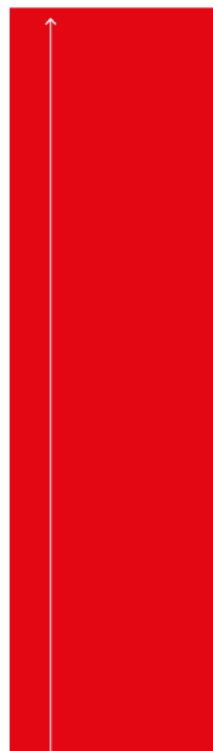
<http://www.dn.se/debatt/plan-saknas-for-att-minska-basindustrins-klimatpaverkan/>

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

Cementindustrin

Så mycket
dyrare blir
cementen

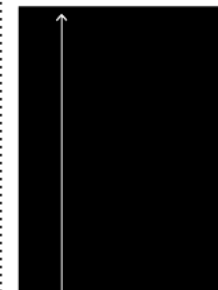
+70%



Stålindustrin

Så mycket
dyrare
blir stålet

+25%



“...citizens are able to organize not just one but multiple governing authorities at differing scales”



Vad kan Sverige och samhället göra?

- Driva på för **styrmedel** och **strategier** som direkt syftar till att **prissätta koldioxid**
- Bygga vidare på att det finns en **ökad vilja** bland företag och kunder att **minska sin klimatpåverkan** - **värdekedjeperspektiv**
- Utveckla ”**kollektivt handlande**” längs värdekedjor – från basmaterial till slutprodukter – företag går ihop och tillsammans bestämmer sig för att ta fram koldioxidfria produkter och tjänster
- Upprätta en **transformationsfond**?



Why take the lead in climate mitigation?

- If the world develops in line with the Paris agreement – warming limited to well below 2°C ⇒ **very high demand** for **carbon neutral products and services**
- <https://www.mistracarbonexit.com/>

MISTRA
CARBON
EXIT ▶▶

