

# Omvägar och utvägar

att navigera i klimatomställning och energikris

Björn Sandén

Professor i innovation och hållbarhet

Jönköping 15 september 2023



# Omvägar och utvägar

att navigera i klimatomställning och energikris

Var befinner vi oss i historien?

Vilka möjligheter har vi?

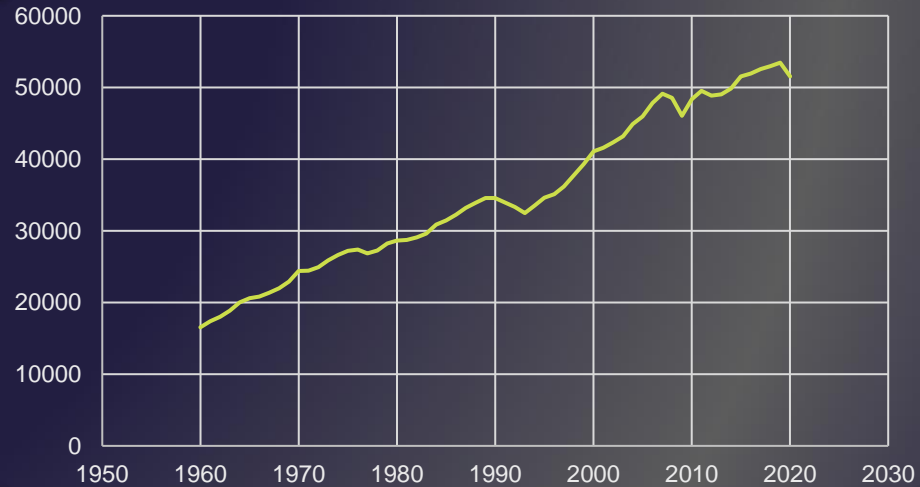
Hur kan vi beskriva och begripa förändringens dynamik?

Vem kan påverka utvecklingens riktning?

# Vilken berättelse upptar våra tankar?



BNP per capita

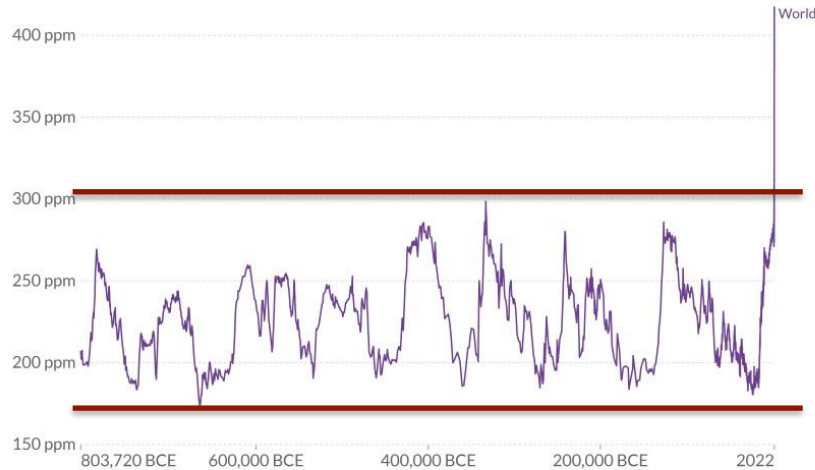


# Vilken berättelse upptar våra tankar?

## Global atmospheric CO<sub>2</sub> concentration

Atmospheric carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) concentration is measured in parts per million (ppm). Long-term trends in CO<sub>2</sub> concentrations can be measured at high-resolution using preserved air samples from ice cores.

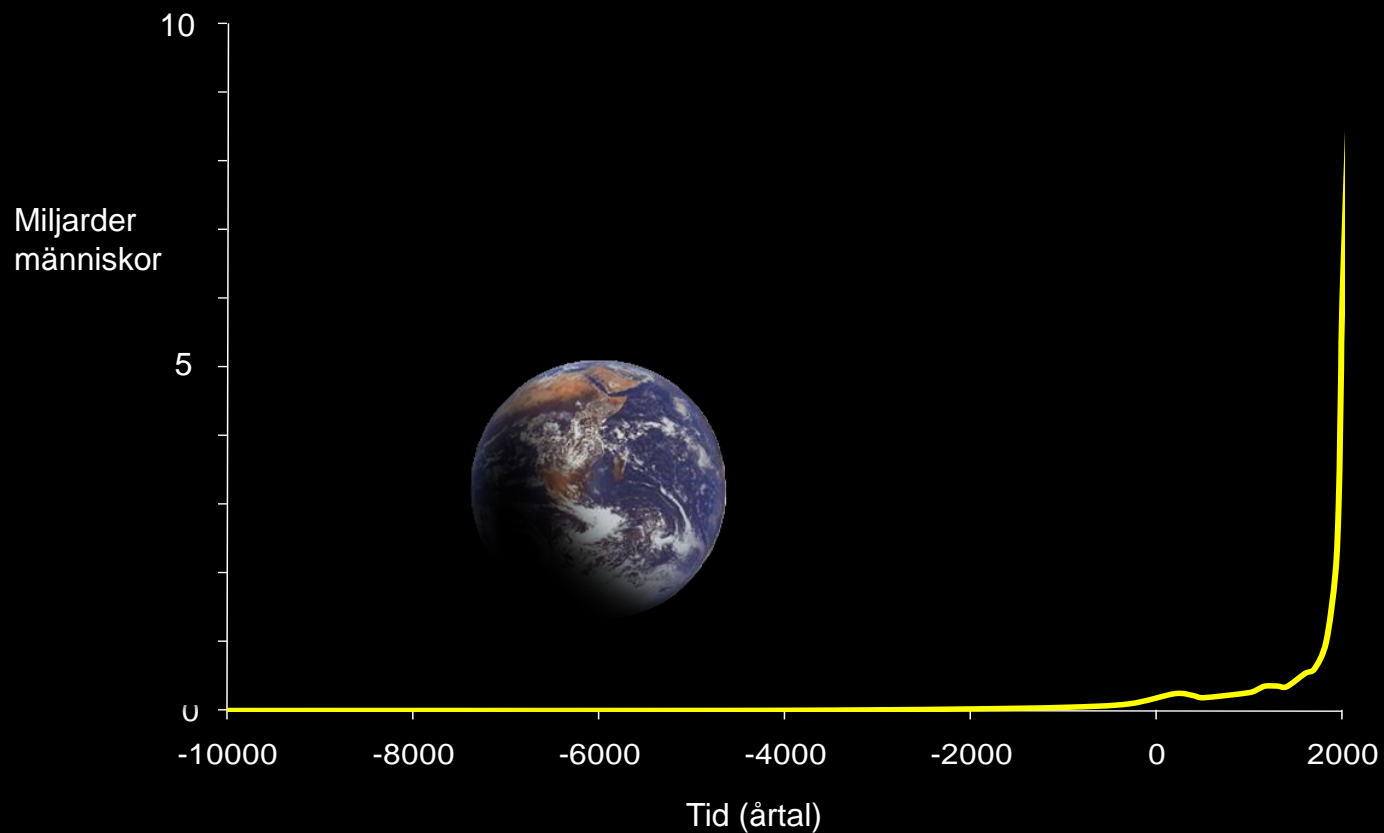
Our World  
in Data



Source: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

CC BY









# Fysisk evolution





# Kemisk evolution



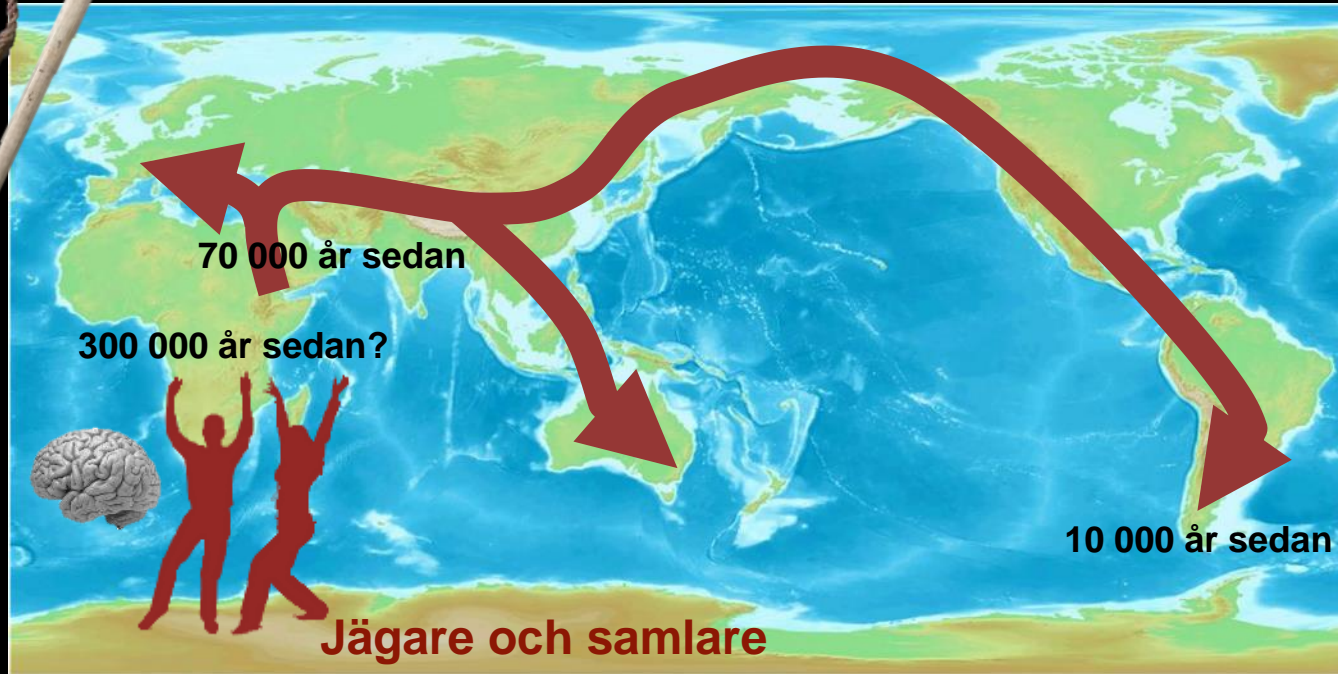
Kemiska **strukturer** i form av allt komplexare molekyler utvecklas

# Biologisk evolution



Solenergi används för att bygga biologiska strukturer av material i en "cirkulär ekonomi".

# Socioteknisk (kulturell) evolution



**Superkrafter**  
Fantasi  
Teknik  
Samarbete



För 10 000 år sedan fanns det människor på alla kontinenter



# Jordbruksrevolutionen



En irreversibel socioteknisk transformation

# Jordbruksrevolutionen

Effektivare användning av ytor  
(solenergieffektivisering)

## Jägare och samlare

Lågeffektiv  
solenergianvändning  
( $<0.01 \text{ kWh/m}^2\text{yr}$ )



Få redskap av sten, ben  
och trä

## Jord- och skogsbrukare

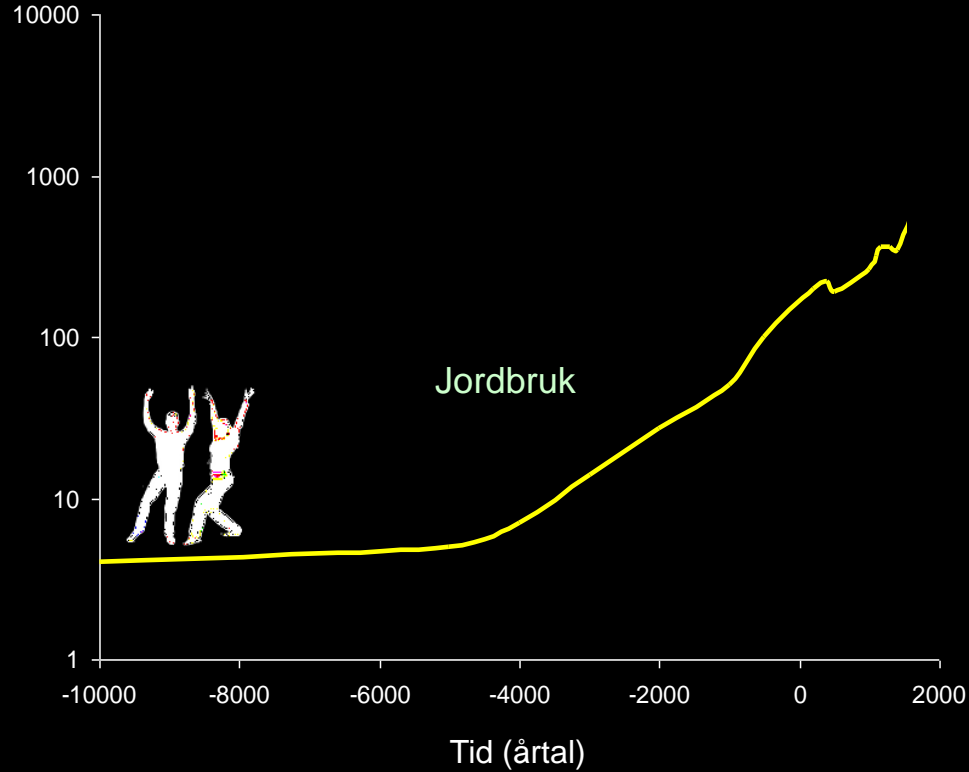
Medeleffektiv  
solenergianvändning  
( $<1 \text{ kWh/m}^2\text{yr}$ )



Naturmaterial och några få  
metaller

# Mer energi – fler människor

Miljoner människor

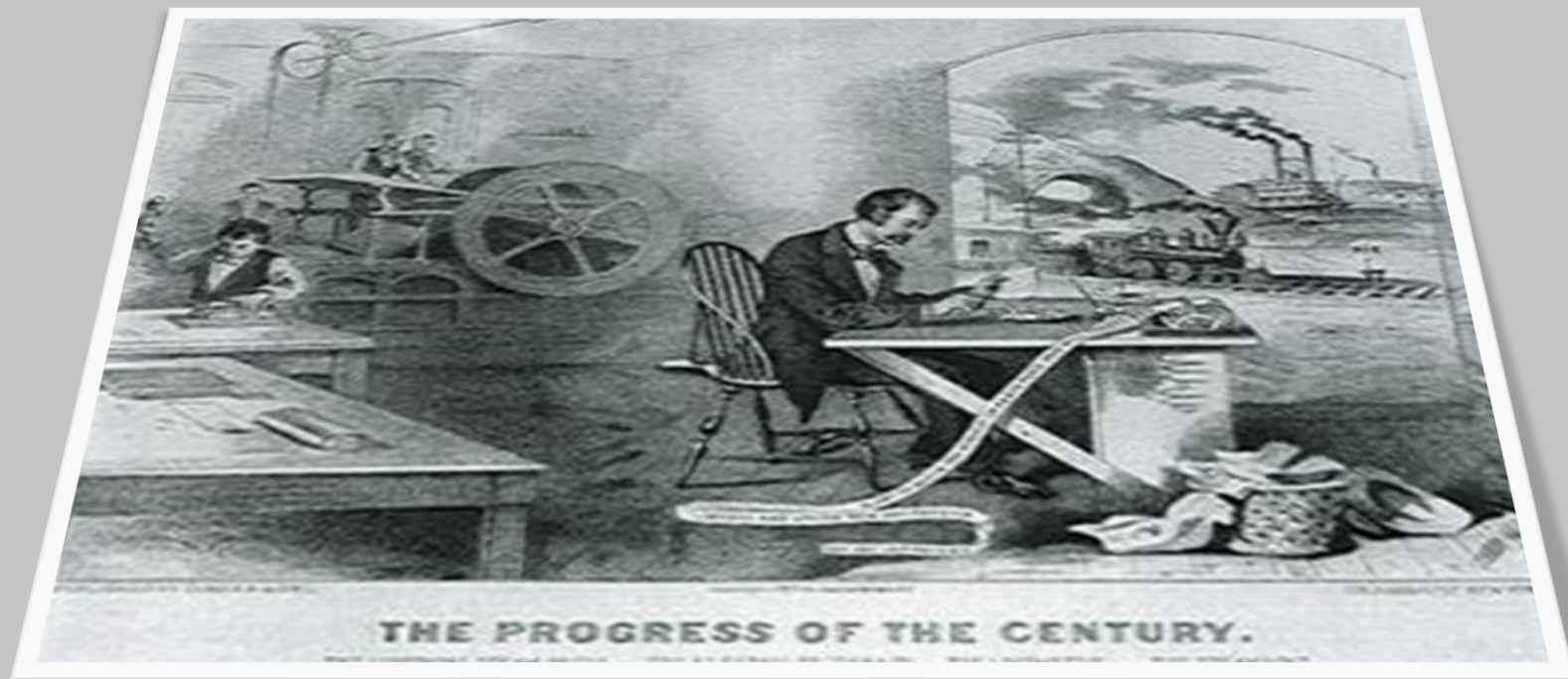




**Resurskris!  
Brist på trä  
i 1600-talets  
Storbritannien**



# Den industriella revolutionen



Kol, järn, ångmaskiner Vetenskap, företag, kapitalism



# Den industriella revolutionen

Hjulen snurrar snabbare

Masskonsumtion, demokrati



# Vågor av socioteknisk förändring förändrar samhällets struktur

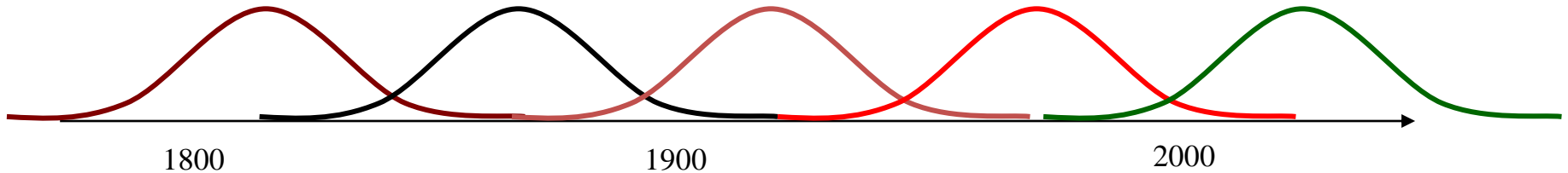
Mekanisering

Industrialisering

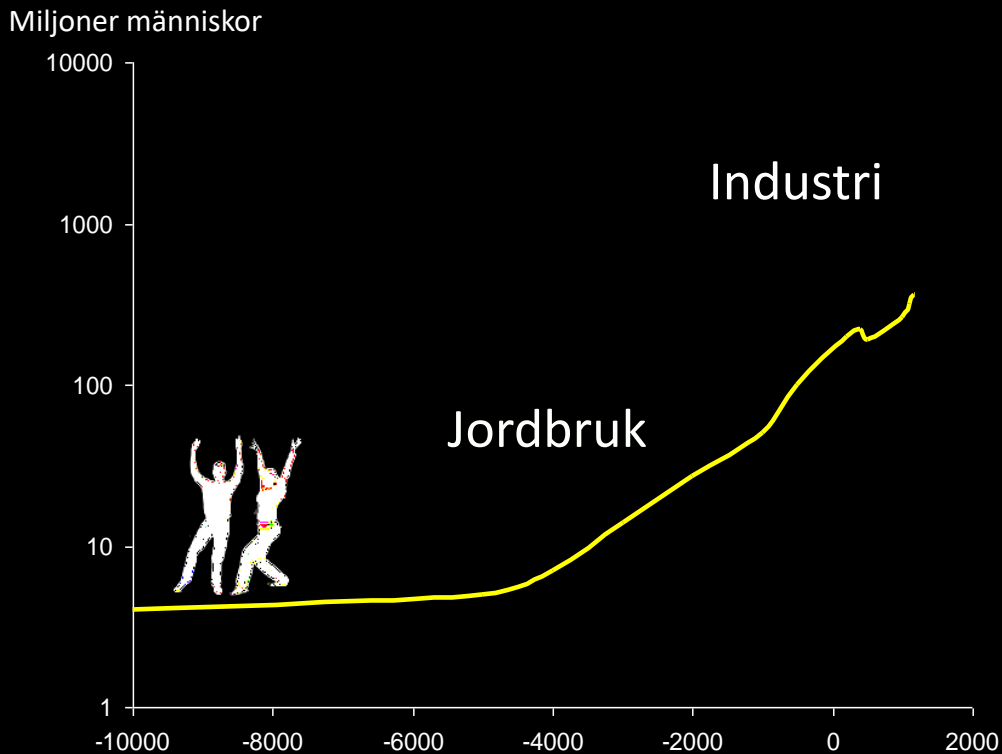
Elektrifiering

Motorisering

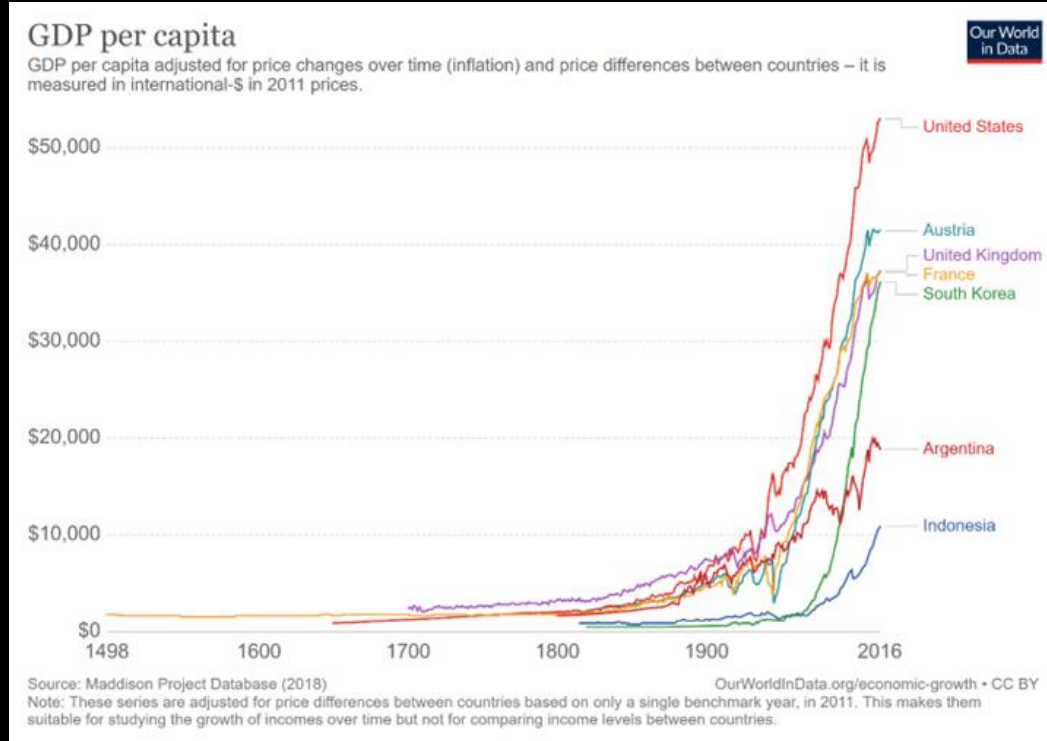
Datorisering



# Två genomgripande omställningar

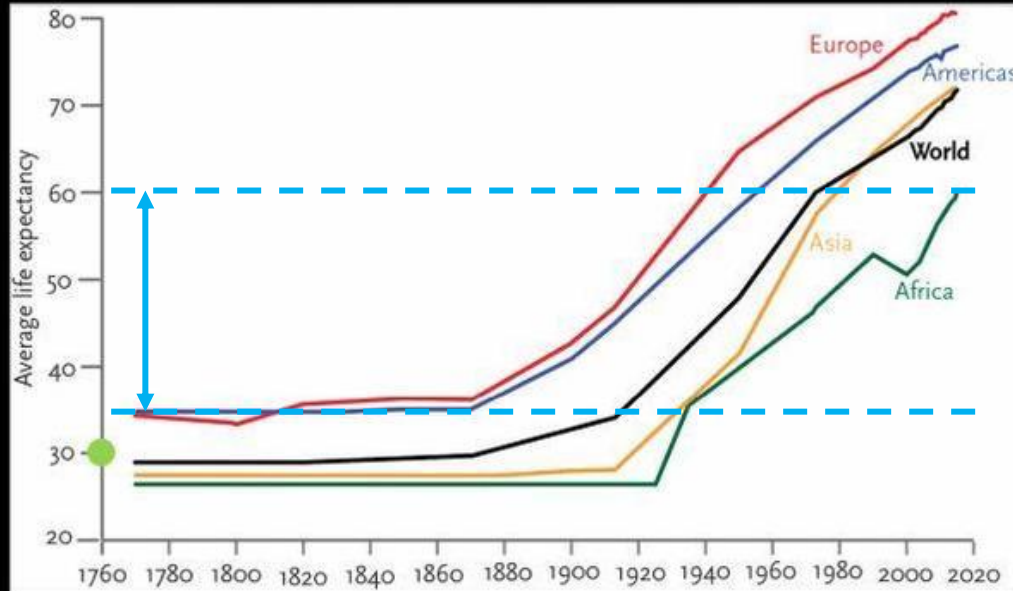


# En ny typ av utveckling



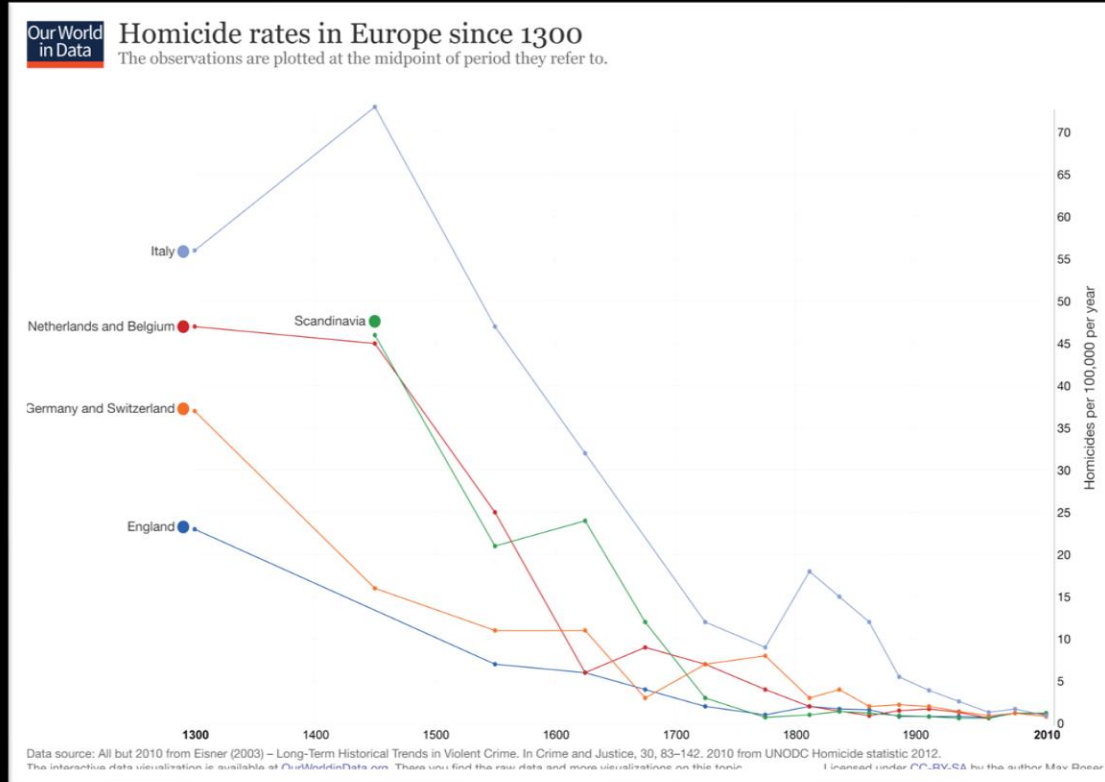
# En ny typ av utveckling

## Life Expectancy, 1771-2015



Source: Our World in Data, based on Riley 2000; WHO; World Bank

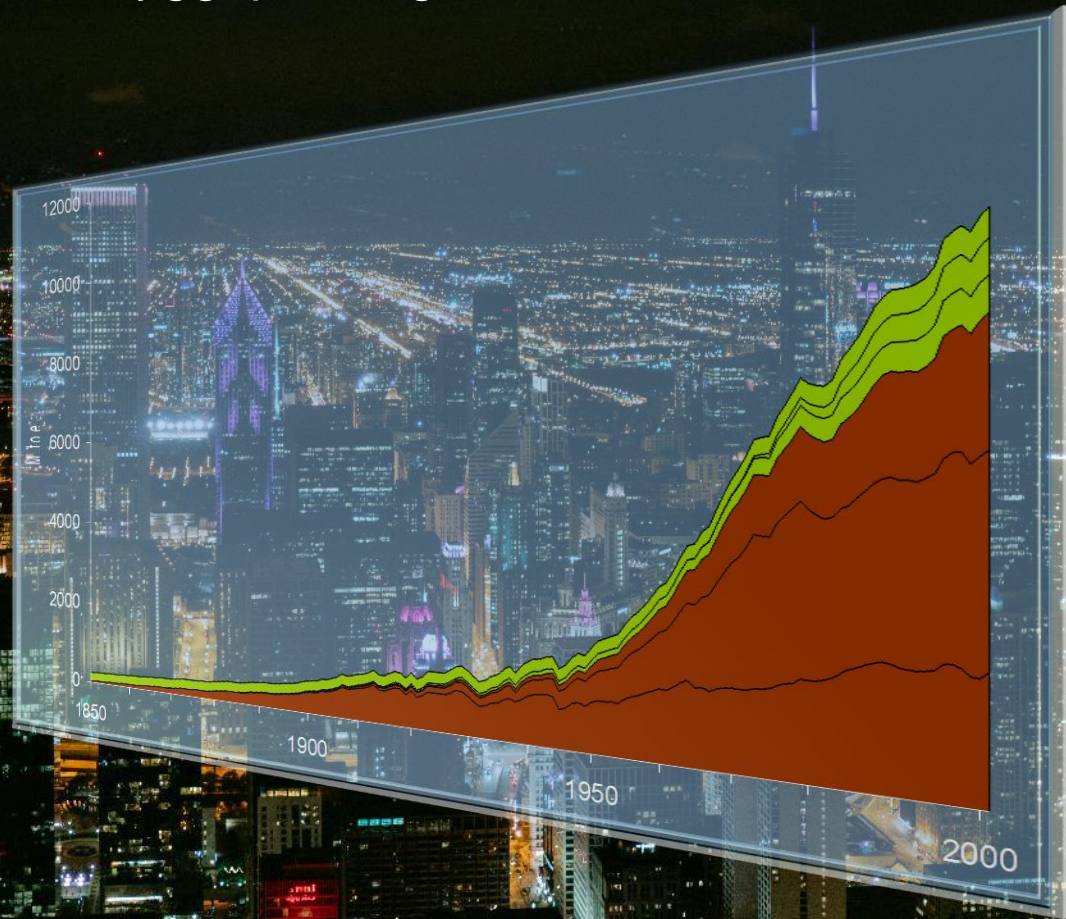
# En ny typ av utveckling



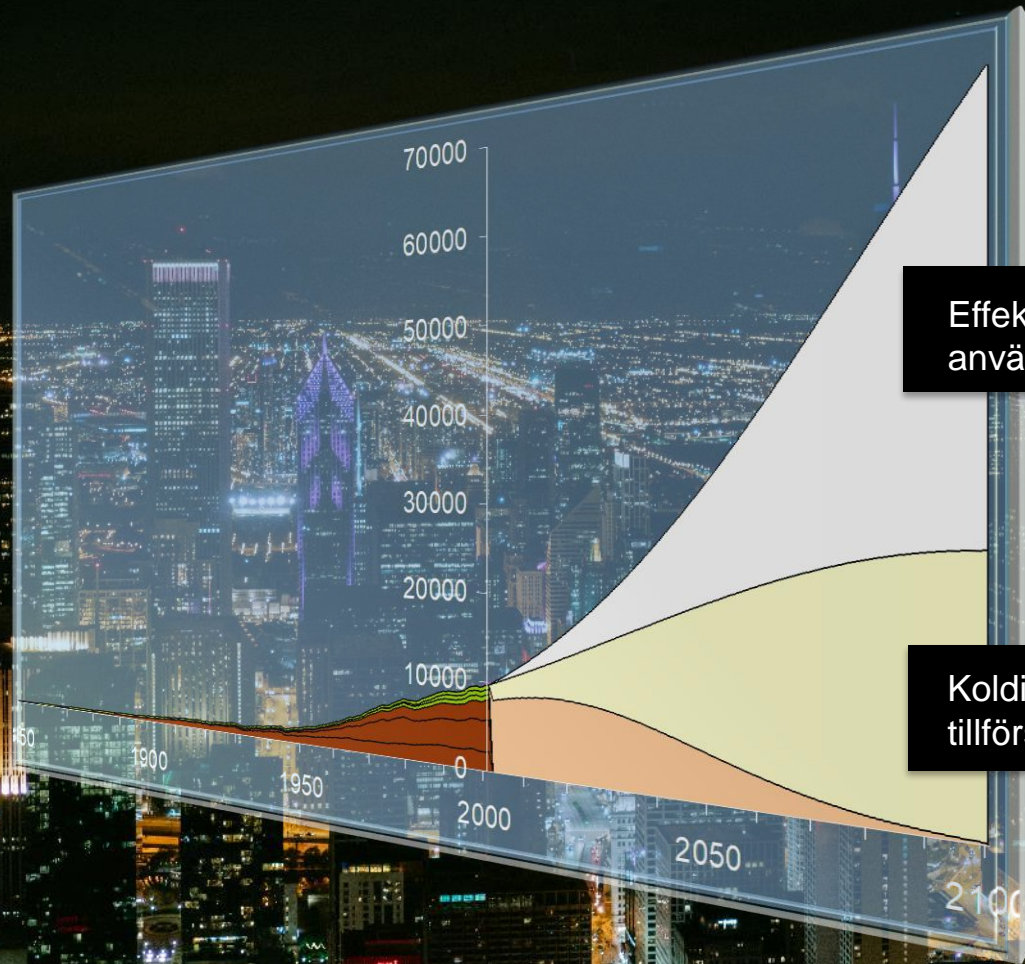
Mindre våld  
Delad makt - demokrati  
Läskunnighet  
etc...



# Industrisamhället är byggt på lös grund: fossila bränslen







Effektiv energi-  
användning och livsstil

Koldioxidneutral  
tillförsel



# Hållbar samhällsomställning

Möjliga och  
önskvärda  
framtider

Förändrings-  
dynamik



# Hållbar samhällsomställning

Möjliga och  
önskvärda  
framtider

Förändrings-  
dynamik





**Finns det några lyckliga slut?**







**Den årliga instrålningen av solenergi till jordytan är 5000 gånger större än den globala användningen av fossila bränslen**



# Ytbehov för 60 000 bilar på Hisingen

1:a generationens biodrivmedel

2:a generationen









## Solceller och elbilar

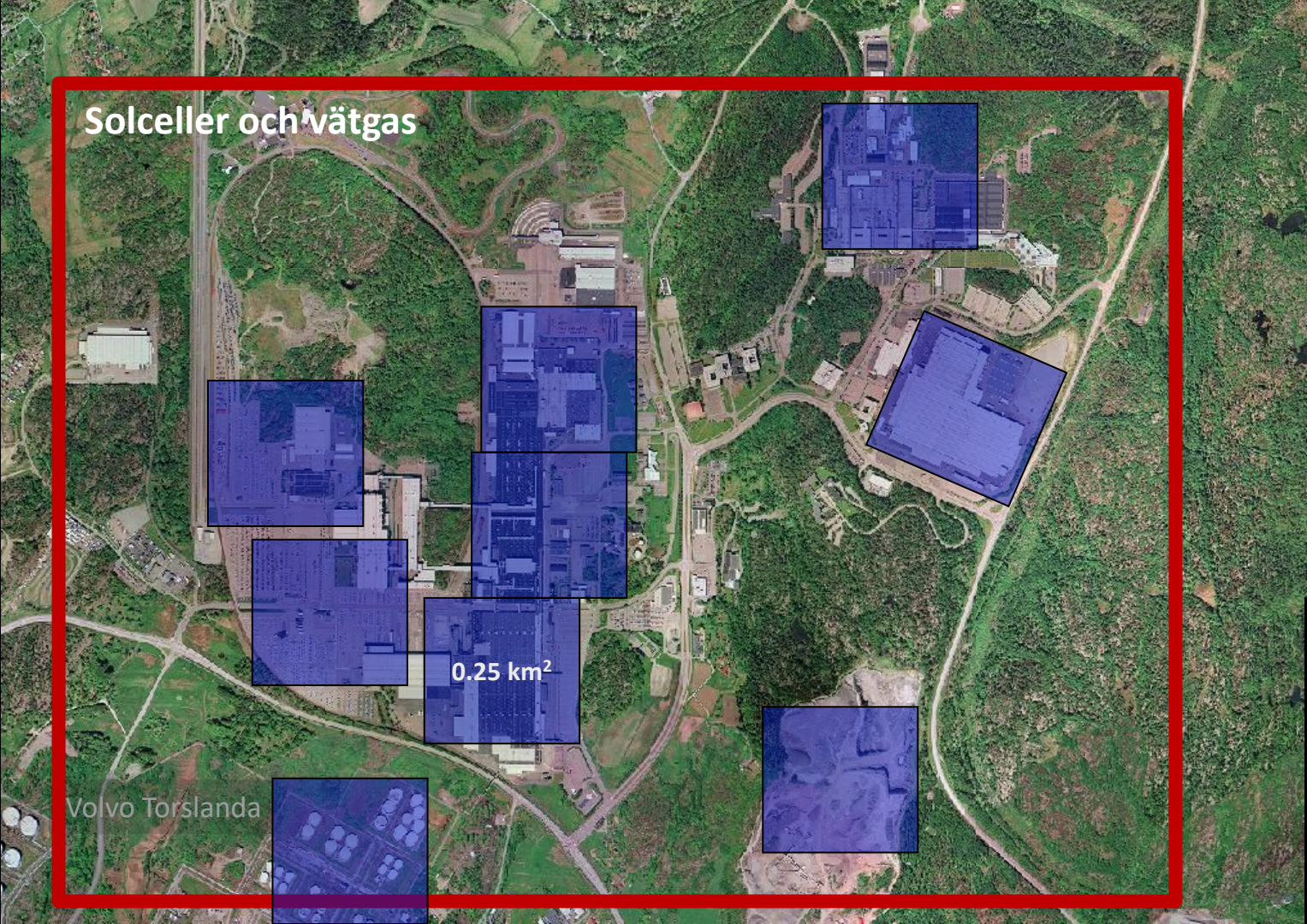
0.25 km<sup>2</sup>

1 km<sup>2</sup> ger 150 GWh/år  
=> 60 000 elbilar 1500 mil/år

Volvo Torslanda



# Solceller och vätgas



Volvo Torslanda

0.25 km<sup>2</sup>

# Jordbruksrevolutionen

Effektivare användning av ytor  
(solenergieffektivisering)

## Jägare och samlare

Lågeffektiv  
solenergianvändning  
( $<0.01 \text{ kWh/m}^2\text{yr}$ )



Få redskap av sten, ben  
och trä

## Jord- och skogsbrukare

Medeleffektiv  
solenergianvändning  
( $<1 \text{ kWh/m}^2\text{yr}$ )



Naturmaterial och några få  
metaller



# Den industriella revolutionens två akter

Energi, material och kunskap

## Jord- och skogsbrukare

Medeleffektiv  
solenergianvändning  
( $<1 \text{ kWh/m}^2\text{yr}$ )



Naturmaterial och några få  
metaller

## Fossila bränslen



Massproducerade  
material

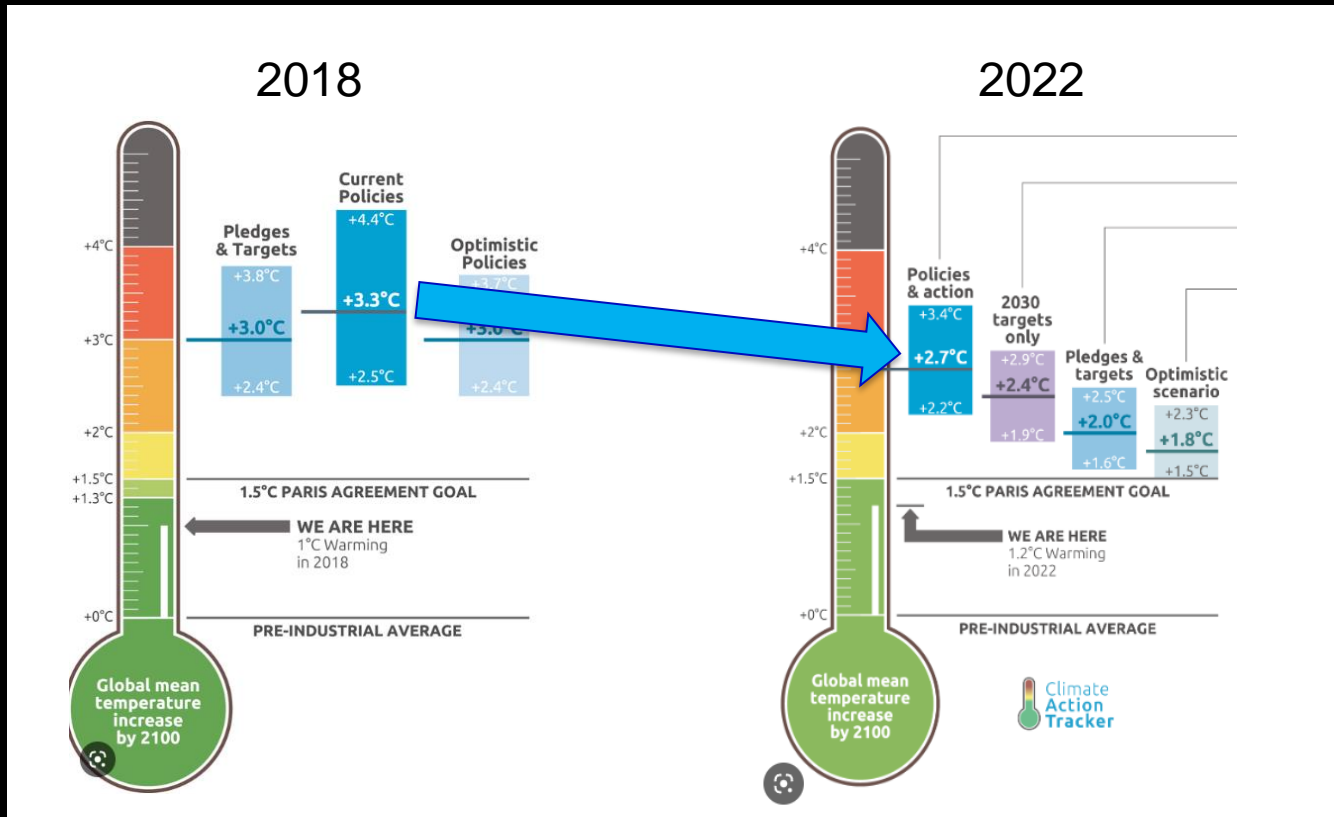
## Solbrukare

Högeffektiv  
solenergianvändning  
( $>100 \text{ kWh/m}^2\text{yr}$ )

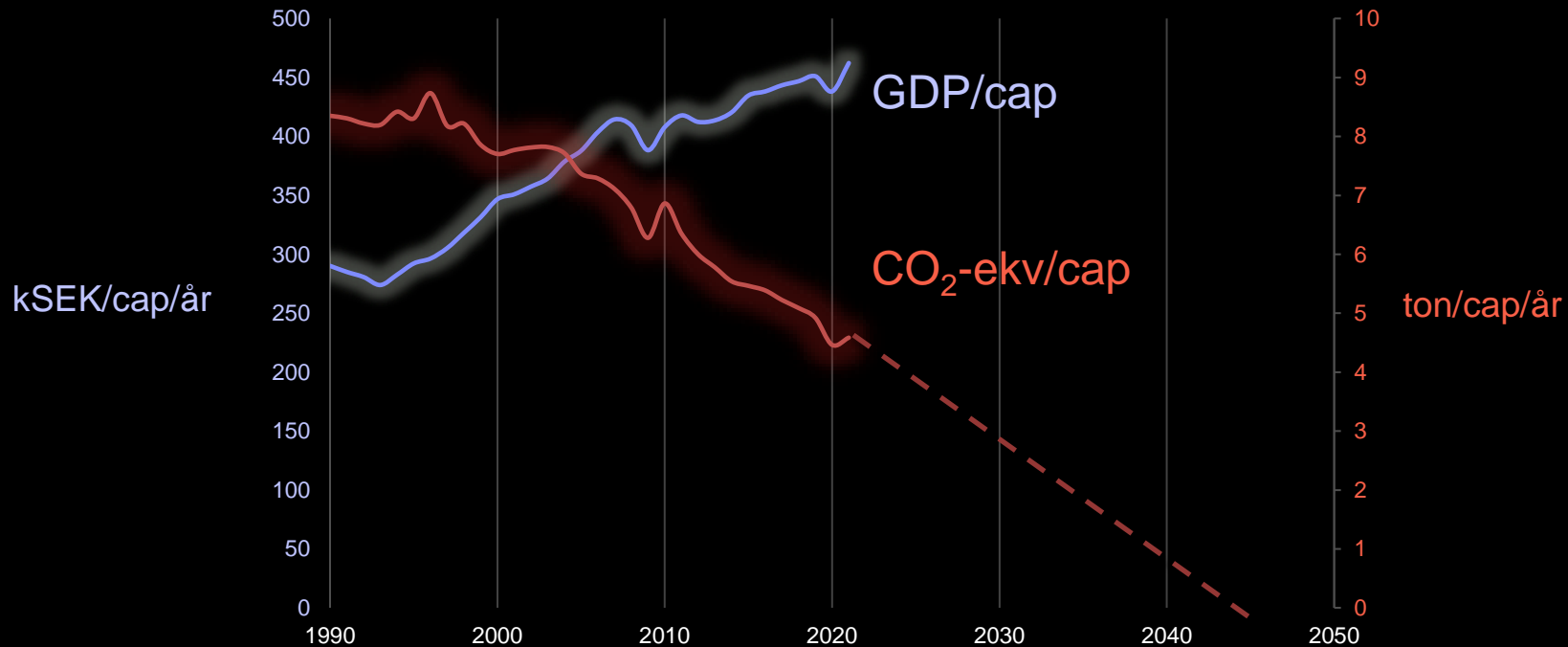


Materialdesign baserad  
på vetenskaplig kunskap

# Viss framgång i det globala klimatarbetet



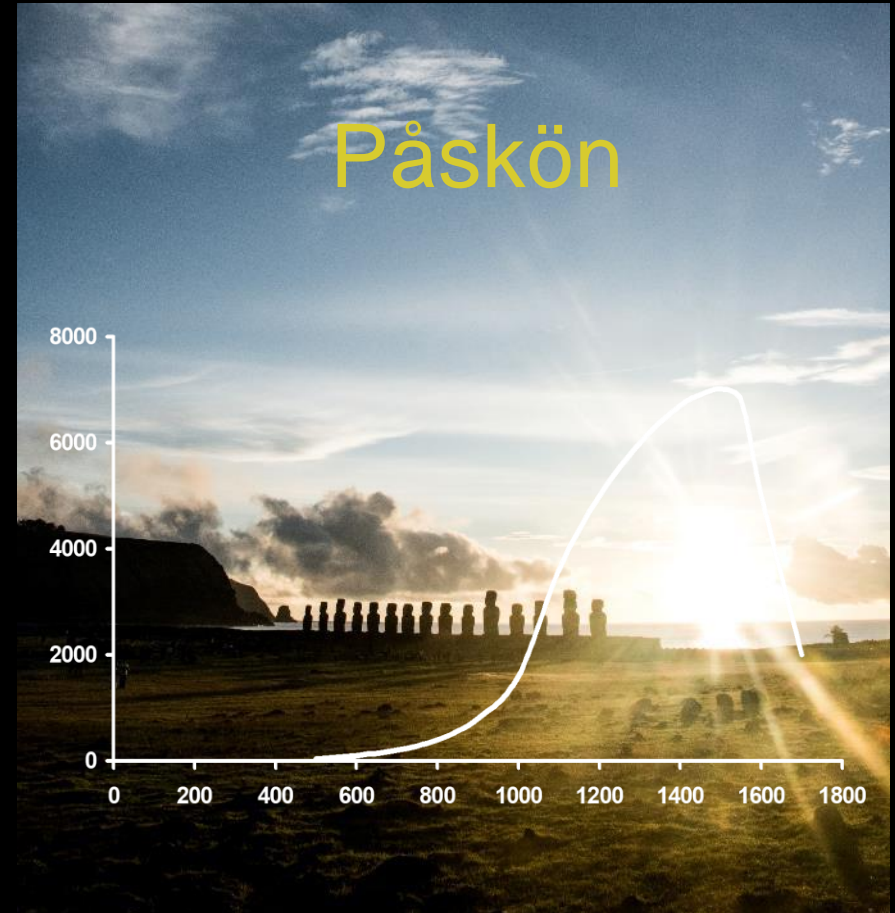
# I Sverige har utsläppen minskat, trots att vi blivit rikare



# Måste det bli ett lyckligt

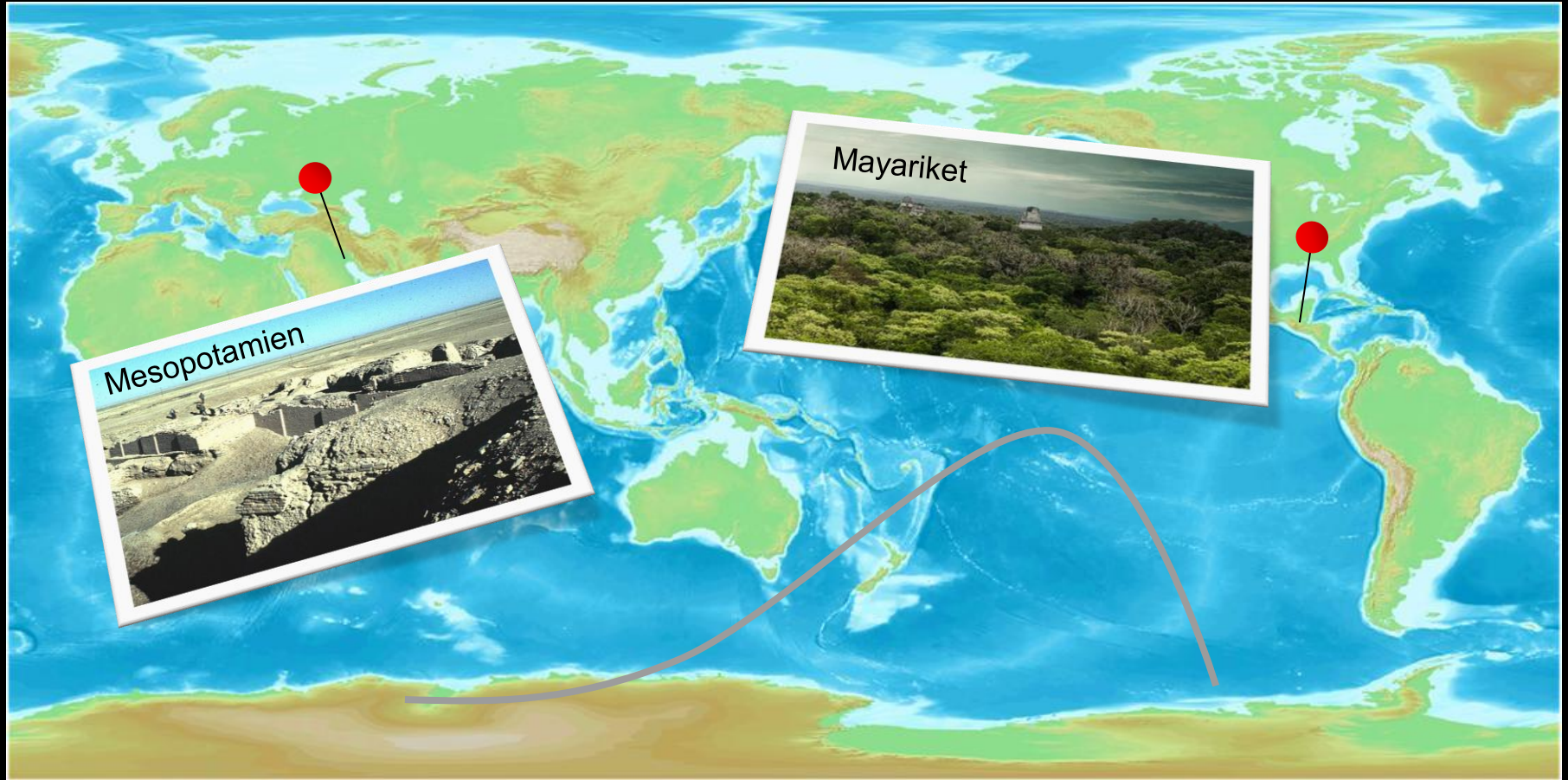


# Civilisationer har kollapsat förut





# Civilisationer har kollapsat förut

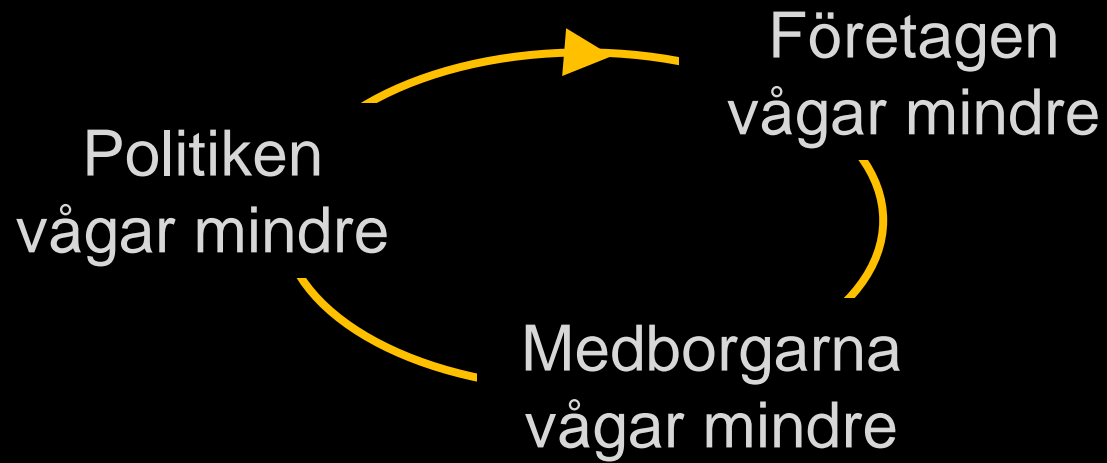




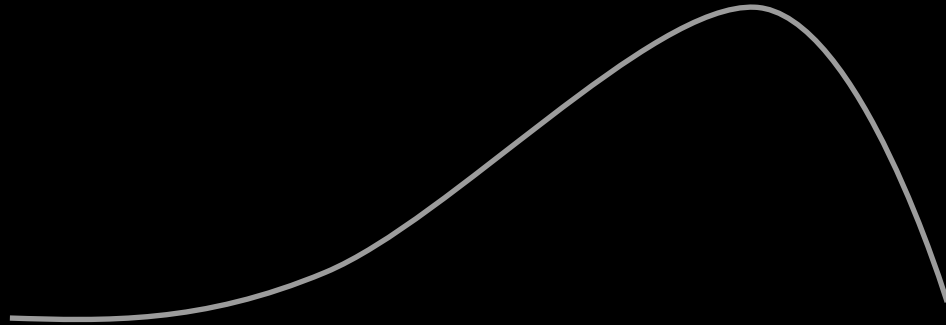
När **regnen** uteblir, svälten skapar **flyktigvågor**, när Kina inte kan **föda befolkningen**, när värmeböljorna **dödar** i Indien, **öknen** breder ut sig i södra Europa, **översvämningarna** blir svårare, **stormarna** kommer oftare än återbyggnaden av infrastrukturen, och nya **sjukdomar** sprider sig...



...slits ekonomierna sönder, och med dem den **sociala tilliten**, och med den **rättsstaten**... och kampen om de återstående resurserna tar fart i en kapplöning **mot botten**.



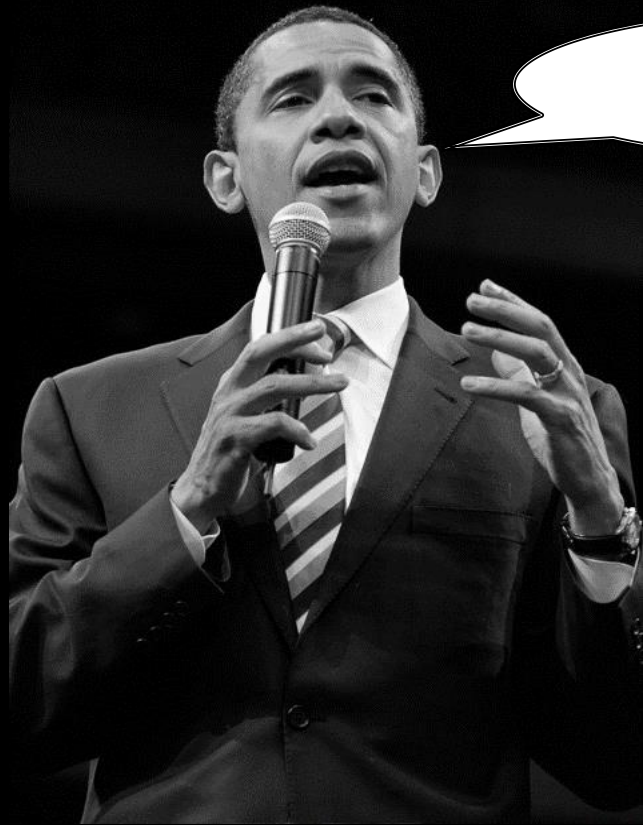
Är vi smartare än jäst?





Vad är det egentliga  
problemet?



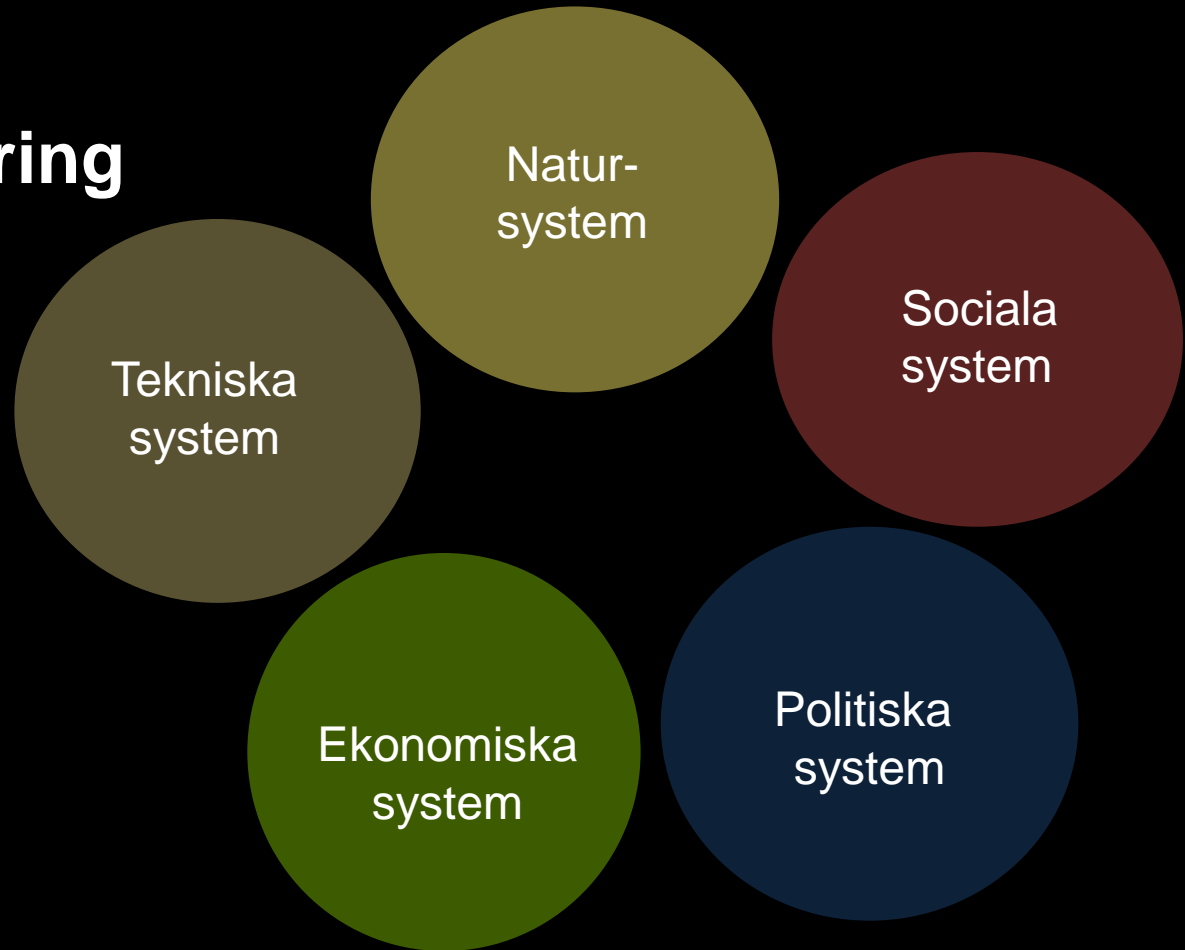


**Change**



**Change**

# Vi behöver kunskap om systemförändring





# Hållbar samhällsomställning

Möjliga och  
önskvärda  
framtider

Förändrings-  
dynamik



# Hållbar samhällsomställning

Möjliga och  
önskvärda  
framtider

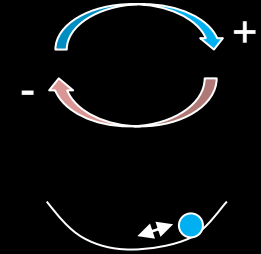
Förändrings-  
dynamik



# Man kan förstå förändringsdynamik i termer av negativ och positiv återkoppling.

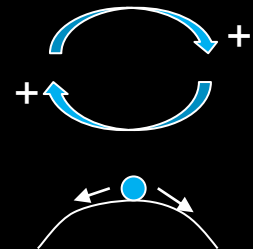
Negativ återkoppling förklarar stabilitet och drivs av begränsningar

- När man gör mer av något blir det svårare och dyrare, vilket leder till att man gör mindre.
- Efterfrågan på el går upp -> fossilgasutbudet är begränsat – priset går upp – efterfrågan på el minskar



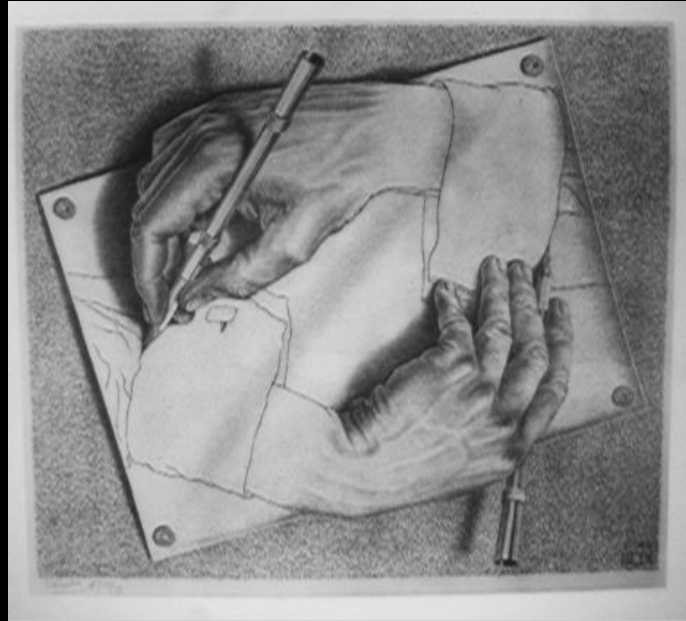
Positiv återkoppling förklarar strukturförändring och drivs av lärande

- När man gör mer av något blir det lättare och billigare, vilket leder till att man gör mer.
- Efterfrågan på elbilar går upp -> ökat lärande och skalekonomi – priset går ner – efterfrågan på elbilar ökar ytterligare



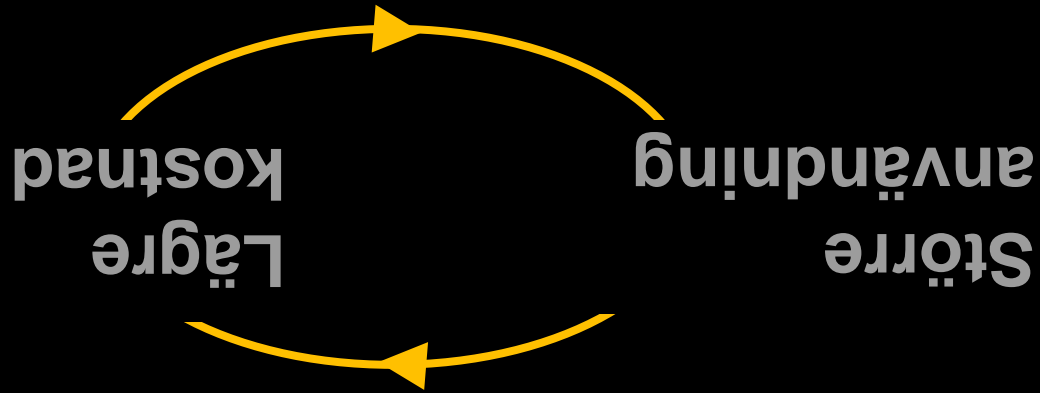


## Den tekniska utvecklingens moment 22



**Kan vi ta oss ur teknikinlåsningar?**

# Den tekniska utvecklingens **motor!**

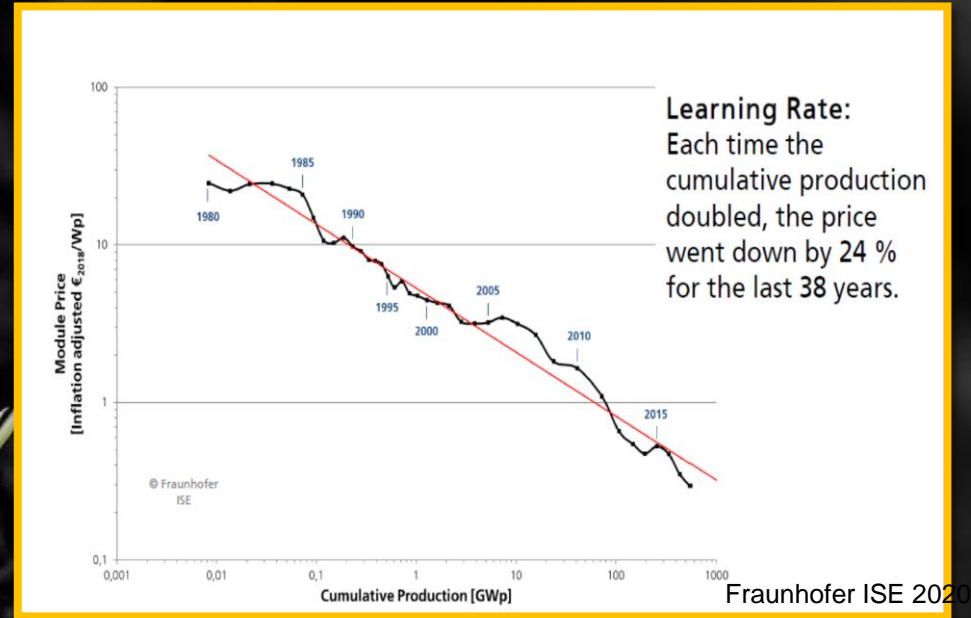
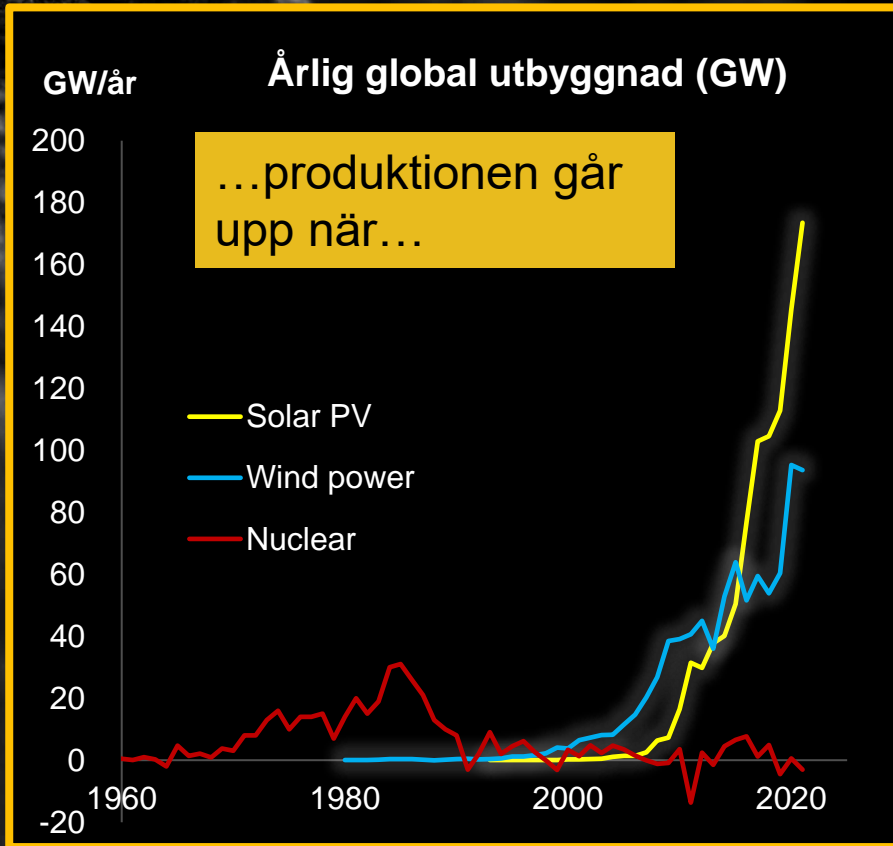


**Kan vi ta oss ur teknikinlåsningar?**

Det finns hopp



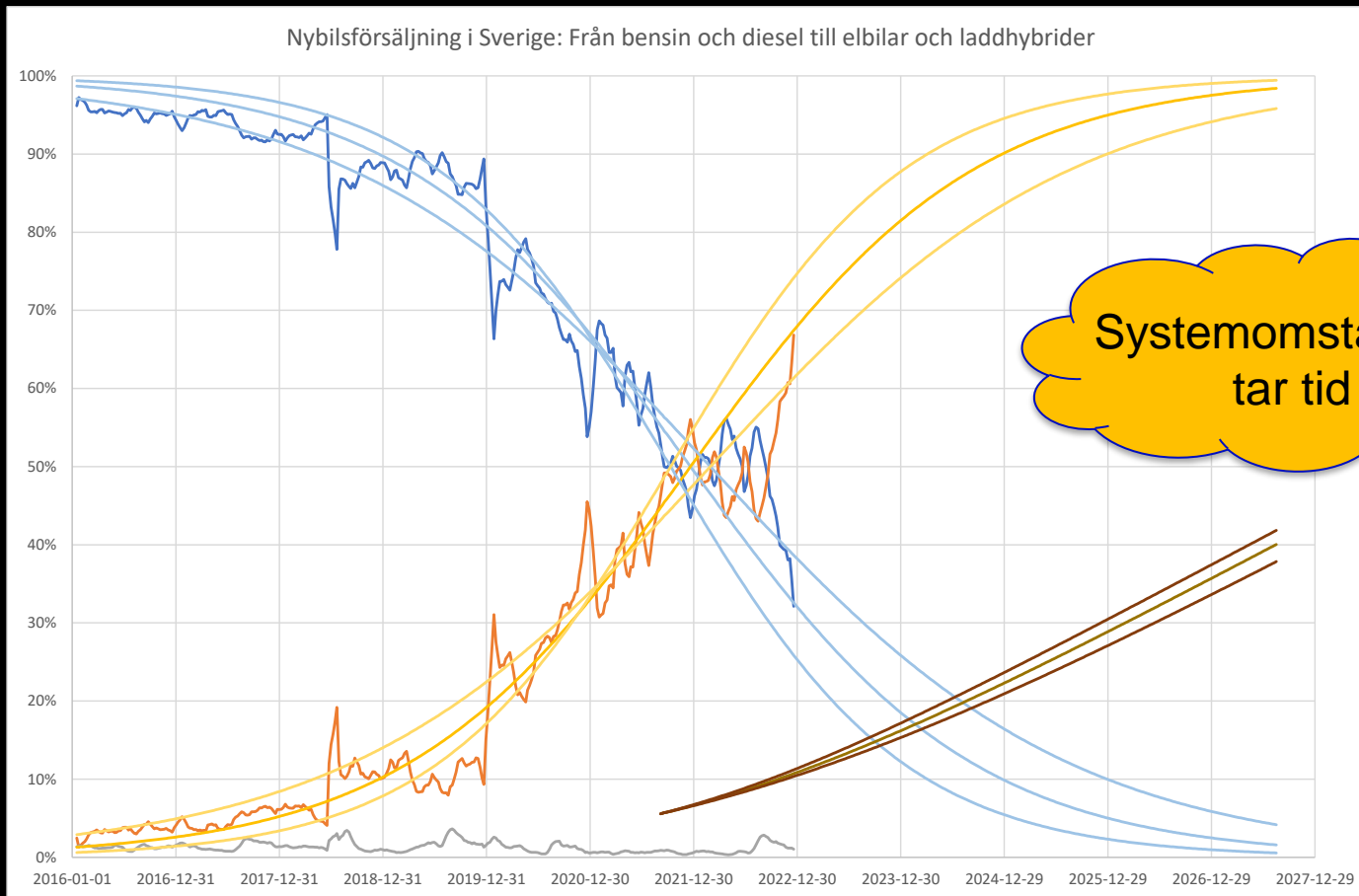
# Nya tekniker växer fram



...priset går ner när...



# Omställningen från förbränningsmotor till laddbart i svensk bilförsäljning



Systemomställning tar tid

**Hur ser en  
riktig cykel ut?**



*"The ordinary"*



"The ordinary"





"The safety bicycle"



Hur ser ett  
riktigt kraftverk ut?



NC-state university

Hur ser en  
riktig "bil" ut?



*"There is not reason for any individual to have a computer in their home."*

Ken Olson, VD Digital Equipment Corp.



# Cirkulär kausalitet i sociotekniska system

Ny politik, nya regler, vanor, drömmar och organisationsformer skapar förutsättningar för ny kunskap och nya tekniska lösningar... och tvärtom!





# Hållbar samhällsomställning

Möjliga och  
önskvärda  
framtider

Förändrings-  
dynamik





Tankemodeller spelar roll

# Tankemodeller spelar roll

## Tillväxtparadigmet

Baserat på marginaltänkande från neoklassiskt ekonomi

1. Utvecklingen har bara **hastighet** ingen riktning ("2% rikare per år...")
2. Förändringen är systemiskt men på ett sådant sätt att utvecklingen normalt sett är **optimal** (den osynliga handen)
3. **Politiken** skall bara rätta till mindre så kallade externa effekter, sedan löser det ekonomiska systemet resten

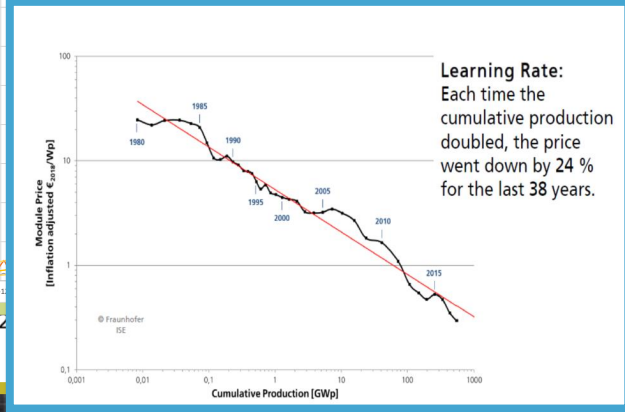
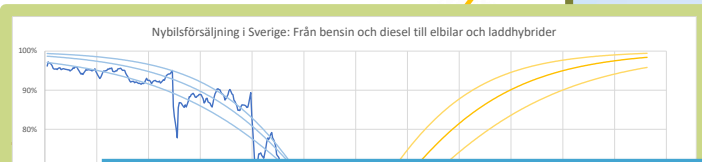
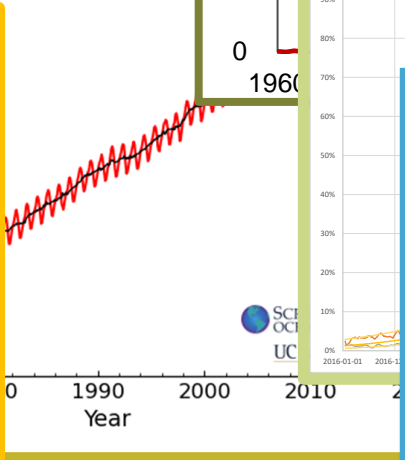
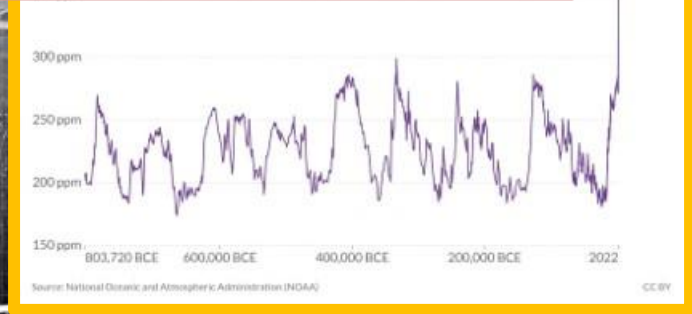
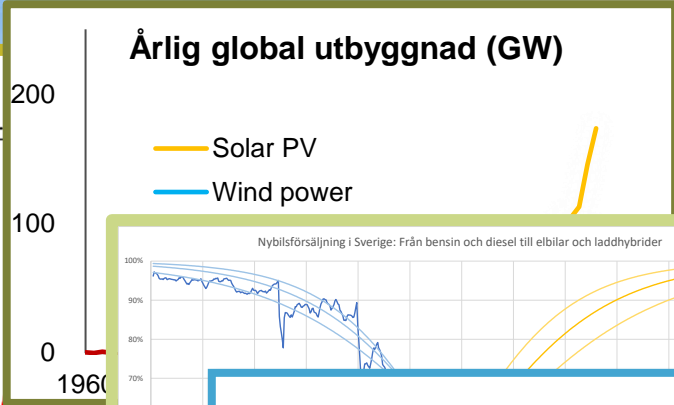
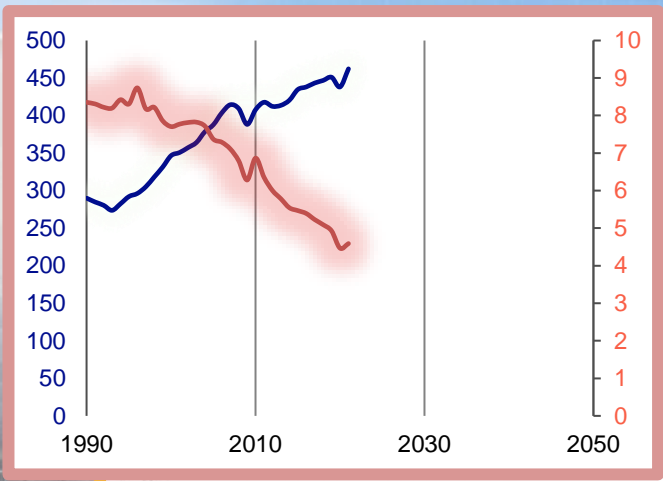
## Omställningsparadigmet

Baserat på ett bredare systemperspektiv

1. Utvecklingen har **riktning**, inte bara hastighet
2. Alla riktningar är inte lika **önskvärda**
3. Det finns en risk att ekonomin **låser in** sig på ett spår som på lång sikt leder i fel riktning
4. Det är svårt men inte omöjligt att **styra**
5. Förändring är **systemisk** – alla aktörers makt att påverka är begränsad, men alla har viss makt
6. **Politiken** har särskilda styrmedel som ingen annan besitter

# Mätningar och siffror spelar roll

för att upptäcka och förstå förändring och stabilitet i komplexa socio-tekno-ekologiska system





# Omvägar och utvägar

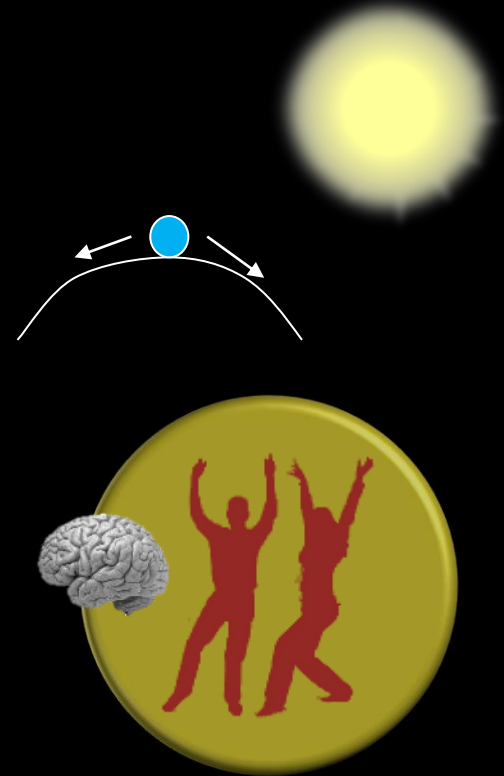
att navigera i klimatomställning och energikris

Var befinner vi oss i historien?

Vilka möjligheter har vi?

Hur kan vi beskriva och begripa förändringens dynamik?

Vem kan påverka utvecklingens riktning?



Skapandet av ett hållbart  
samhälle är en enorm  
utmaning...

Världen är i stort behov av  
kunskap, kreativitet och samarbete



*Tack!*

