



# Samfund og energi i fremtiden

- mod billig og rigelig energi på lang sigt,  
også med fjernvarme

**Jesper Bo Jensen,  
ph.d., fremtidsforsker  
Fremforsk, Center for Fremtidsforskning**

# Engang var verden normal...

- Dagsorden med
- En mild øk
- Fred i
- P
- ... og pen
- ... agelsesvis
- Fysk måden at arbejde og lede på
- De unge mere digitale, men det skulle gøres med måde så de kunne være med



# Konsekvenser af Ukrainekrigen

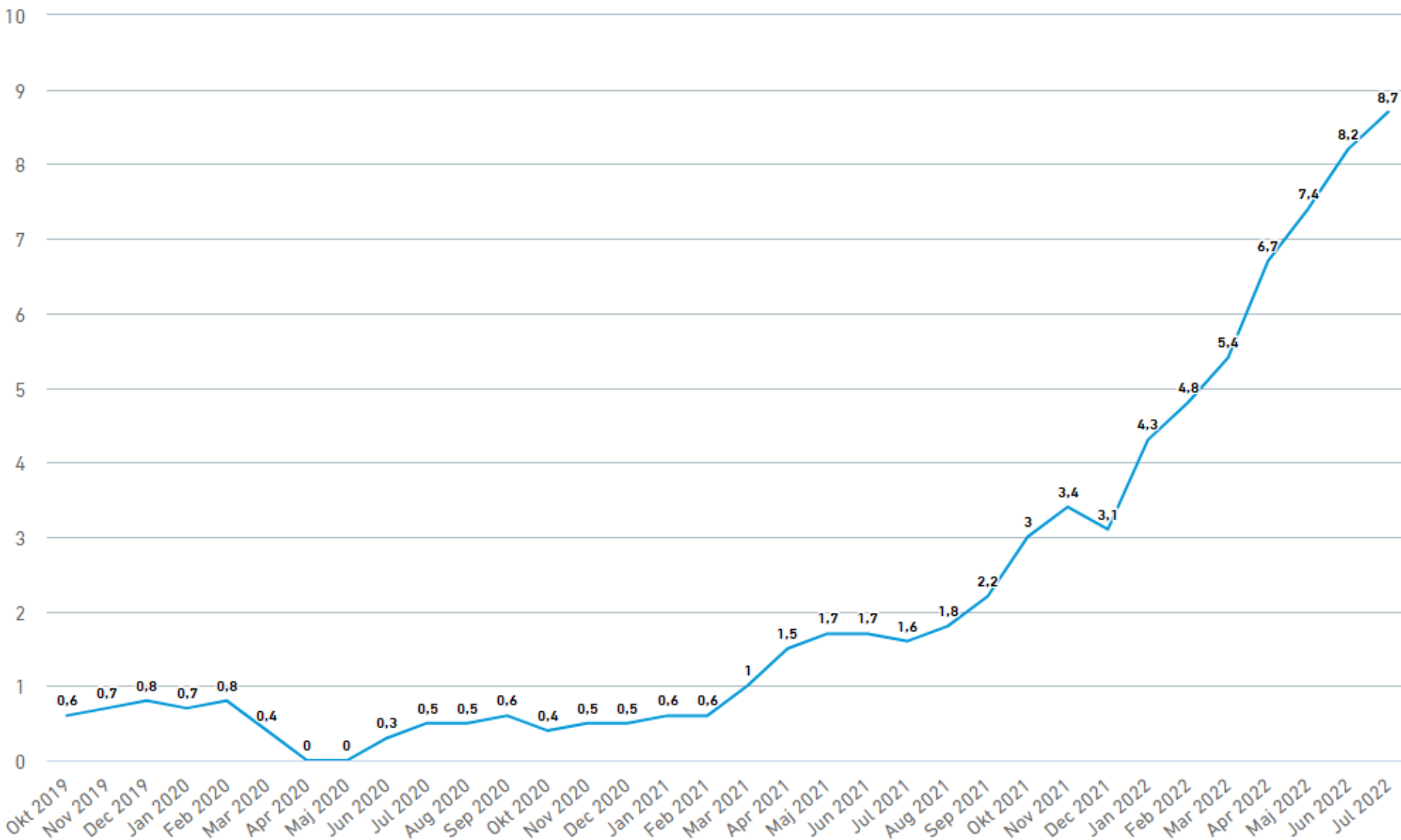


- Allerede nu 7 mio. flygtninge (UNHCR) – og senere kommer flere mænd, mens andre rejser tilbage
- Stigende energipriser, fødevarepriser og mere inflation
- Stigende renter og stigende økonomisk usikkerhed
- Økonomisk usikkerhed og lavere vækst end før krigen – indtil oprustningen tager fat og skaber vækst (750 mia. kr. i år i Tyskland, blot 7 mia. kr. i DK)
- For den offentlige sektor betyder det tilbage til smalhals – råderummet er foreløbigt brugt i mange år frem

# Forbrugerprisindeks (2015=100)



Enhed: Ændring i forhold til samme måned året før (pct.) | Varegruppe: 00 Forbrugerprisindekset i alt:



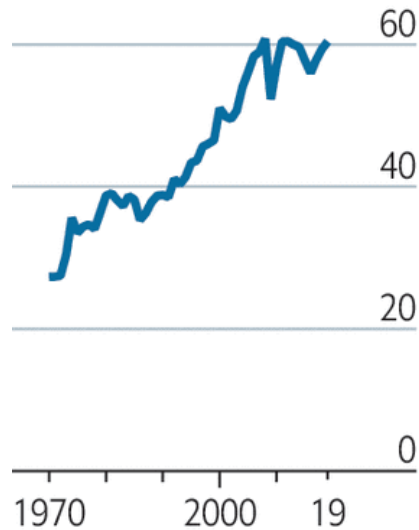
Kilde: Danmarks Statistik

# Fra globalisering til regionalisering og slowbalisering

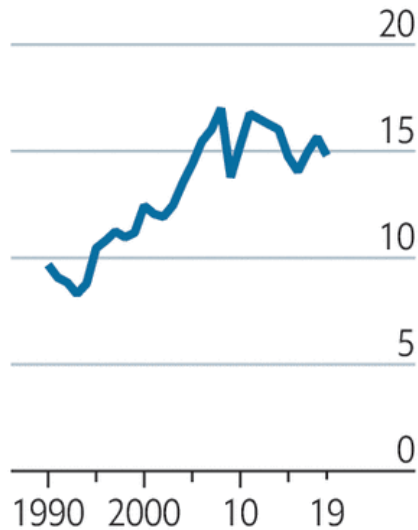
## Bumping along

World

Trade as % of GDP



Import intensity of production\*, %



Sources: IMF; OECD

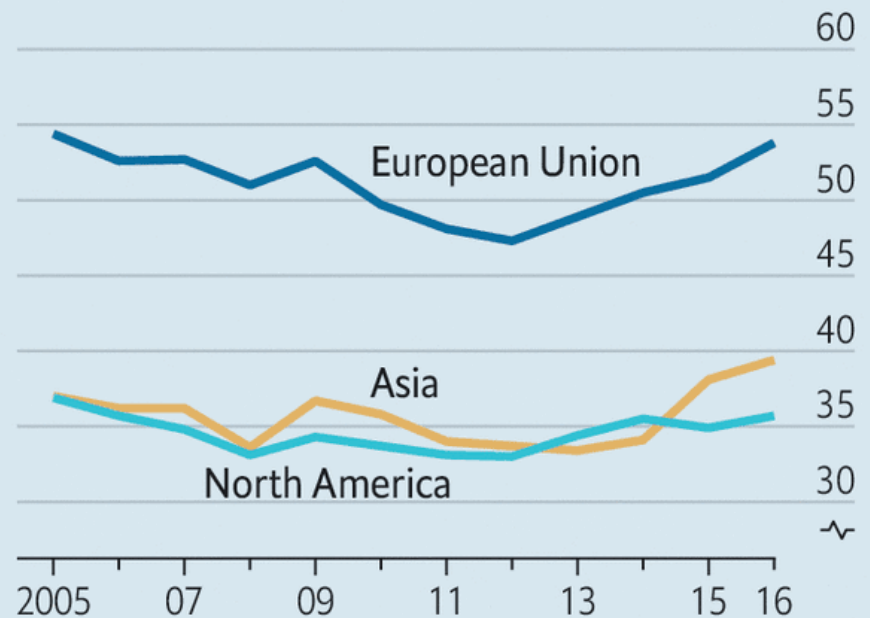
\*Value of imported parts as a share of output

The Economist

## Chain reaction

2

Share of cross-border supply-chain foreign inputs\* that are from the same region, %



Source: OECD

\*Measured by value added

The Economist

# Den regionaliserede verden



- **Konflikten mellem Kina og USA forsætter**
  - Handelskrig og oprustning
- **Verden opdeles i regioner:**
  - Kina contra Kinas nærmeste naboer, der ikke holder af kinesisk ekspansion (ASEAN, Indien og Australien)
  - EU som en region (England som en ø ude i Atlanten)
  - USA og Canada
  - Mellem- og Sydamerika
  - Afrika som den område, alle vil forsøge at vinde indflydelse over
  - Rusland isoleres, eller bliver lillebror til Kina

# Forsyningsproblemer i et par eller mange år frem



PA

# Gas priserne er høje, svinger meget og stiger (nok) yderligere



# **Energiforsyningen er blevet til sikkerhedspolitik**



- **Den væsentligste drivkraft bag omlægninger af energiforsyningen i OECD-lande vil ikke være klimaet i de kommende år.**
- **Forsyningssikkerhed og fravær af politisk afhængighed bliver afgørende – ikke prisen eller CO<sub>2</sub> udledningen**
- **Ruslands som den store energi-trussel for EU og den gamle politiske bommert – dreje på hanen til Ukraine**
- **Energi er først og fremmest sikkerhedspolitik – og dermed topprioritet i de største lande**
- **Danmark bliver igen selvforsynende med gas – men også mere fra vind og sol**

# En lang periode med konflikter



- **Geopolitik og konflikter i mellem regionerne**
- **Hvem skal have og hvem skal betale – det lange politiske spil i Danmark om fremtidens energi**
  - **C0<sub>2</sub> afgifter og undtagelser**
  - **Energiforsyning, aftagepligt og nye muligheder**
  - **Opstilling af vindmøller, solceller og andre anlæg**
  - **De store netværk i EU, decentrale løsninger mv.**
  - **Konflikt mellem energiløsninger og andre hensyn – biodiversitet, natur, støj, udsyn, verdensmål etc.**

# Solen som energikilde



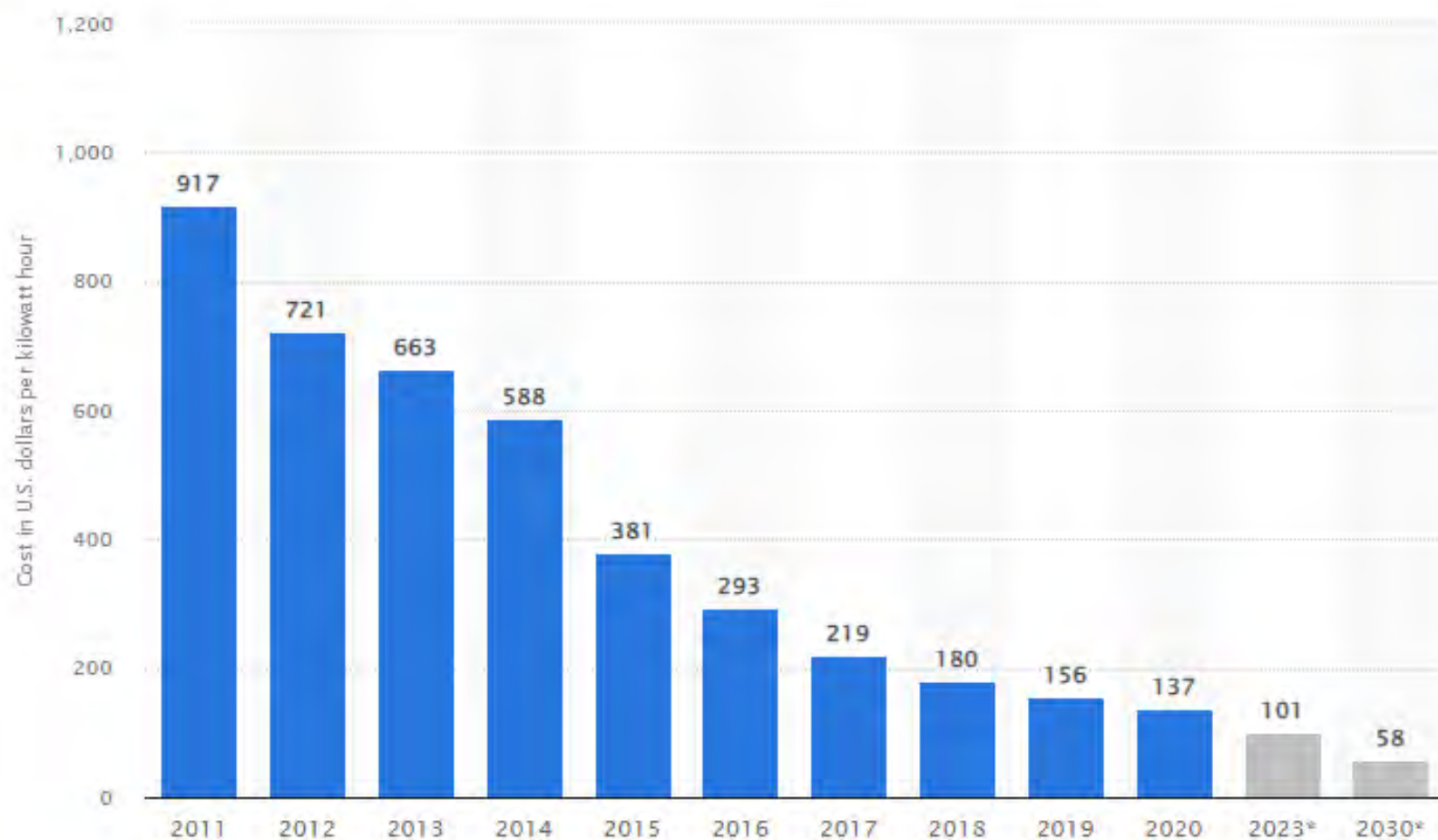
- Den daglige mængde solenergi, som rammer Jorden, svarer til den mængde energi, som Jordens 8 milliarder mennesker forbruger i løbet af 8 år
- Jorden modtager på bare tre timer mere energi fra solen end alle lande i verden bruger på et år!
- Vi bruger under en promille af Solens indstråling i samlet energiforbrug på jorden. Landbruget opsamler endnu en promille
- Der er ikke mangel på energi! Men vi mangler lagring!
- Vi har al den energi, vi vil have – men prisen betyder noget i nogle år endnu – men i 2050 er det billigt!

# Energi i 2040



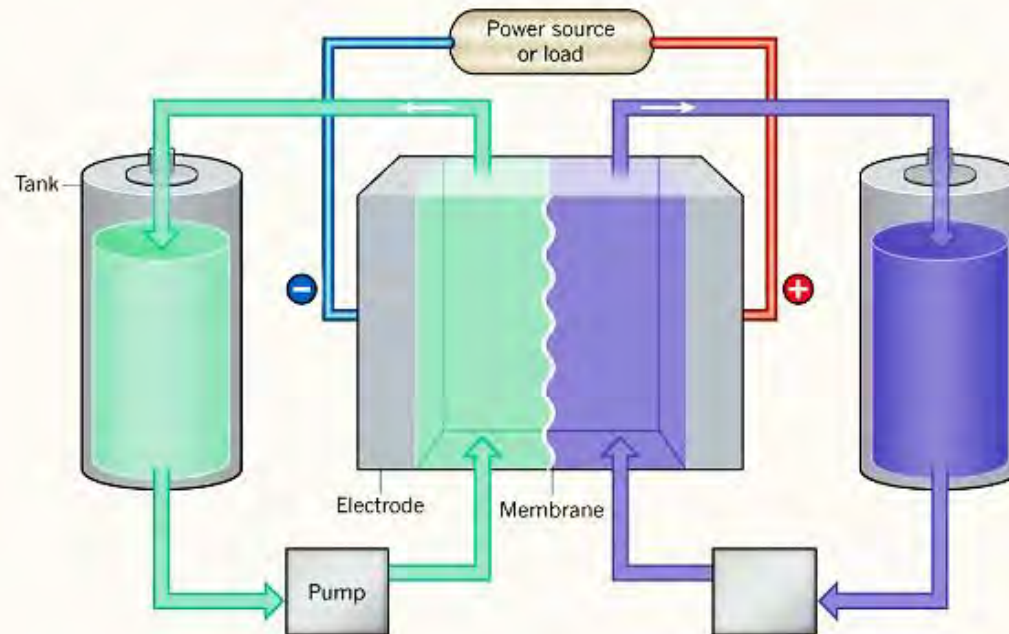
- **Det er solcelleteknologien, der sejrer på langt sigt**
  - **Vindmøller vil nå en max størrelse om ca. 10-25 år**
  - **Solceller har kun to dimensioner**
  - **Solceller skal integreres i bygninger fremover – bygninger bliver netto leverandør af grøn energi**
- **Men vind kommer til at spille en større rolle i mange år fremover**
  - **Forsyningssikkerhed og et sammensat system**
- **Energi bliver igen billig, ja efterhånden næsten gratis**
- **El-priserne vil være lave, og vi vil opvarme og forsyne mange ejendomme lokalt uden bidrag fra nettet**

# Lithium-ion battery pack costs worldwide between 2011 and (in U.S. dollars per kilowatt hour)



© Statista 2022

# Storage of power



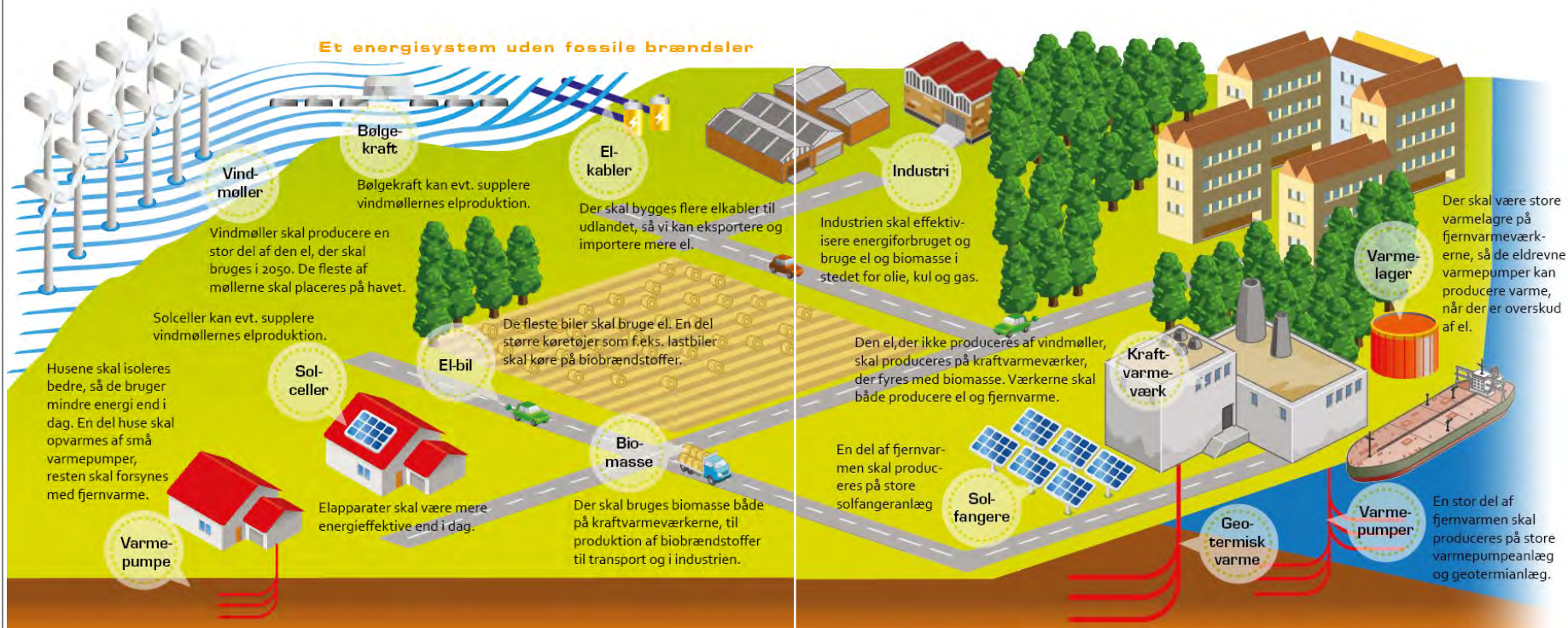
# Lagring af energi



- **Salt – high temperature molted salt - Chile**
- **Hydrogen – Gemme solenergi i brintlagre ved at lade el producere hydrogen og senere vende processen**
- **Flow Batterier – gemme energi i store væskebatterier**
- **Lagre af varme på fjernvarmeværkerne**
- **Forbedrede litium batterier – eller nyudviklede high-tech batteriet**
- **Alle er alternativer til “opbevaring” i grid’et**

**”Vi skal varme vores huse op med eldrevne varmepumper, hvor vindmøllerne leverer energien og med fjernvarme. Biomasse, solvarme, geotermi og varmepumper skal tilsammen levere energien til fjernvarmen”**

# Klima Danmark 2050



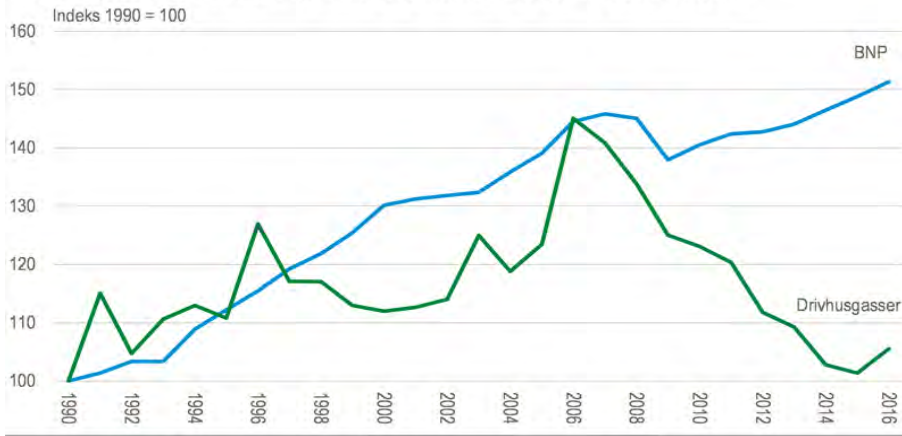
**Udlandet – den vigtigste komponent i systemet!**

# Fjernvarme er en væsentlig del af fremtiden



- Fjernvarme er også en del af fremtiden
- Det fungerer glimrende og som amerikanerne siger:  
"If it ain't broke, why fix it?"
- Brændstoffet er en anden historie – vi skal bruge overskudsvarme, elpatroner, varmepumper, geotermisk energi og måske affald & gas i fremtiden.
- Biomasse er ok som overgangsbrændsel – men på det lange sigt, skal det udfases
- Hvor langs skal fjernvarme ud? Vi er ved at nå grænsen, da bygninger kan gøres selvforsynende og nettet skal betales (CO<sub>2</sub> udslip fra nye røranlæg er et problem)

### Udvikling i udslip af drivhusgasser fra danske økonomiske aktiviteter



Anm.: Udslip forårsaget af danskopererede skibe, fly og køretøjers bunkring i udlandet er medregnet.



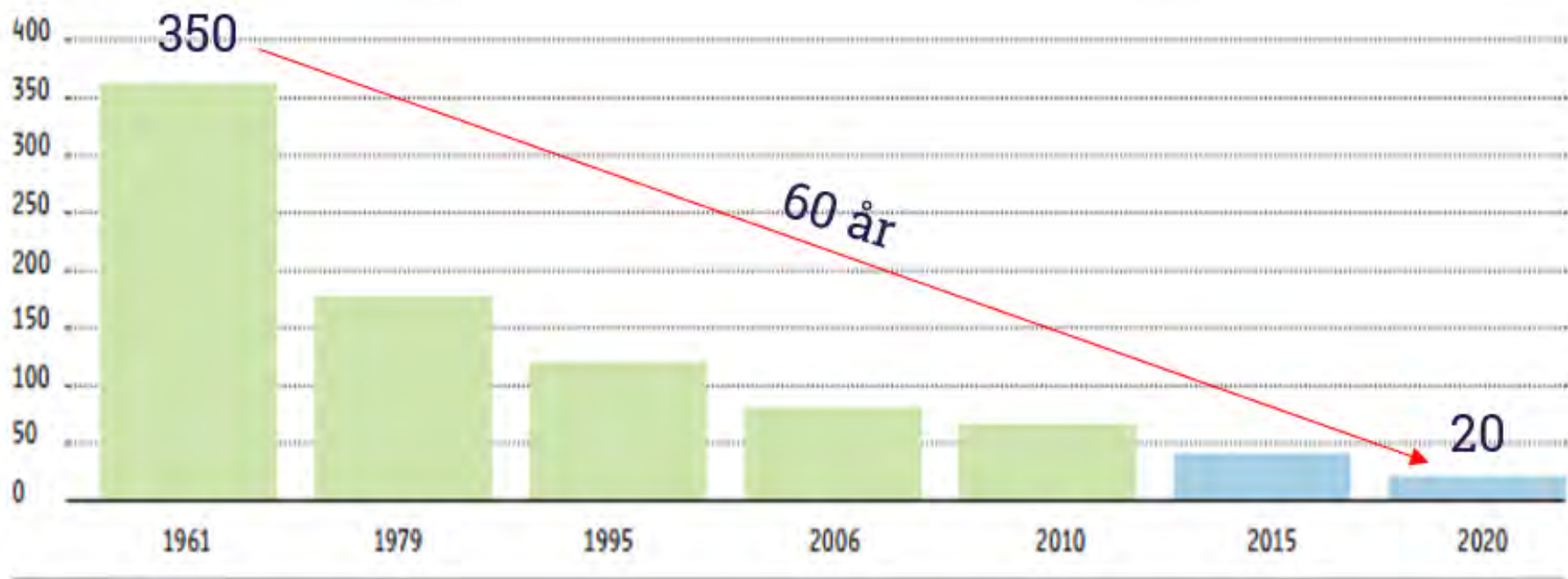
**Driftsenergi er den energi**, som man bruger til at varme et hjem op med, lave mad, gå i bad, tænde lys og så videre. Den står for **28 procent** af verdens energi-relaterede CO<sub>2</sub>-udledning. **Ca. 20% af udledningen i Danmark**

**Fremstilling af byggematerialer og byggeri:** Produktionen og transport af byggematerialer såsom beton, metal og andet, samt nedrivning og affaldshåndtering fra byggeri. Alt det hæfter for **11 procent** af CO<sub>2</sub>-udledningen skabt af verdens energiproduktion. I **DK 10%**

# Vi er godt på vej med driftsenergien i nybyggeri

## Udviklingen i krav til driftsenergi

kWh/m<sup>2</sup>



Kilde Energistyrelsen

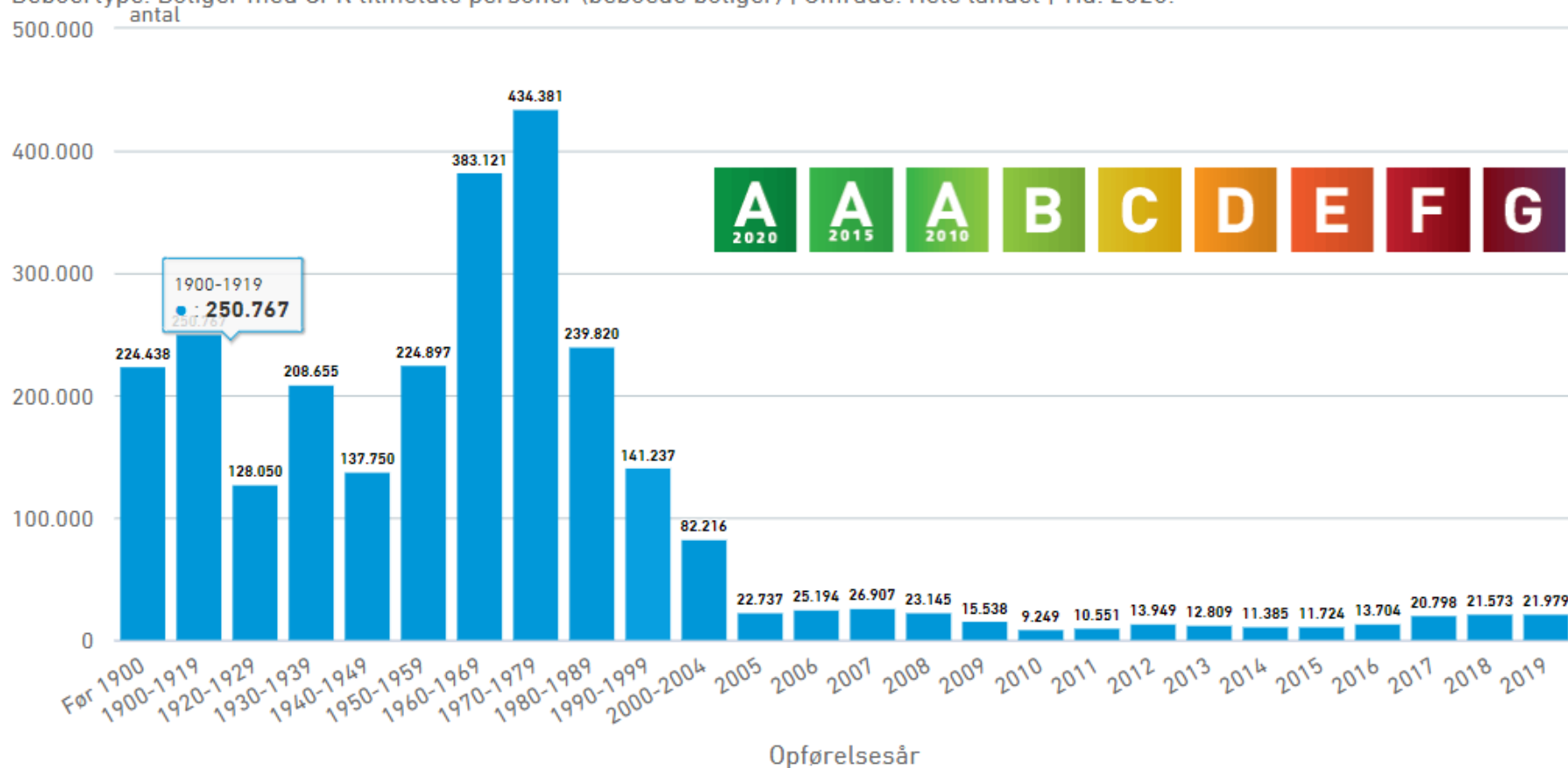
# Fremtidens energi i huset: Fra passivhuset over aktivhus til selvforsyning



# De fleste boliger er opført for mange år siden

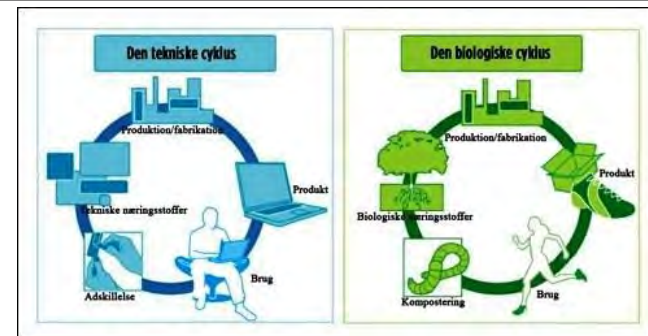
## Boliger

Beboertype: Boliger med CPR tilmeldte personer (beboede boliger) | Område: Hele landet | Tid: 2020:



Kilde: Danmarks Statistik

# Cradle-to-Cradle fjernvarme?



- Det skal kunne genbruges og bringes tilbage til sin oprindelige tilstand
- Skal være input til endnu en produktcyklus
- Affald til energi – men vi skal også bruge affaldet fra affaldet til noget og recirkulerer
- Vi skal kunne recirkulere solceller, varmepumper og varmepatroner fra fjernvarmeproduktionen
- Hvis vi skal udvikle vugge-til-vugge princippet har vi mange år foran os
- Beton udgør et særligt problem, hvis I bygger

# Er der strøm nok?

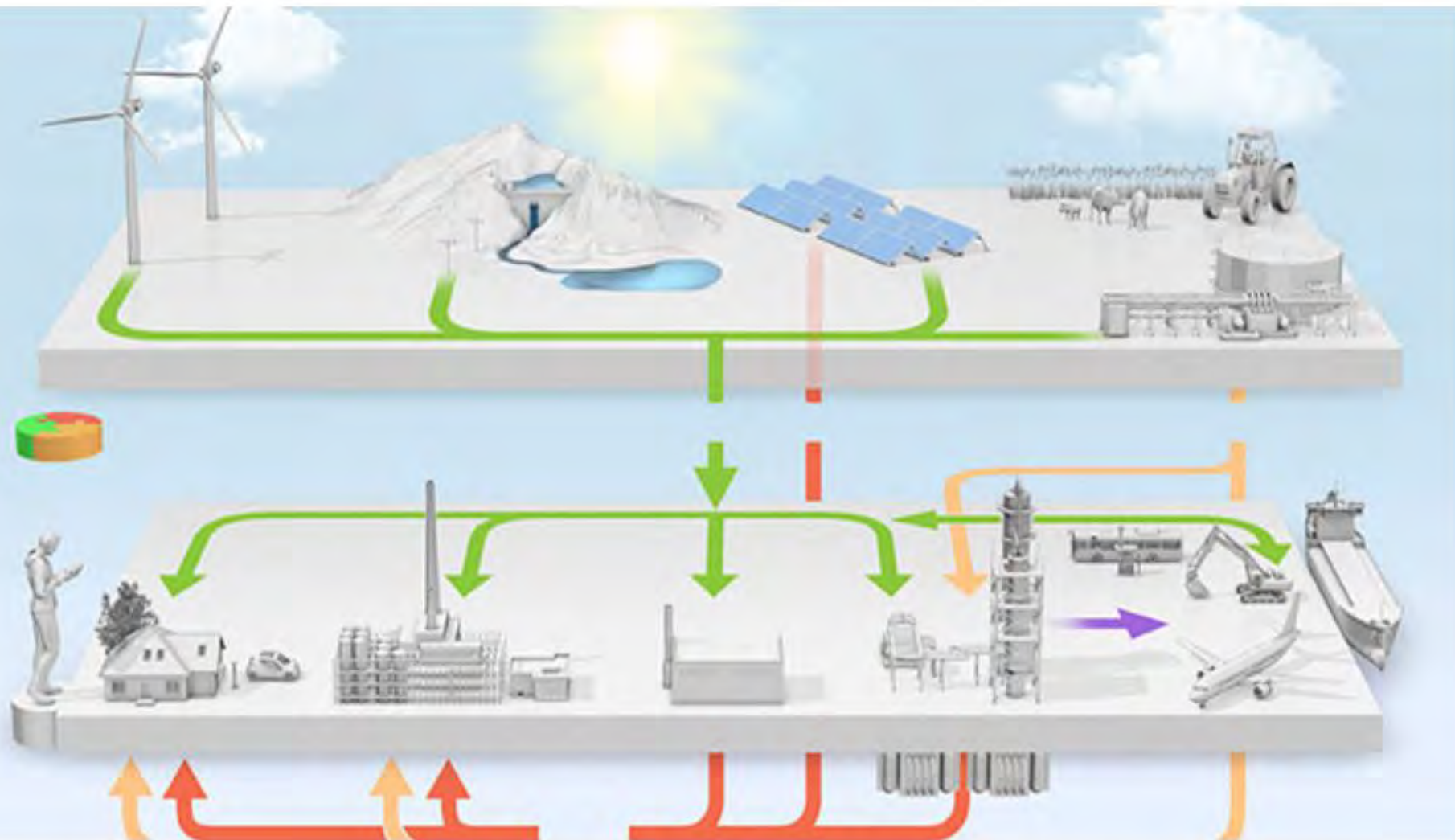


- En el-bil bruger i dag ca 220 kWh om måneden eller 0,01 TerraJoule pr. år (ca. 15.000 km)
- 100.000 elbiler vil bruge ca. 1000 TJ el om året
- Det svarer til 1 % af strømproduktionen om året
- Med 1 million elbiler plus busser og varebiler ser det lidt sværere ud med en 10-15% stigning i elforbruget, men ikke mere end produktionen steg fra 2014 til 2018
- Vindmøllerne producerer i dag over 50% af al el
- Svært at udbygge ladestandere og ledningsnet hurtigt – hurtig ladning kræver meget energi
- Omstilling til el på andre områder giver også problemer

# Transportsektorens energiforbrug i fremtiden

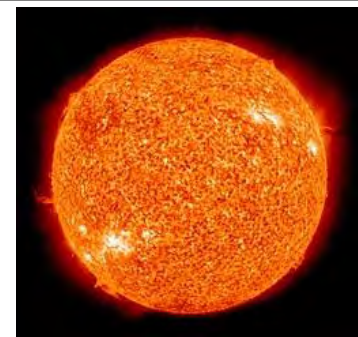


- Omstilling til elbiler går sådan set ok – men det tager lang tid at udfase benzin og diesel
- Busser og varevogne kan også elektrificeres
- Men lastbiler er en anden sag – batterierne kommer til at veje for meget i forhold til lastevne
- Biodiesel er vejen frem, men der er alt for lidt af det i dag – Power to X kommer også, men det tager også ret lang tid
- Hvis Power to X bliver en succes, er det så nødvendigt med alle de elbiler til den tid?
- Hvornår er der strøm nok til det hele?



# Power-to-X: An essential part of the smart energy system

# Energi bliver rigelig og billig



- **Selv Power to X løser ikke alle problemer, men på lang sigt har vi et nok til en billig pris til alt det vi vil**
- **Der skal foretages valg imellem lokal forsyning og grid – også på fjernvarmeudbygningen**
- **Er fjernvarme så godt, at vi skal beholde det på trods af fordele med selvforsyning på længere sigt? (Jaaaa...)**
- **Vi skal omstille transportsektoren til de bedste løsninger og undgå flere omstillinger undervejs**
- **I byggeriet skal vi ikke blive ved med at spare energi på driften – det forringer bygninger unødigt**



[www.fremforsk.dk](http://www.fremforsk.dk)

Facebook: Fremforsk

LinkedIn: Jesper Bo Jensen & Fremforsk

Jesper Bo Jensen  
Fremforsk - Center for  
Fremtidsforskning  
Hørhavevej 45  
8270 Højbjerg

E [bjj@fremforsk.dk](mailto:jbj@fremforsk.dk) &  
E [mlev@fremforsk.dk](mailto:mlev@fremforsk.dk)  
M 20 67 45 00

