

## Hvordan gøres Danmark fri af fossile brændsler?

**Morthorst, Poul Erik**

*Publication date:*  
2010

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*

Morthorst, P. E. (2010). Hvordan gøres Danmark fri af fossile brændsler? [Lyd og/eller billed produktion (digital)]., Frederiksberg (DK), 15 Apr, 01/01/2010

## DTU Library

Technical Information Center of Denmark

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

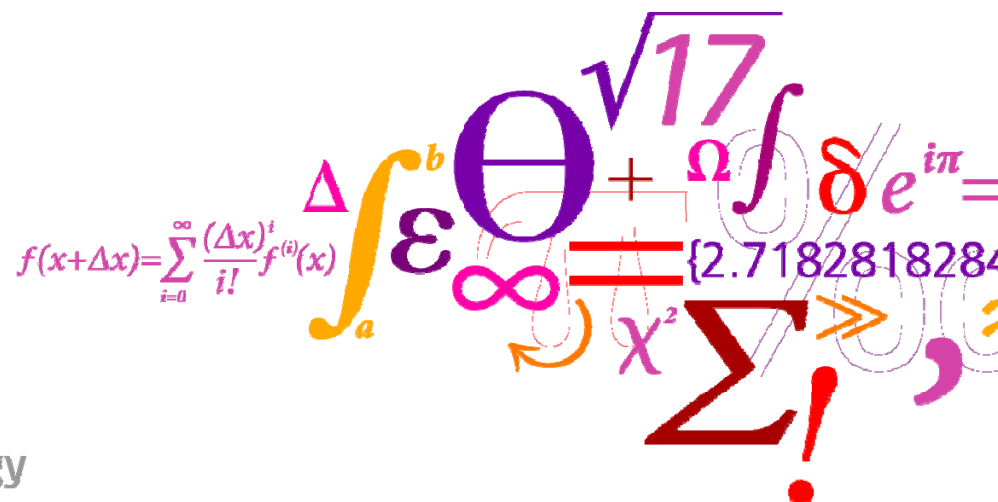
# *Hvordan gøres Danmark fri af fossile brændsler?*

Poul Erik Morthorst  
Systemanalyseafdelingen  
Risø DTU

Debatmøde i Klimabevægelsen  
15. April 2010

**Risø DTU**  
National Laboratory for Sustainable Energy

---



## Hvilke udfordringer står vi over for?

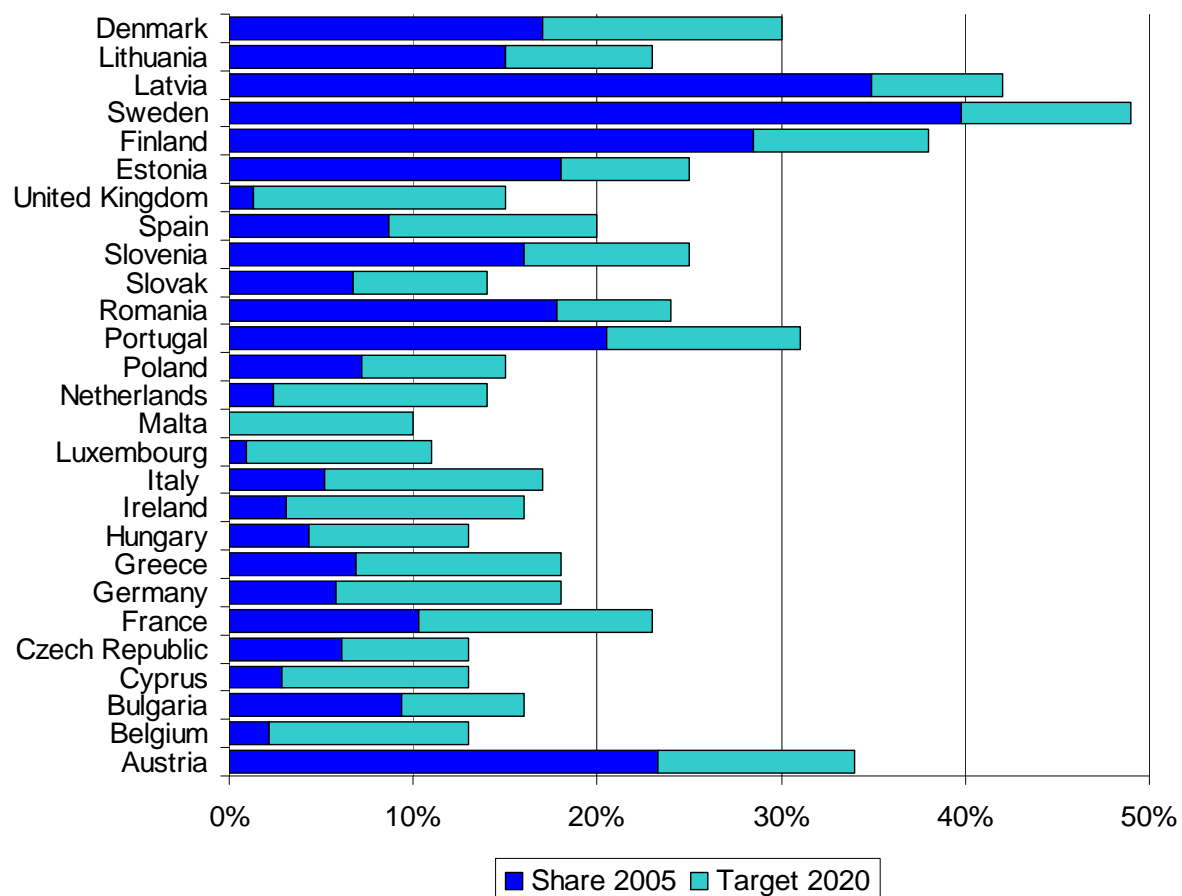
- På langt sigt (2050?) skal vi have udfaset de fossile brændsler i Danmark – krav til Klimakommissionen
  - Vedvarende energi skal dække hele vores energiforbrug
  - Vindkraft og biomasse bliver de dominerende energikilder
  - Der bliver rift om den norske vandkraft!!
- I 2020 udgør vindkraft 50% af elforsyningen
  - EU målsætning på 30% VE i Danmark
  - I dag leverer vindkraft 20% af vores elforbrug
- Transporten er næsten 100% afhængig af fossile brændsler

## EU Politik

- **Bindende målsætninger i EU:  
– 20-20-20 i 2020**

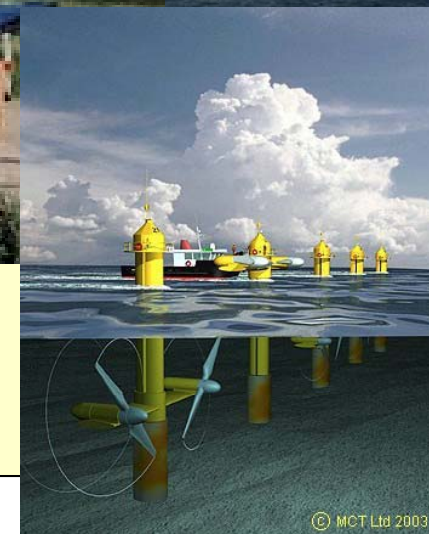
- Drivhusgasser skal reduceres med 20% sammenlignet med 1990
- Vedvarende energi skal dække 20% af energiforbruget i 2020
  - Det eksisterende mål var 12% i 2010 – omkring 7% forventes opnået i 2010
- Der skal opnås 20% energibesparelser i 2020
- Vedvarende energi skal udgøre 10% af forbruget af flydende brændsler i transporten

# Nationale mål for vedvarende energi



# Hvilke vedvarende energiteknologier har vi til rådighed?

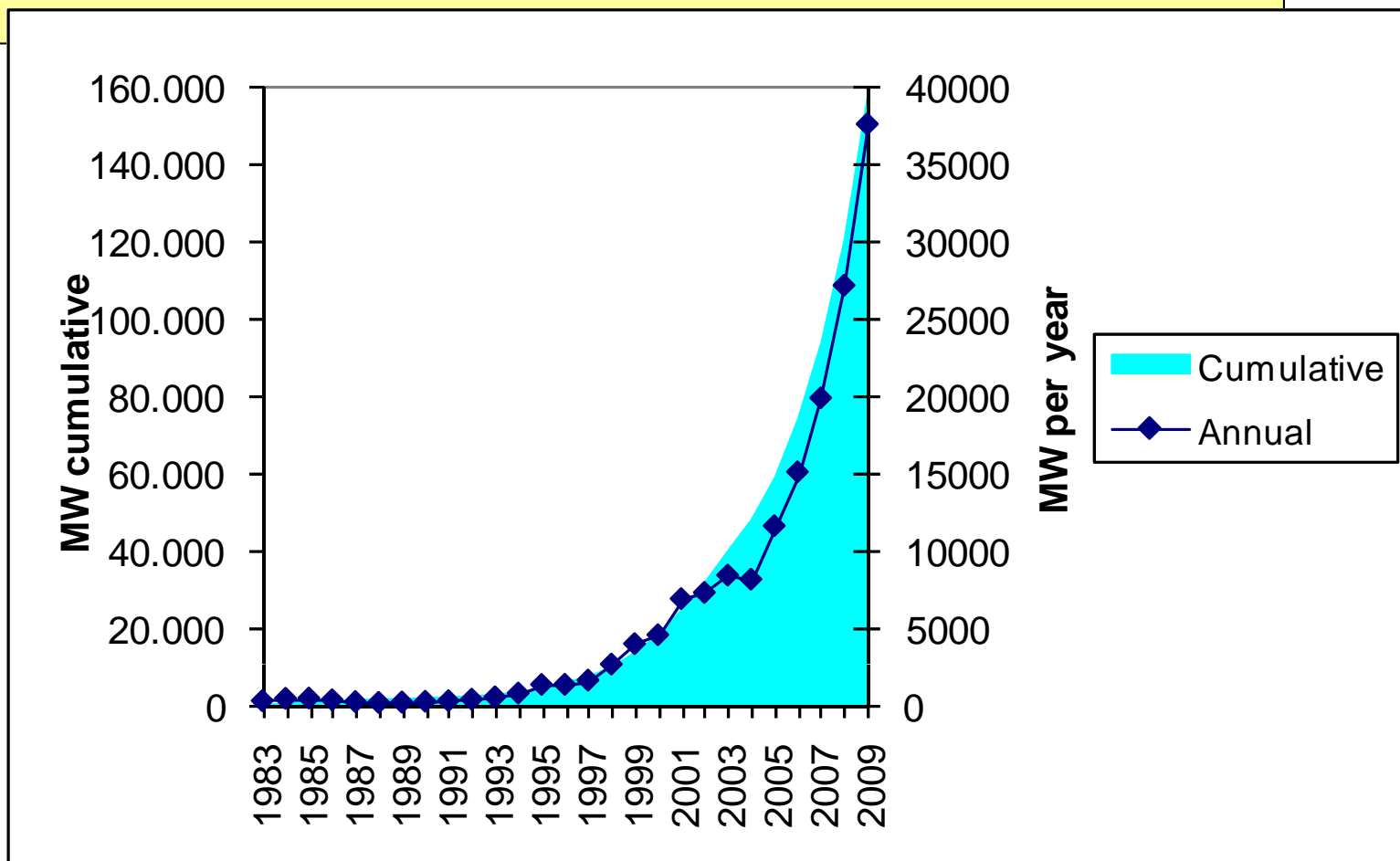
- Vindkraft
  - Land og Offshore
- Solceller
- Biomasse
  - Brændselsceller
  - Forbrænding
  - Bioethanol
- Andet
  - Bølge og tidevand



## To væsentlige krav på længere sigt

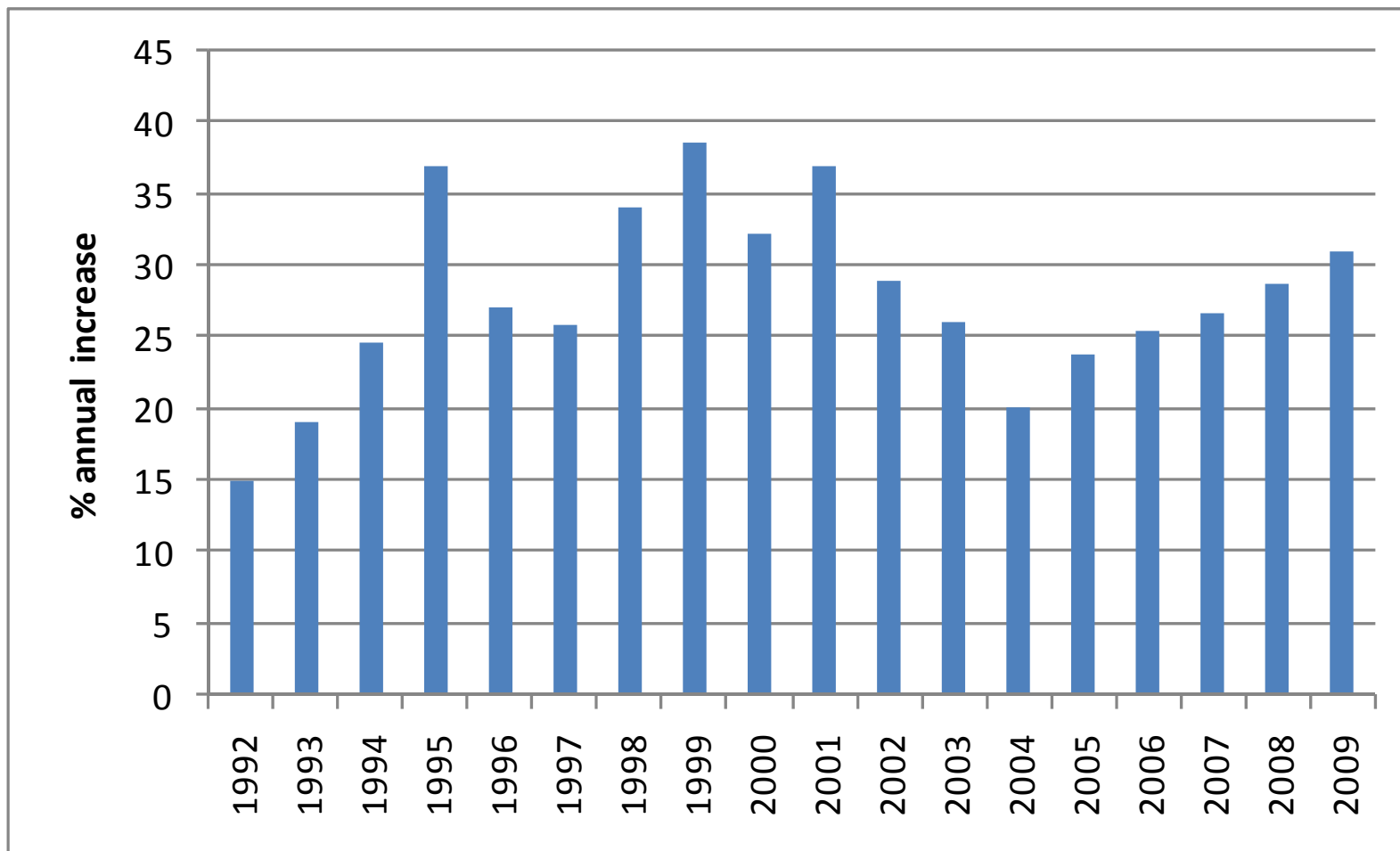
- Vedvarende teknologier skal være økonomisk konkurrencedygtige med konventionelle anlæg
- Vi skal sikre at de integreres i energisystemet på en hensigtsmæssig måde

# Global udvikling af vindkraft

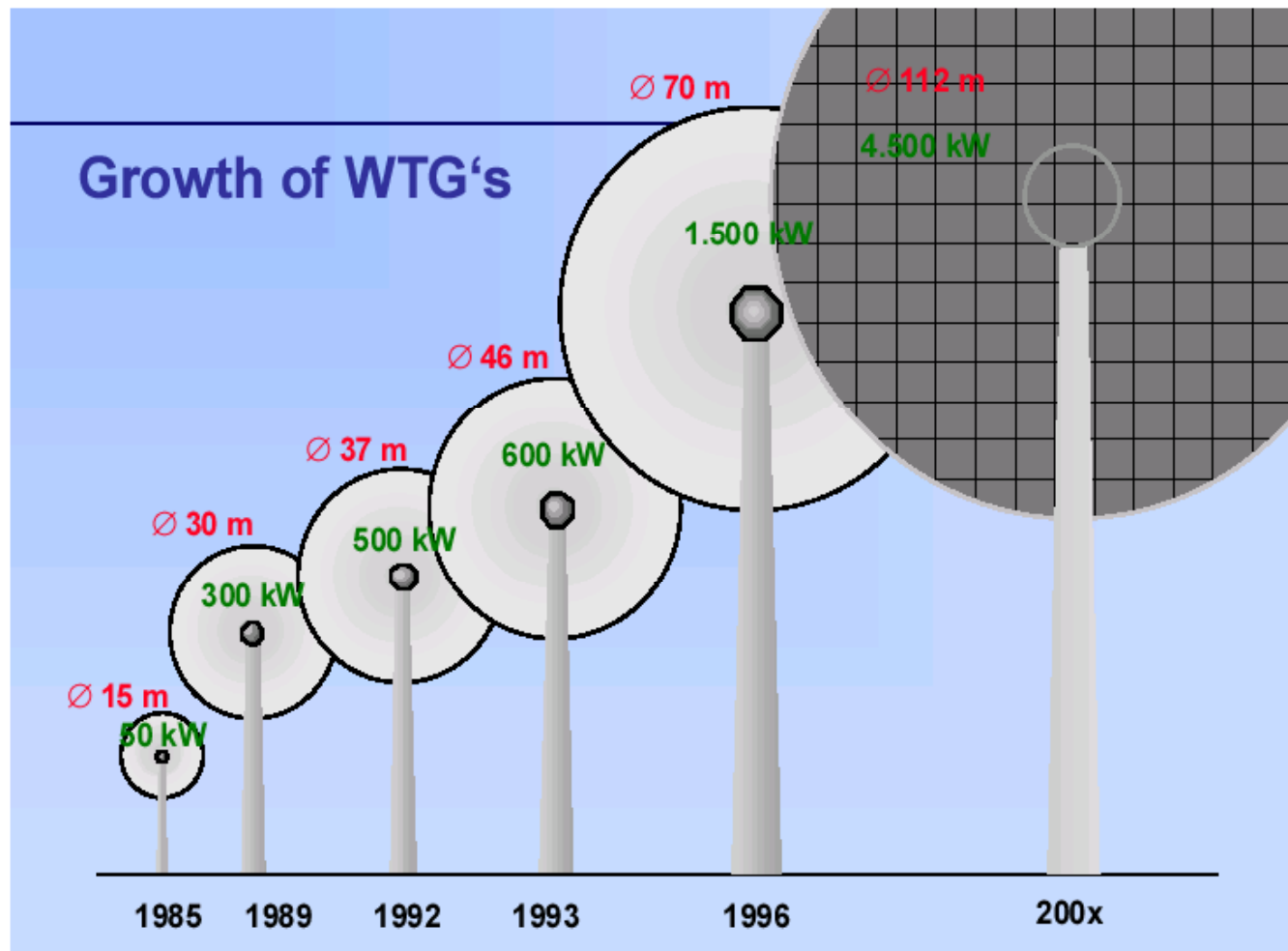




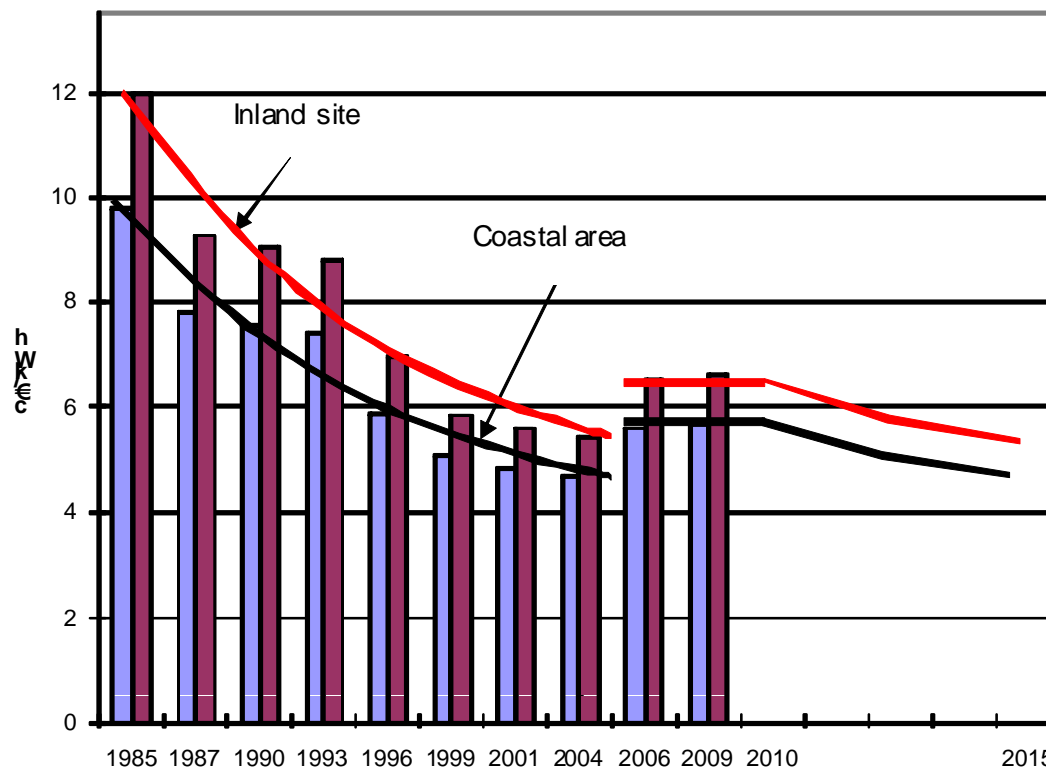
## Den årlige %-vise forøgelse af kapaciteten



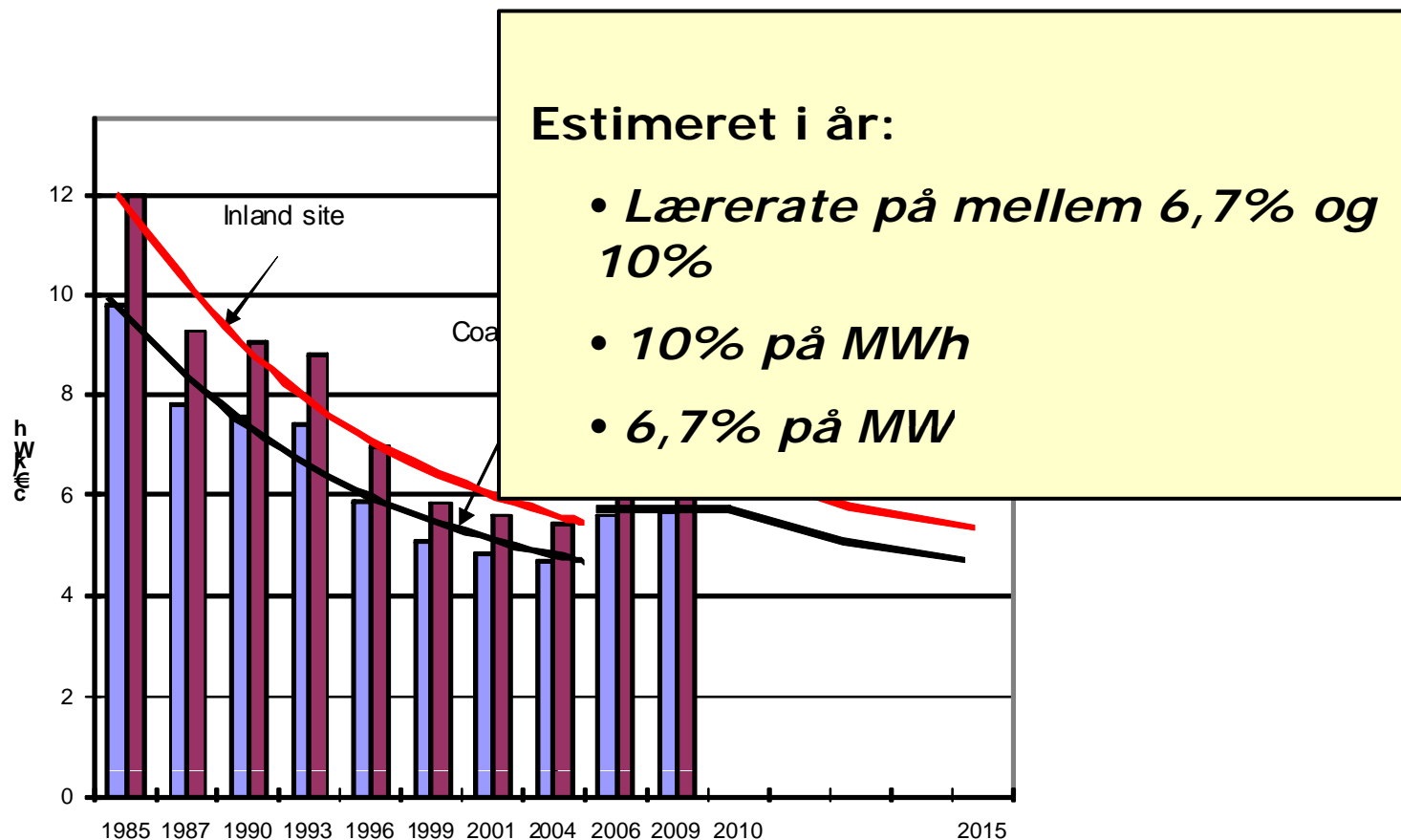
# Mølle størrelse



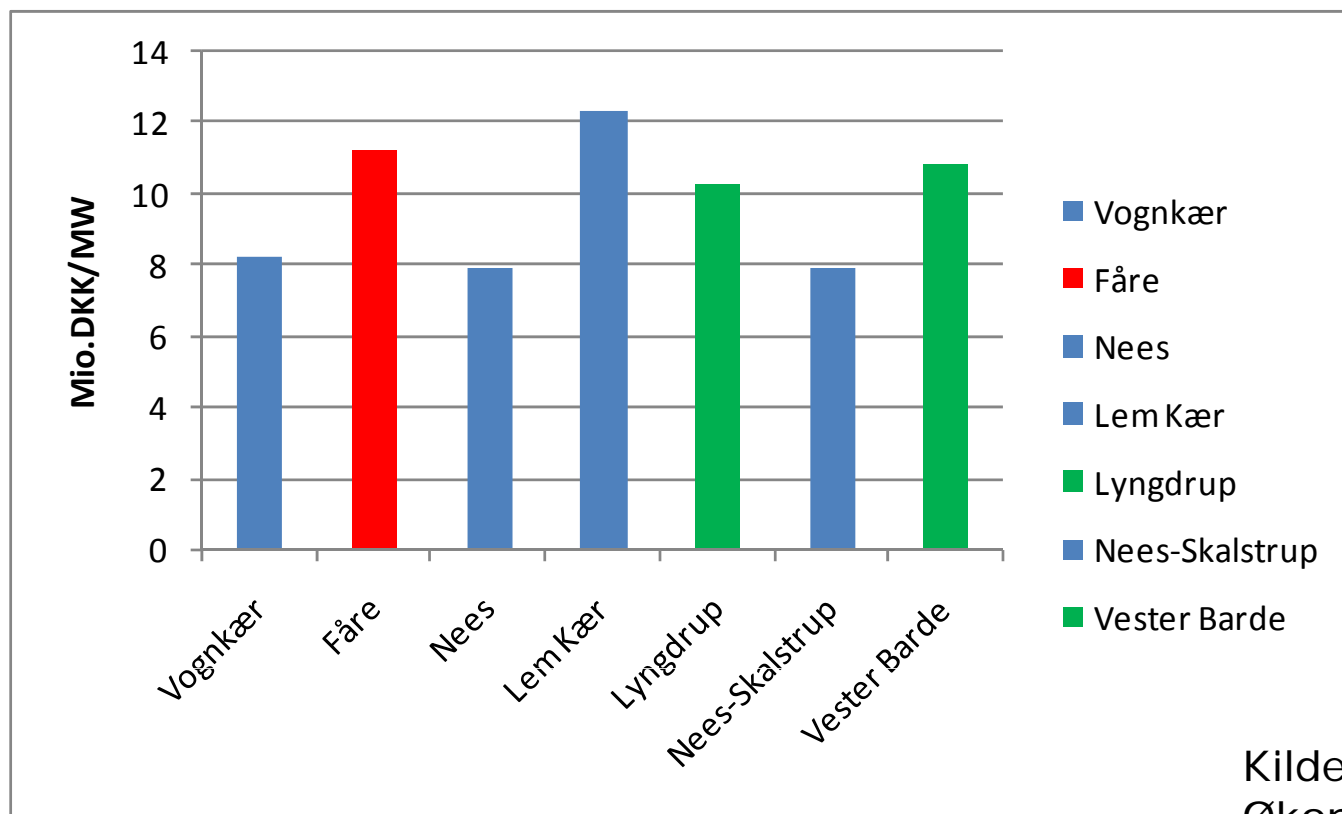
# Lærekurve for vindkraft



# Lærekurve for vindkraft



# 7 nye danske landprojekter



Kilde: Vindmøllers  
Økonomi, UEDP-  
projekt

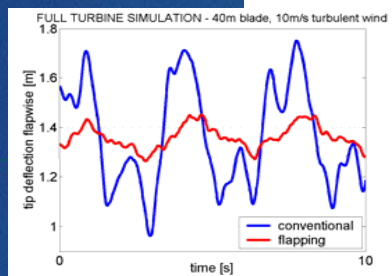
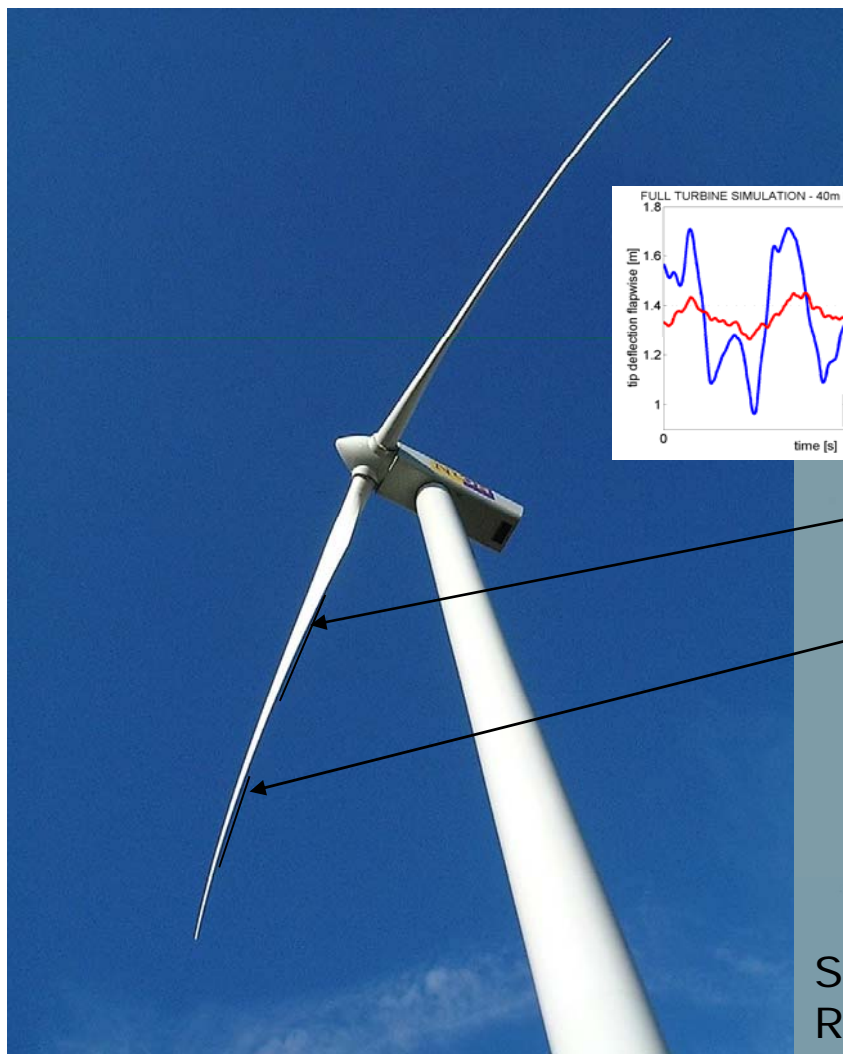
# Vil opskaleringen af vindmøllerne fortsætte?



- **5 MW møllen er der**
  - Rotordiameter på 110-120 m
- **Eksperter i aerodynamik mener ikke der er væsentlige barrierer før de 20 MW**
- **Opskaleringen vil fortsætte de næste 15-20 år**
  - 10 MW i 2010? - rotordiameter på 160 m
  - 20 MW i 2020 - rotordiameter på 220 m
- **Måske vil vi se 30-40 MW møller**
  - Fortsat teknologisk udvikling
  - Infrastruktur kan blive begrænsende
- **Men udviklingen går klart mere langsomt end tidligere**
  - Pålidelighed er i fokus!!!

# Smart kant kontrol - flaps

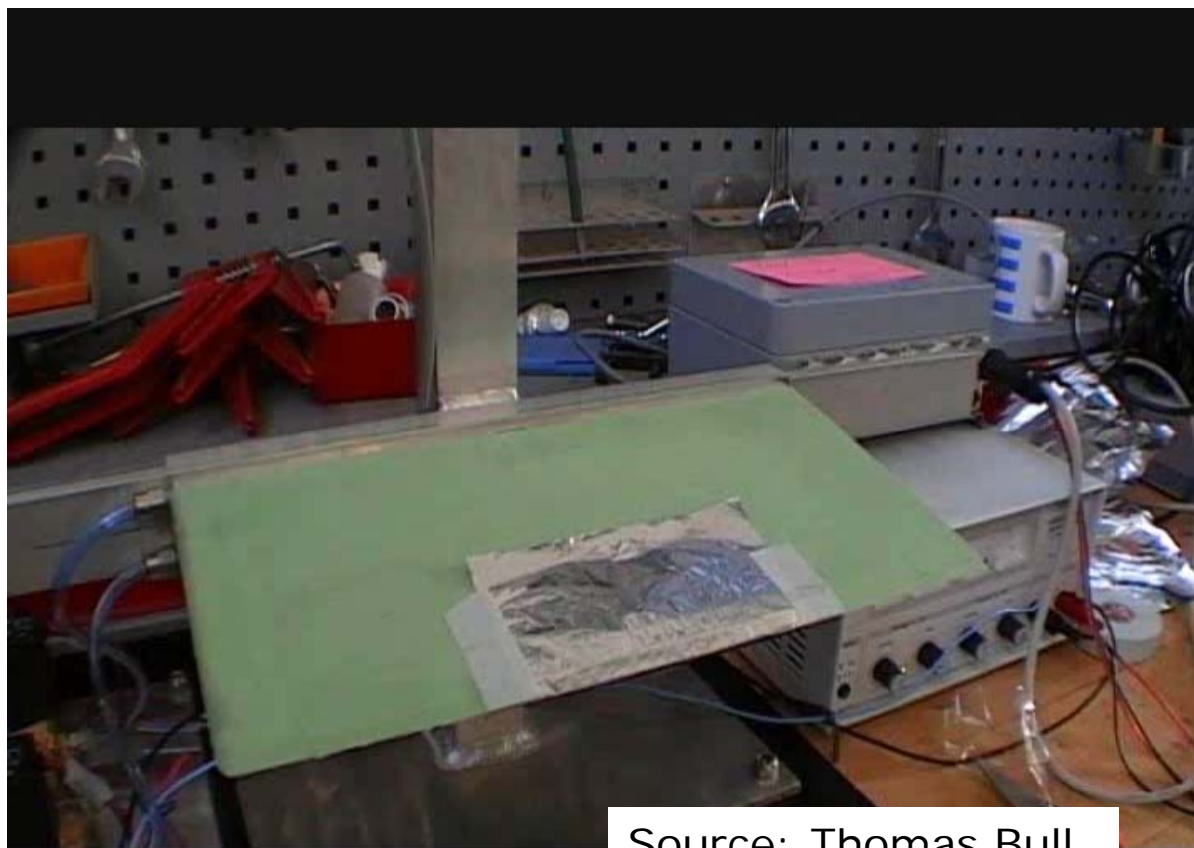
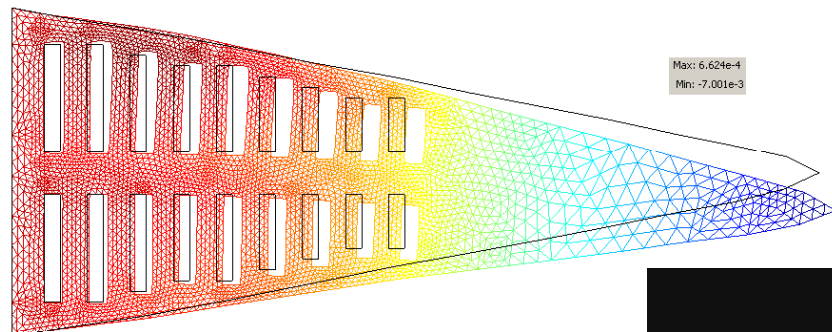
20-40% reduktion i vinge- og tårn-belastninger



”Smart” material variable trailing edge flap

Source: Thomas Bull, Risø DTU

# Gummi flaps – styret med trykluft



Source: Thomas Bull,  
Risø DTU



## Måling af vinden

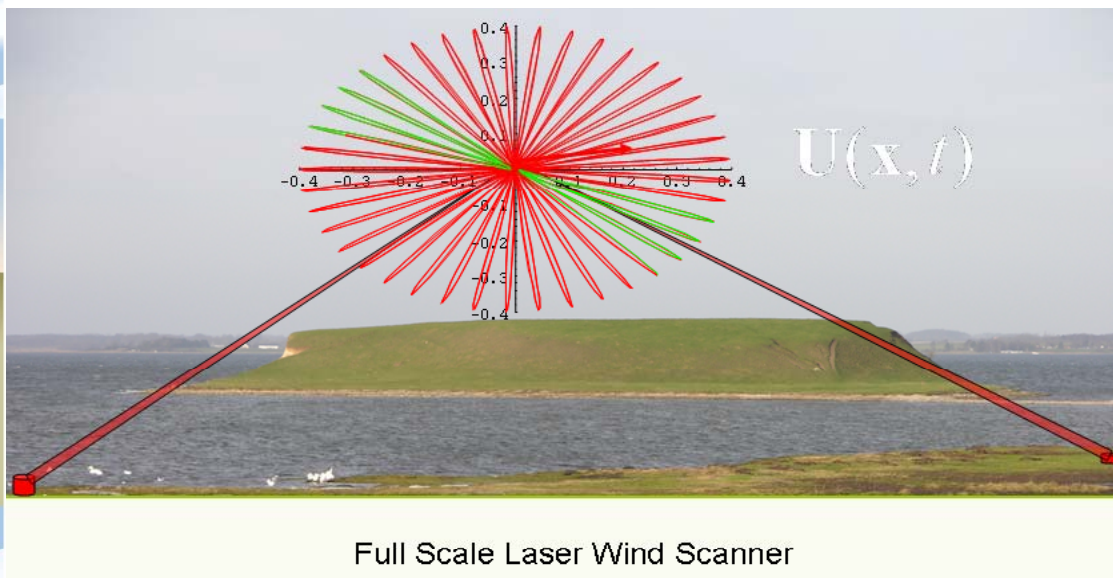
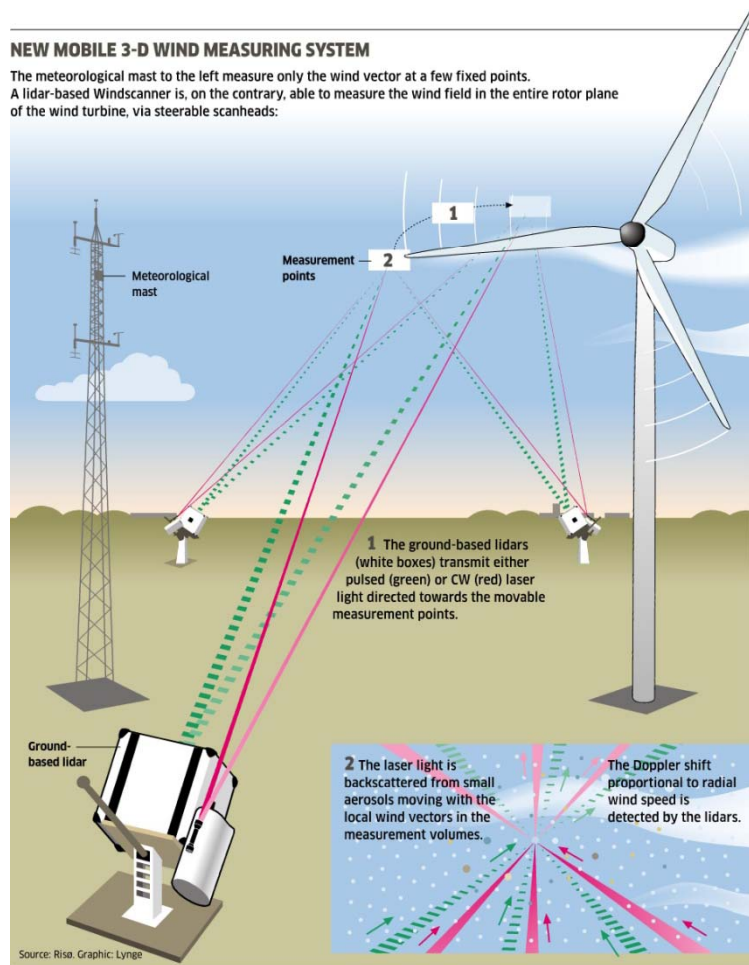


Høvsøre 116 m  
Meteorology mast

ZephIR LIDAR

Source: Thomas Bull,  
Risø DTU

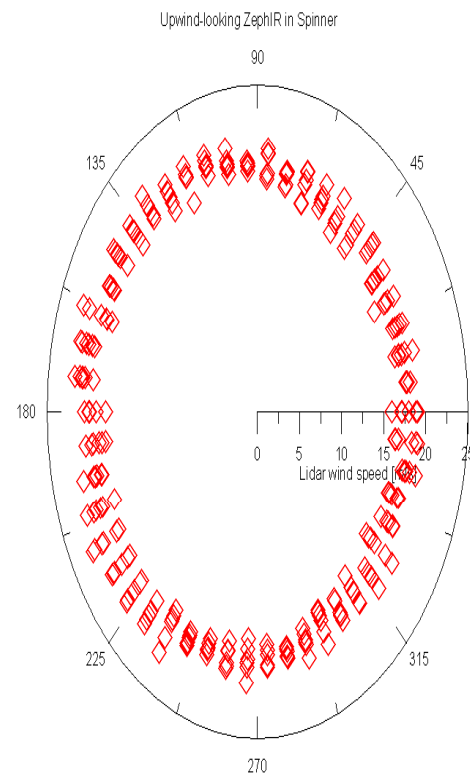
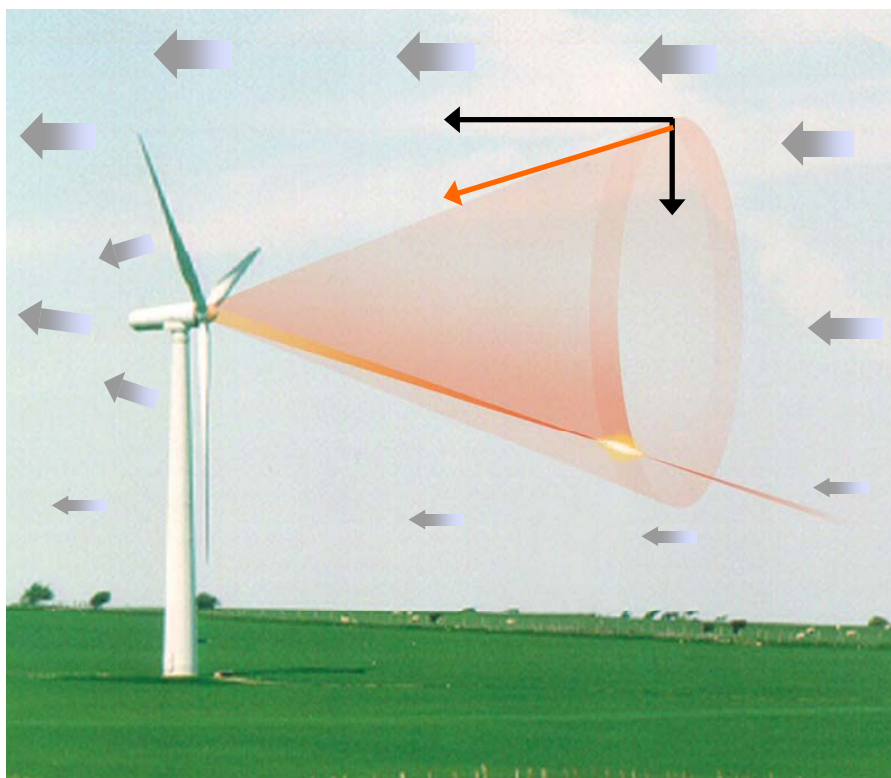
# Risø DTU's WINDSCANNER baseret på 3-dimensionel scanning:



Source: Thomas Bull, Risø DTU

# WINDSCANNER:

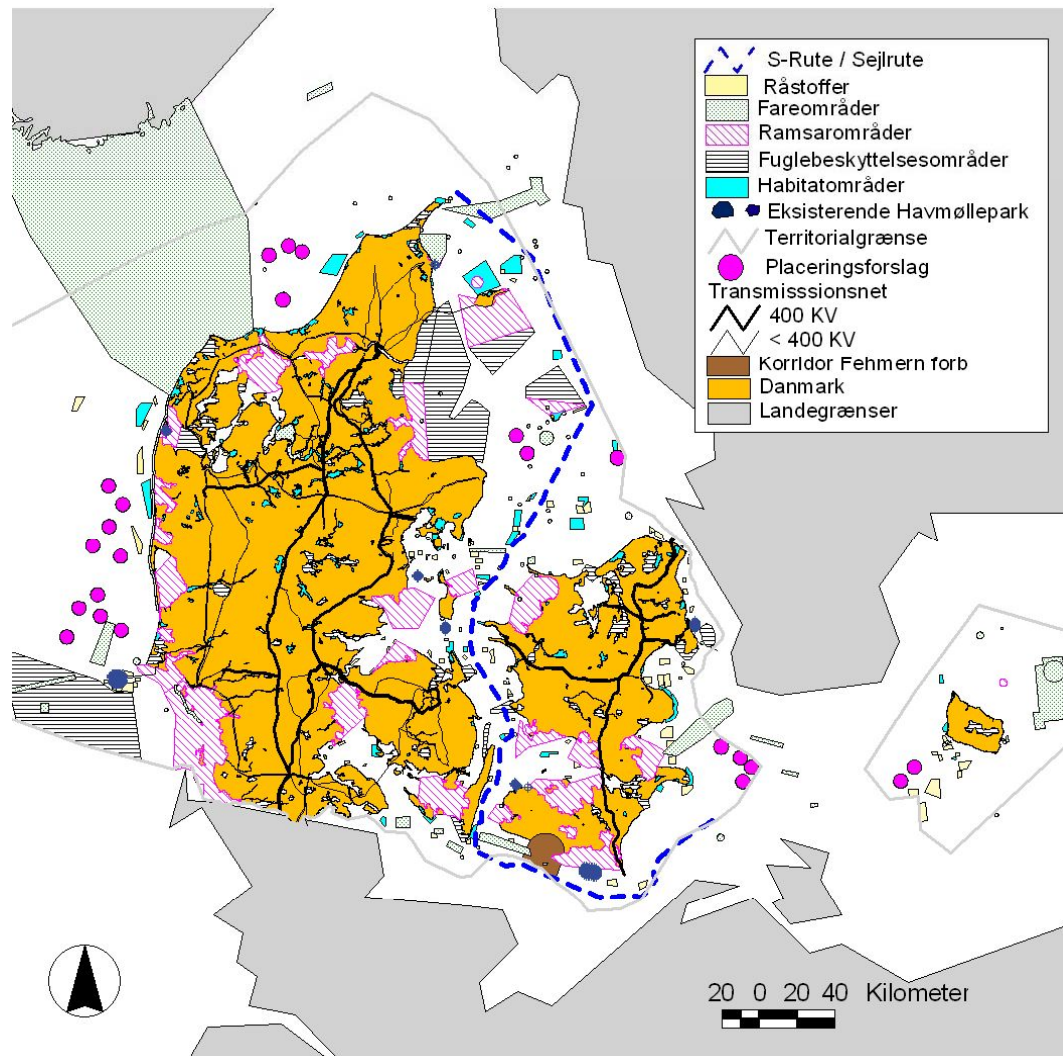
Pro-active wind turbine control from upwind measurements by lidars integrated in the nacelle... :



Source: Thomas Bull,  
Risø DTU



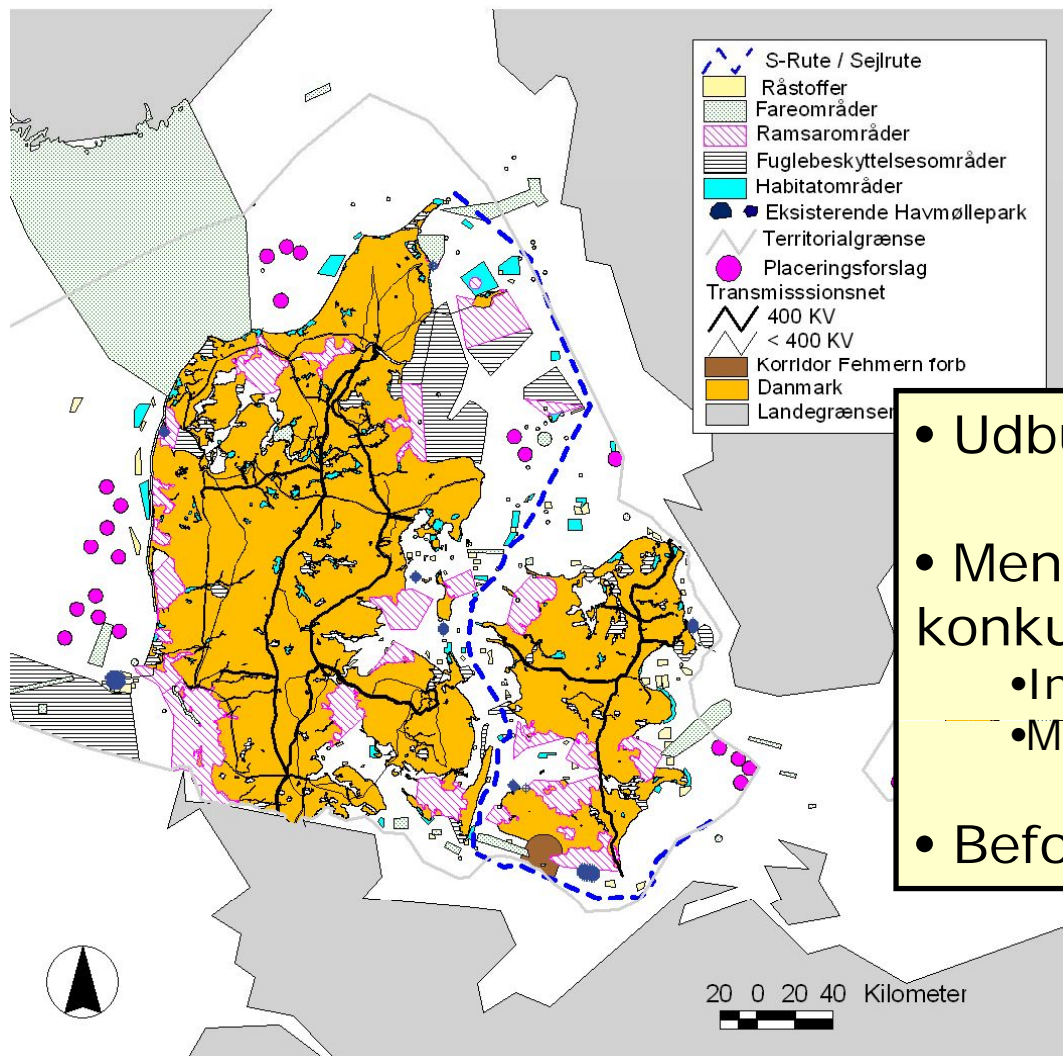
# I danske farvande



- 23 steder af 200 MW er identificeret
- 4600 MW
- Svarer til 8 % of den samlede energiefterspørgsel eller 50% af el-efterspørgslen

Kilde: Energistyrelsen

# I danske farvande



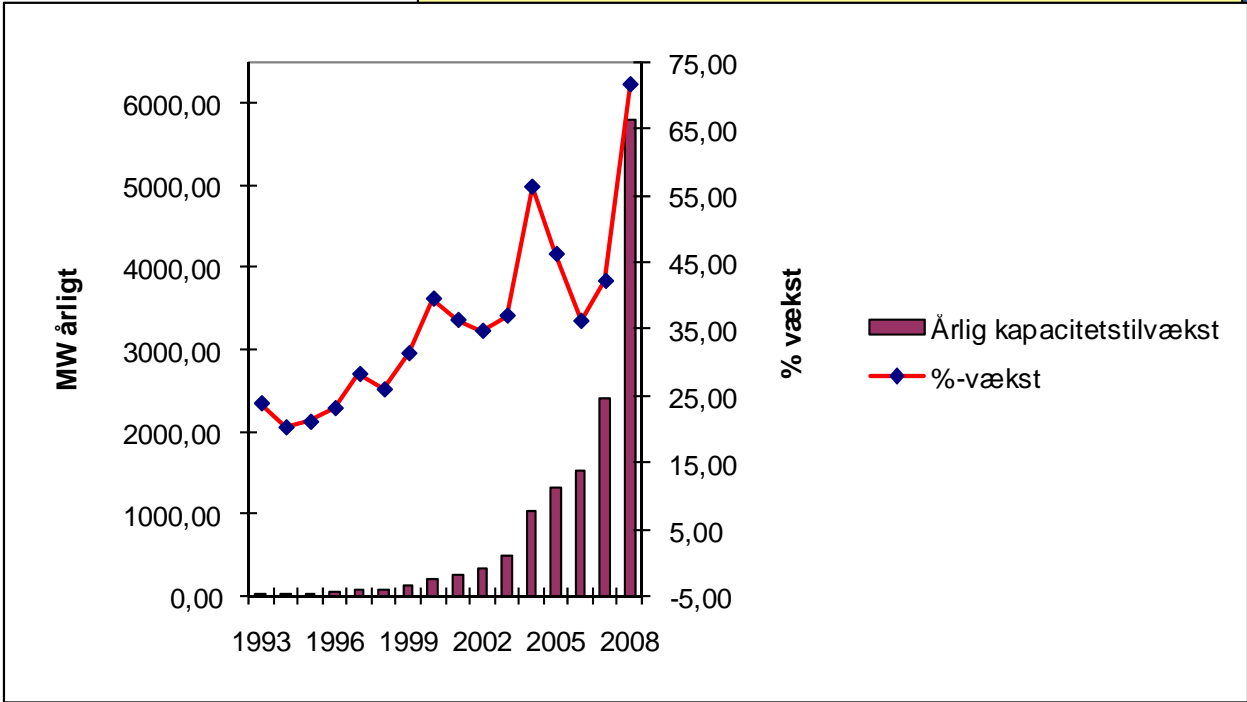
- 23 steder af 200 MW er identificeret
- 4600 MW

- Udbudsmodellen er god
- Men vi skal sikre ordentlig konkurrence i udbuddene
  - Infrastruktur på plads
  - Mindre projekter
- Befolkningen skal deltage

Kilde: Energistyrelsen

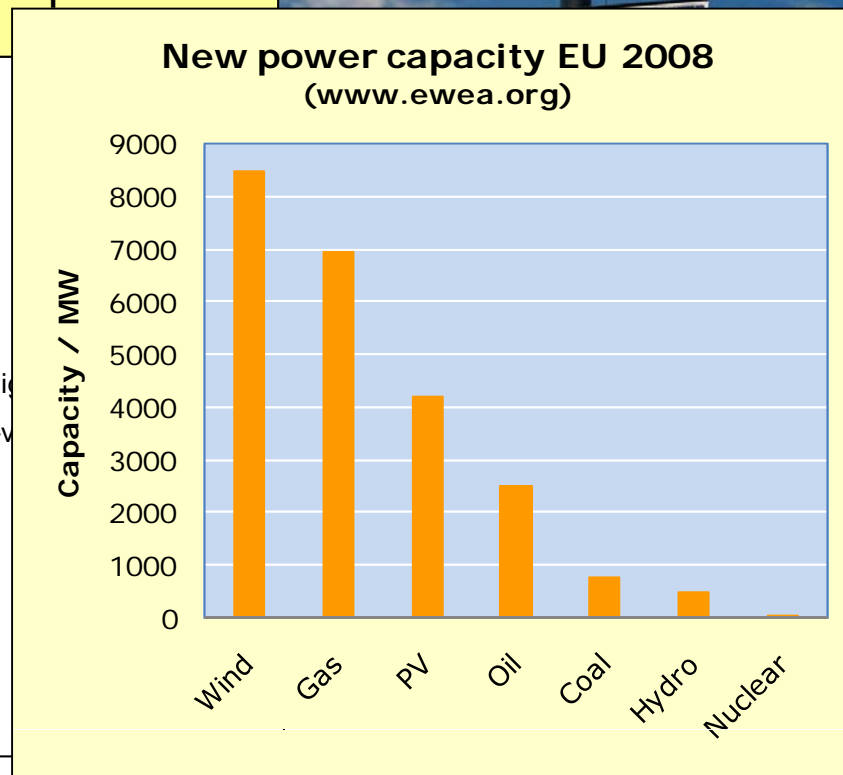
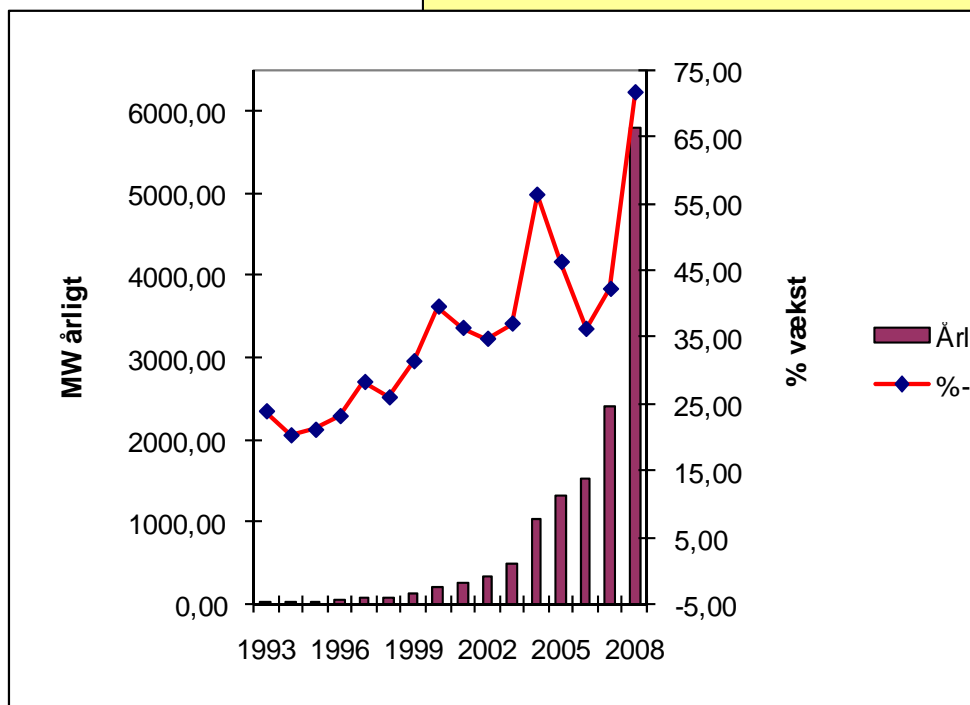
# Solceller: Stærk tilvækst i installeret kapacitet

## Årlig vækst i solcelle-kapacitet



# Stærk tilvækst i installeret kapacitet

## Årlig vækst i solcelle-kapacitet



# Solceller – PVs

## • Fordele

- Modularitet
- Ingen emissioner
- Lave drifts-omkostninger
- Høj pålidelighed
- Lang levetid

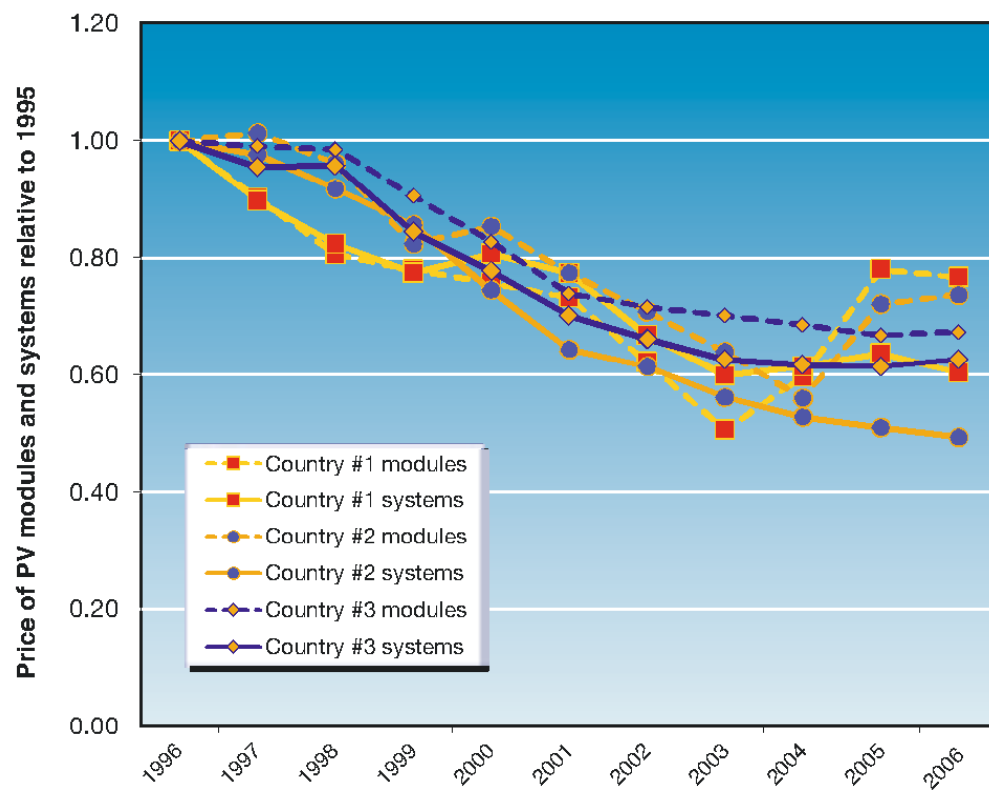
## • Ulemper

- Høje omkostninger
- Lav effektivitet

Area	kWh/m <sup>2</sup> /Year
Denmark	1000
South Europe	1500-1800
Japan	1500
U.S.A.	1500-2200
South America	1500-2200
Afrika	1800-2200
Saudi-Arabia	2500



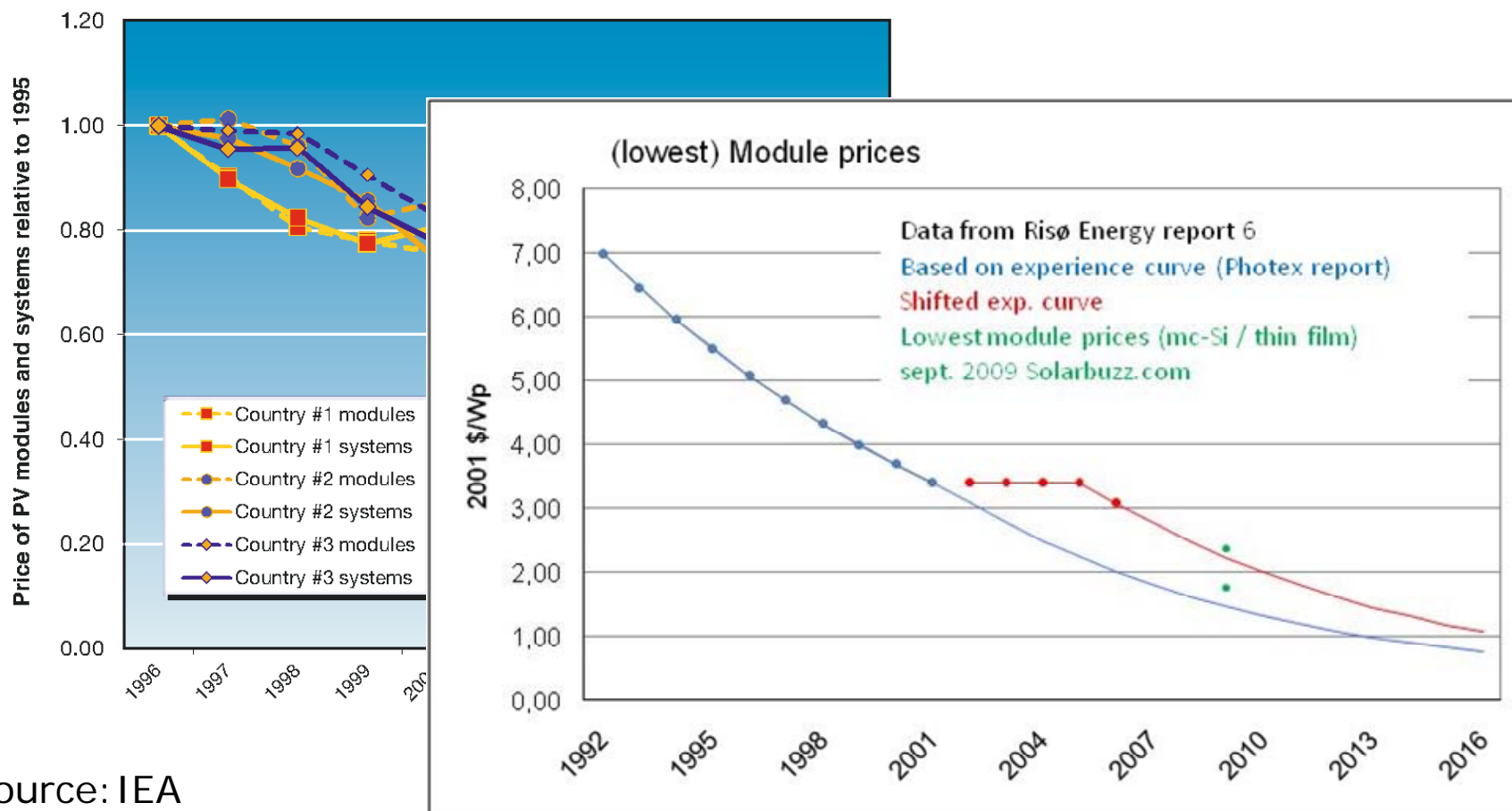
# Udvikling i PV-priser



Source: IEA

Kilde: Peter Sommer-Larsen & Poul Erik Morthorst, Risø DTU

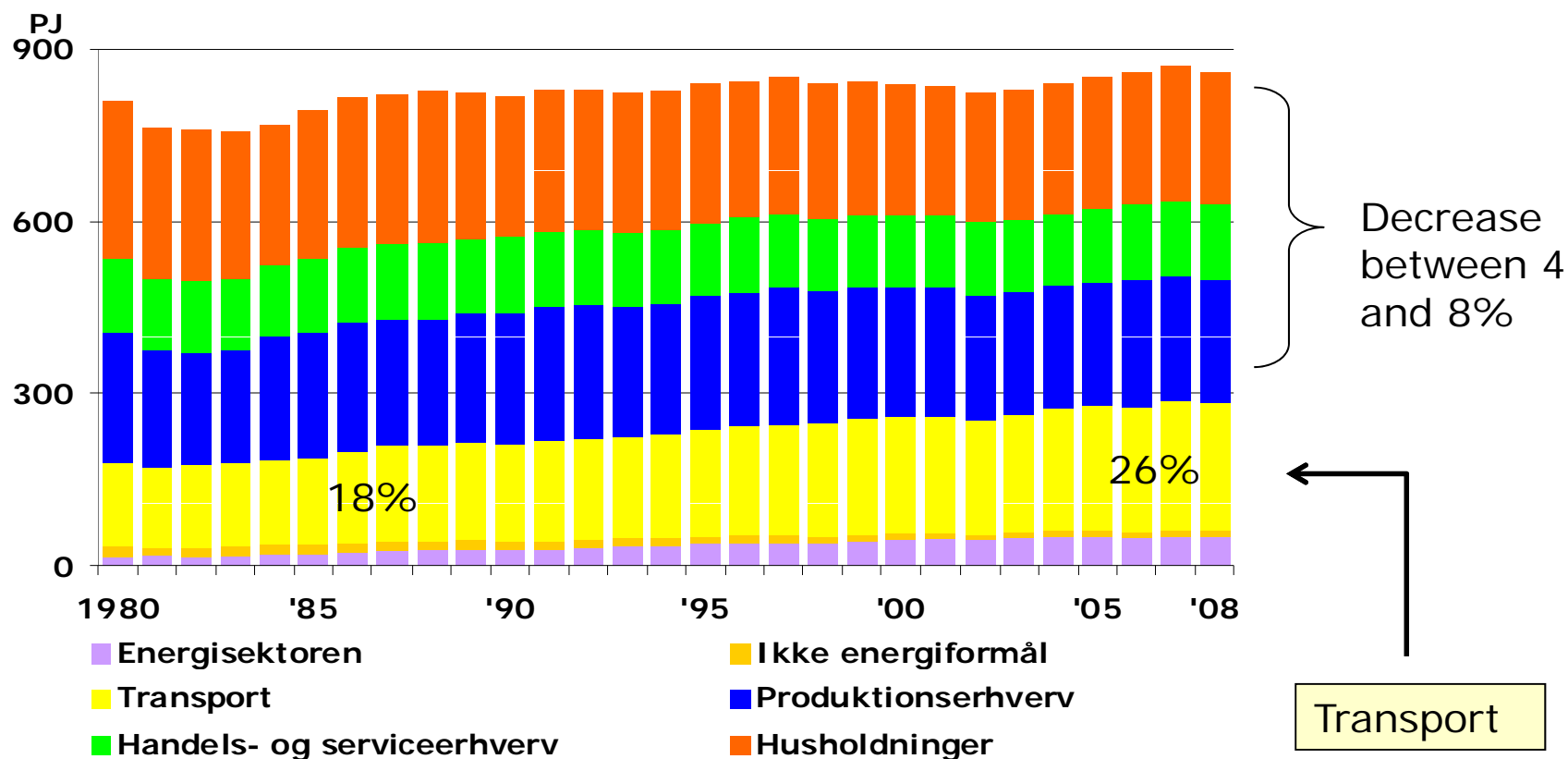
# Udvikling i PV-priser



Source: IEA

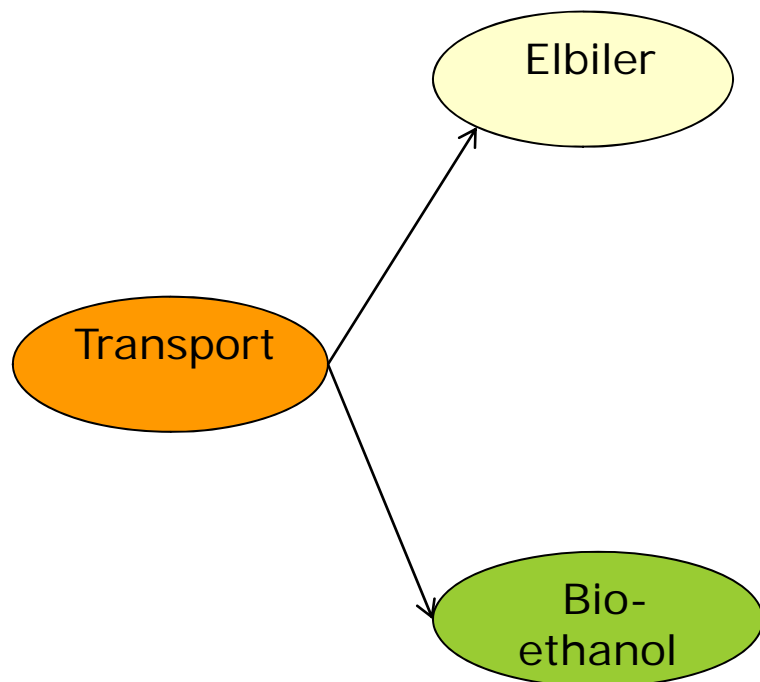
Kilde: Peter Sommer-Larsen & Poul Erik Morthorst, Risø DTU

# Bruttoenergiforbrug - Transport



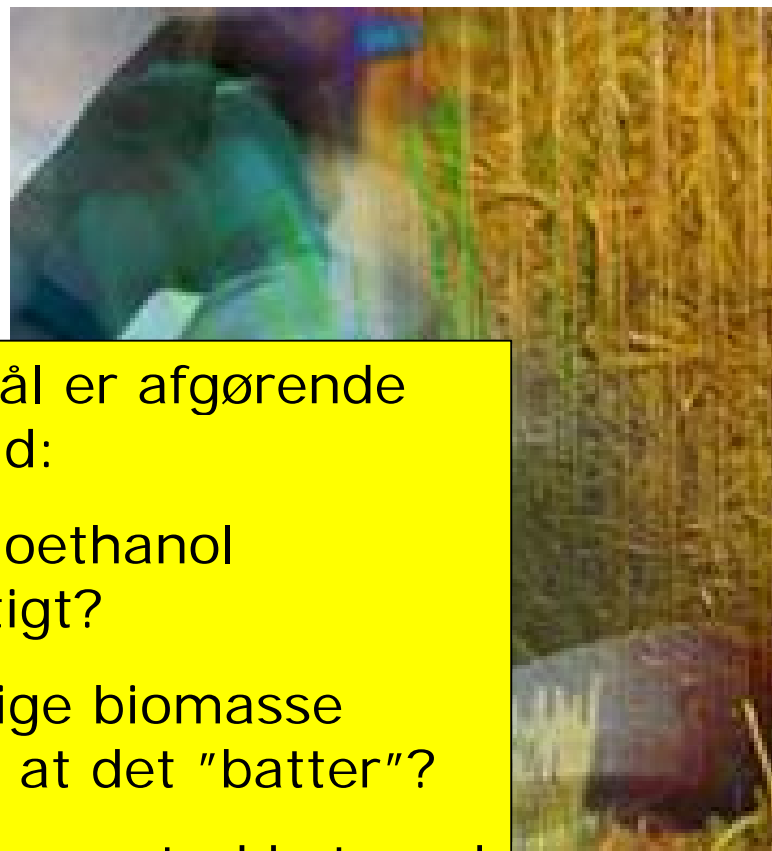
Source: The Danish Energy Authorities

# Transport



# Bioethanol

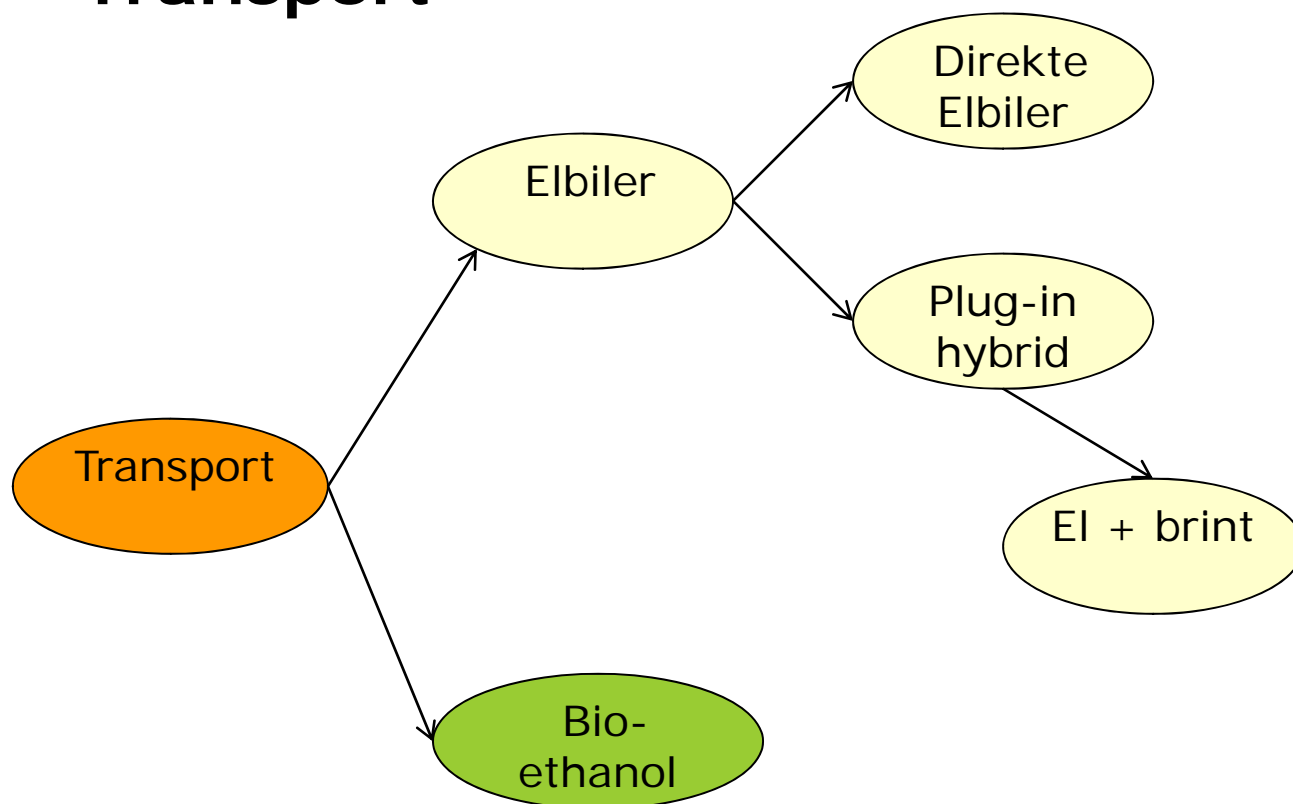
- Production of bio ethanol for the transport sector
- 2nd generation technology utilising surplus biomass and waste material



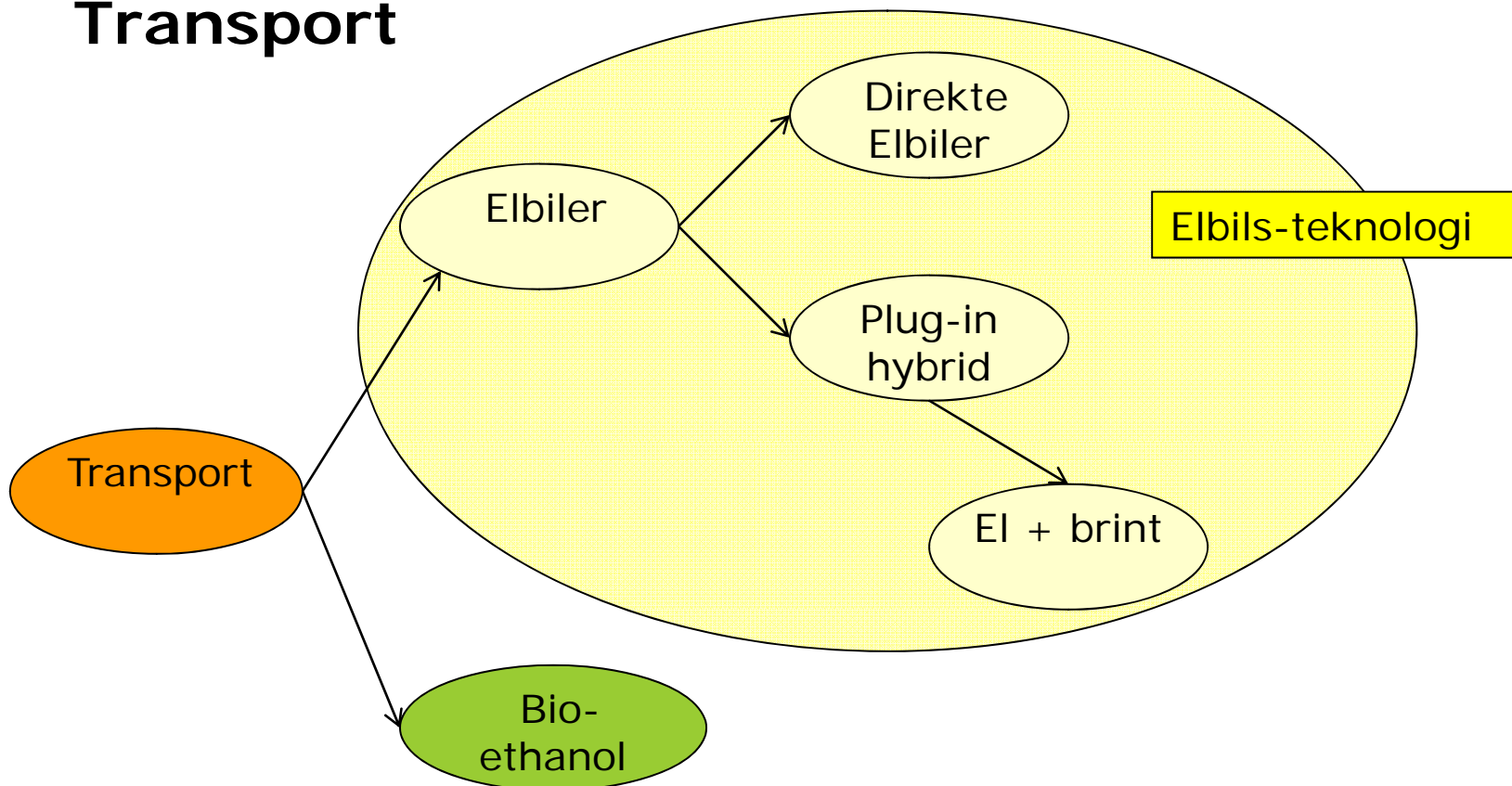
Tre væsentlige spørgsmål er afgørende for bioethanolens fremtid:

1. Kan 2.generations bioethanol produceres bæredygtigt?
2. Har vi de tilstrækkelige biomasse ressourcer til at sikre at det "batter"?
3. Bliver prisen på biomasse trukket med op af olieprisen og konkurrencen inden for fødevarerektoren?

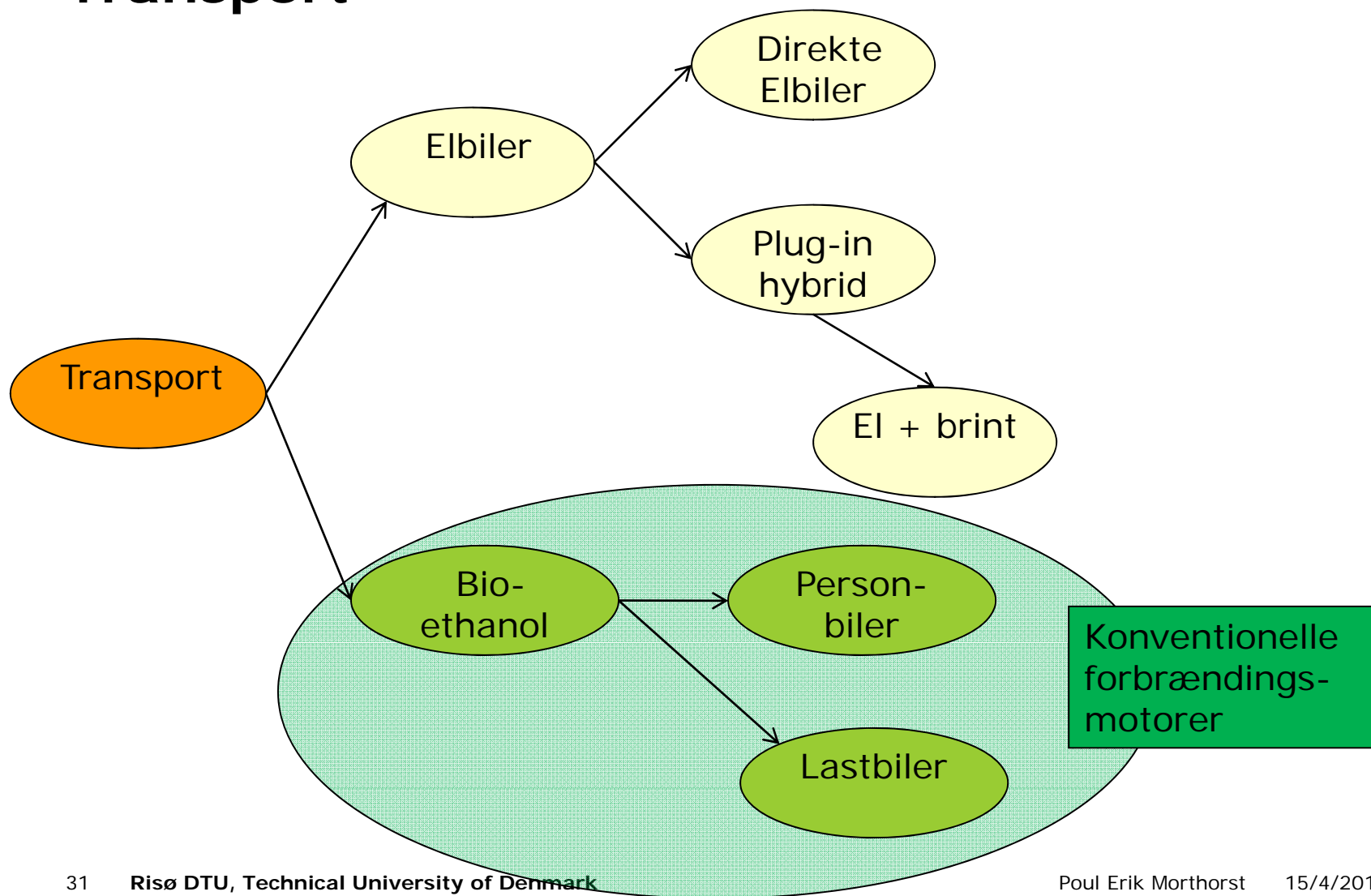
# Transport



# Transport

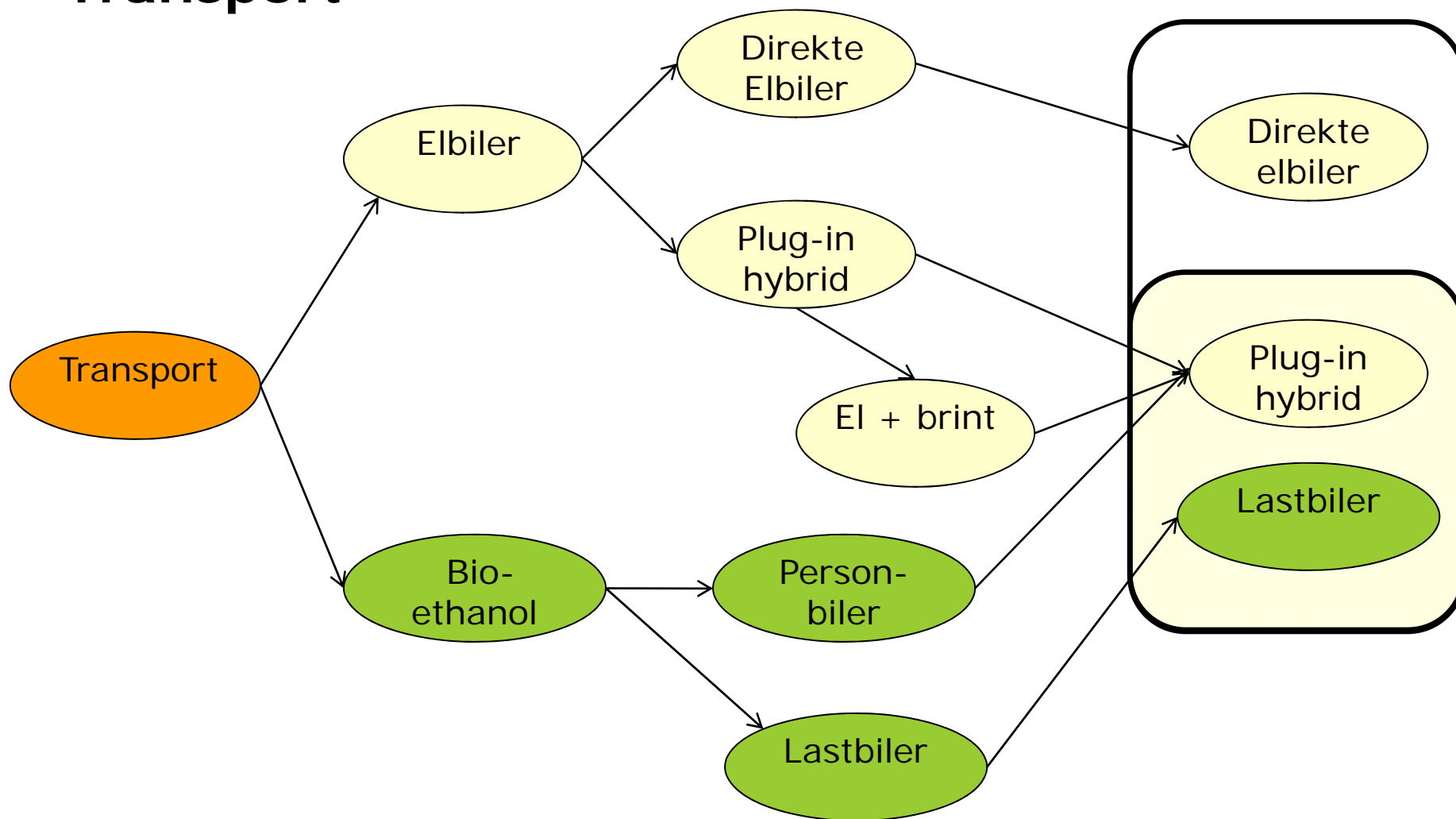


# Transport





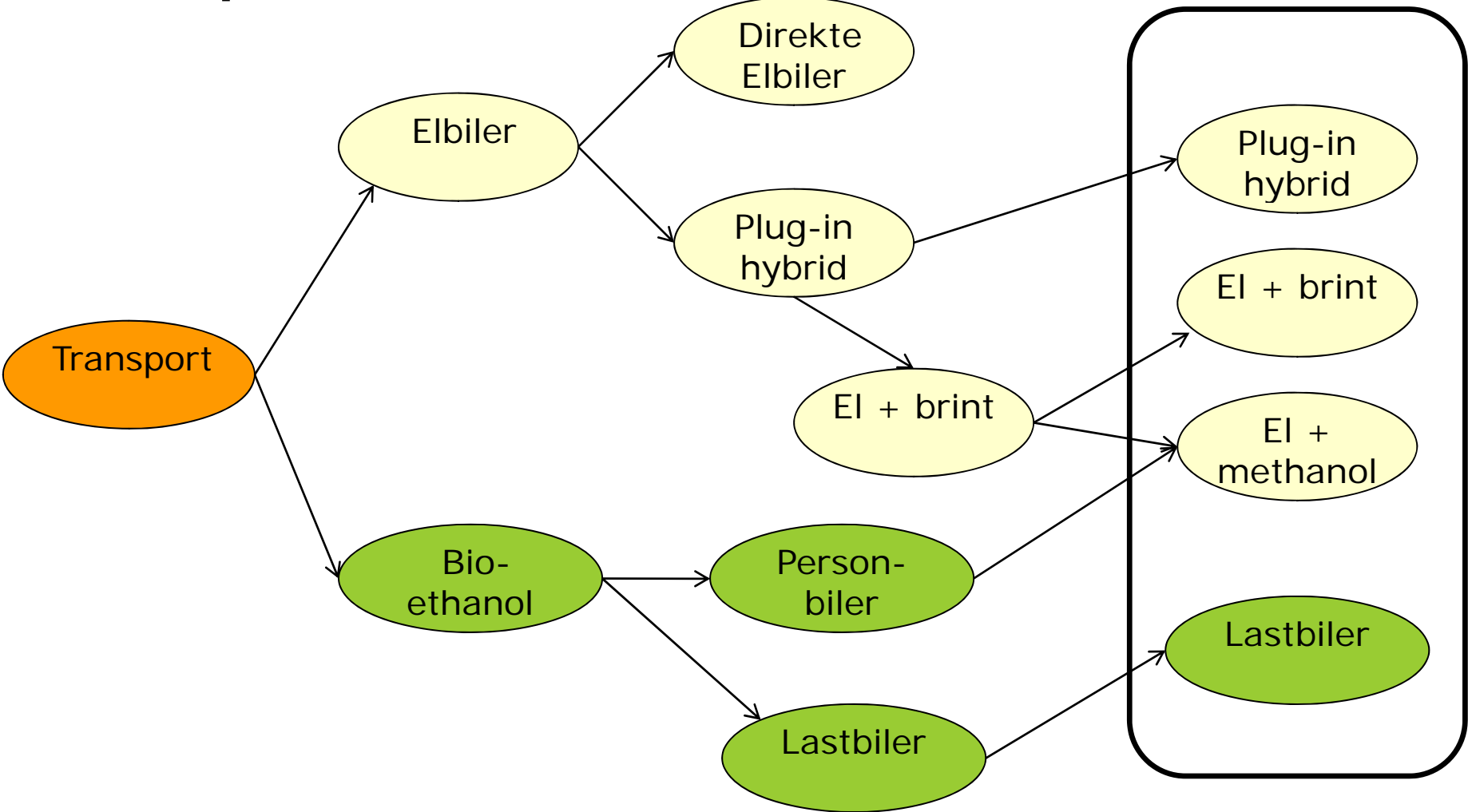
# Transport



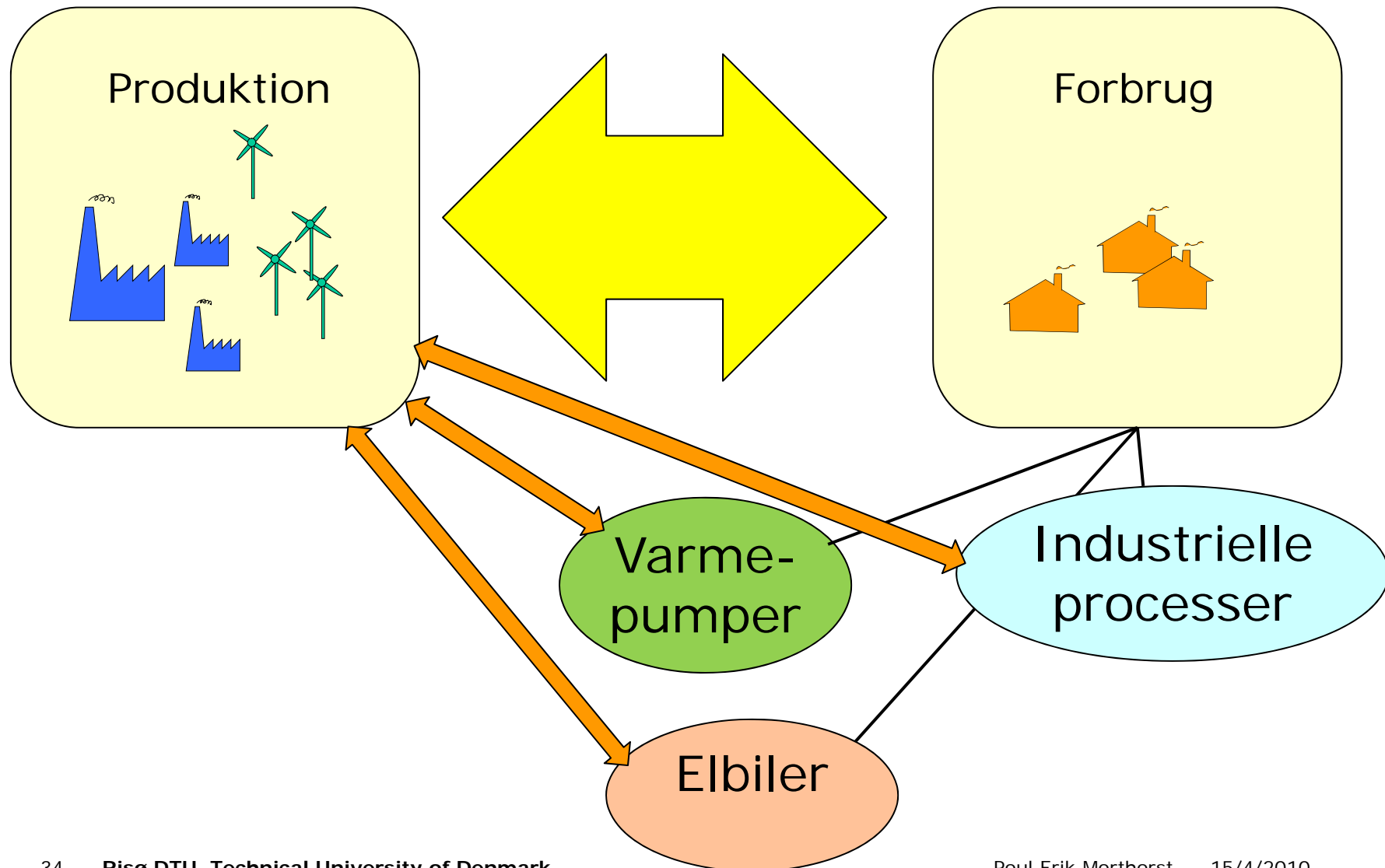
Ingen store  
gennembrud i Batteri-  
teknologien



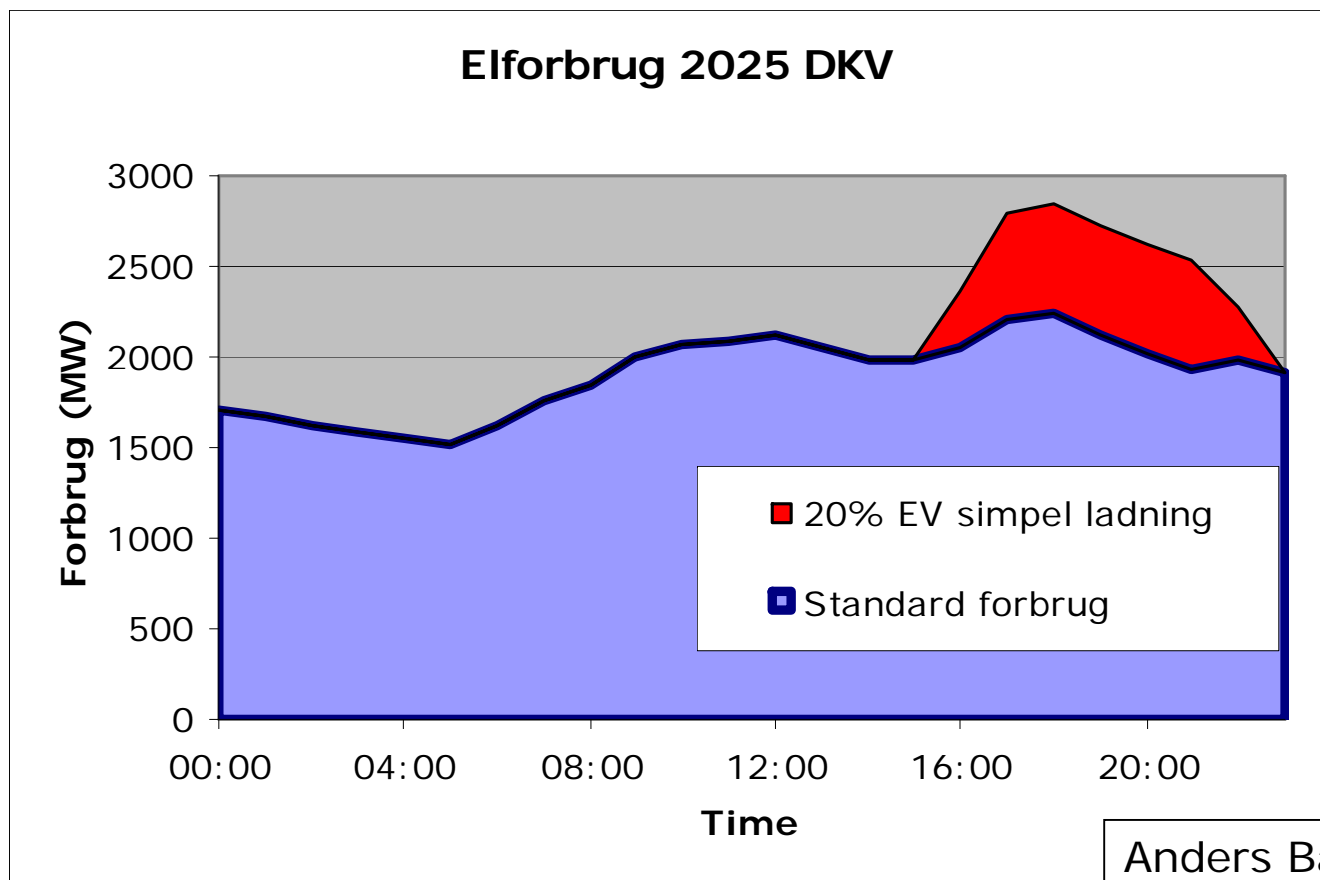
# Transport



# Smart Grid

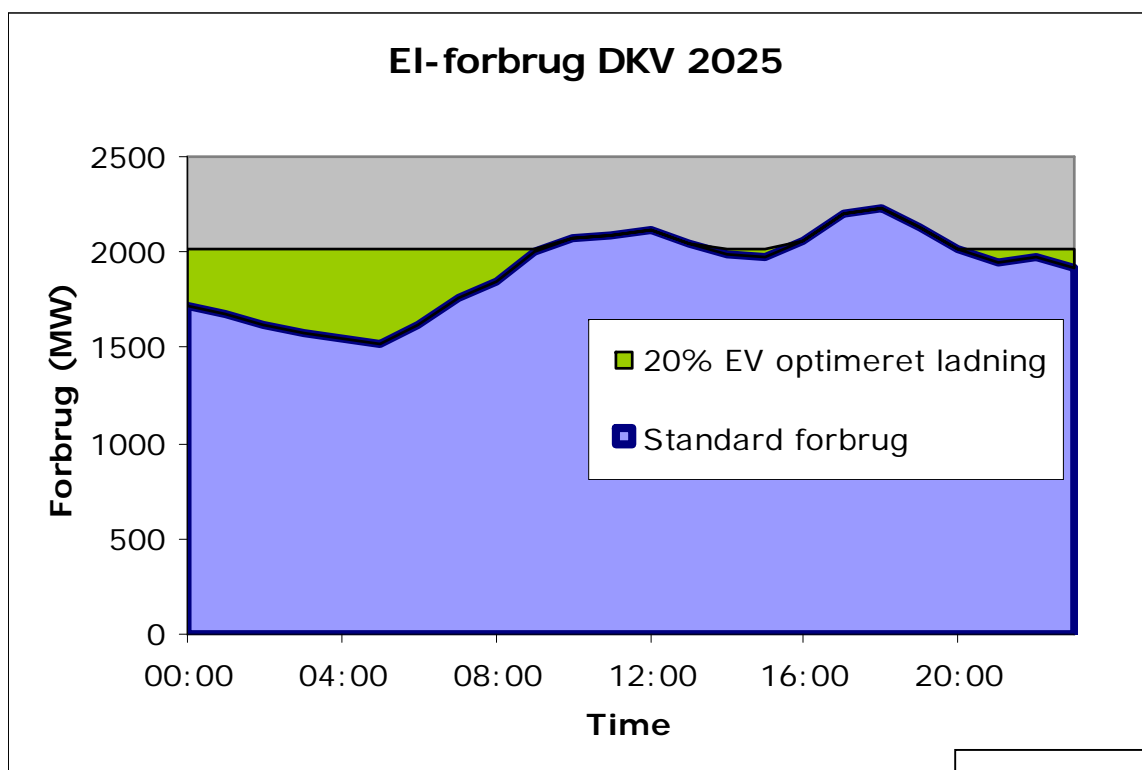


# Simple Charging of Electric Vehicles



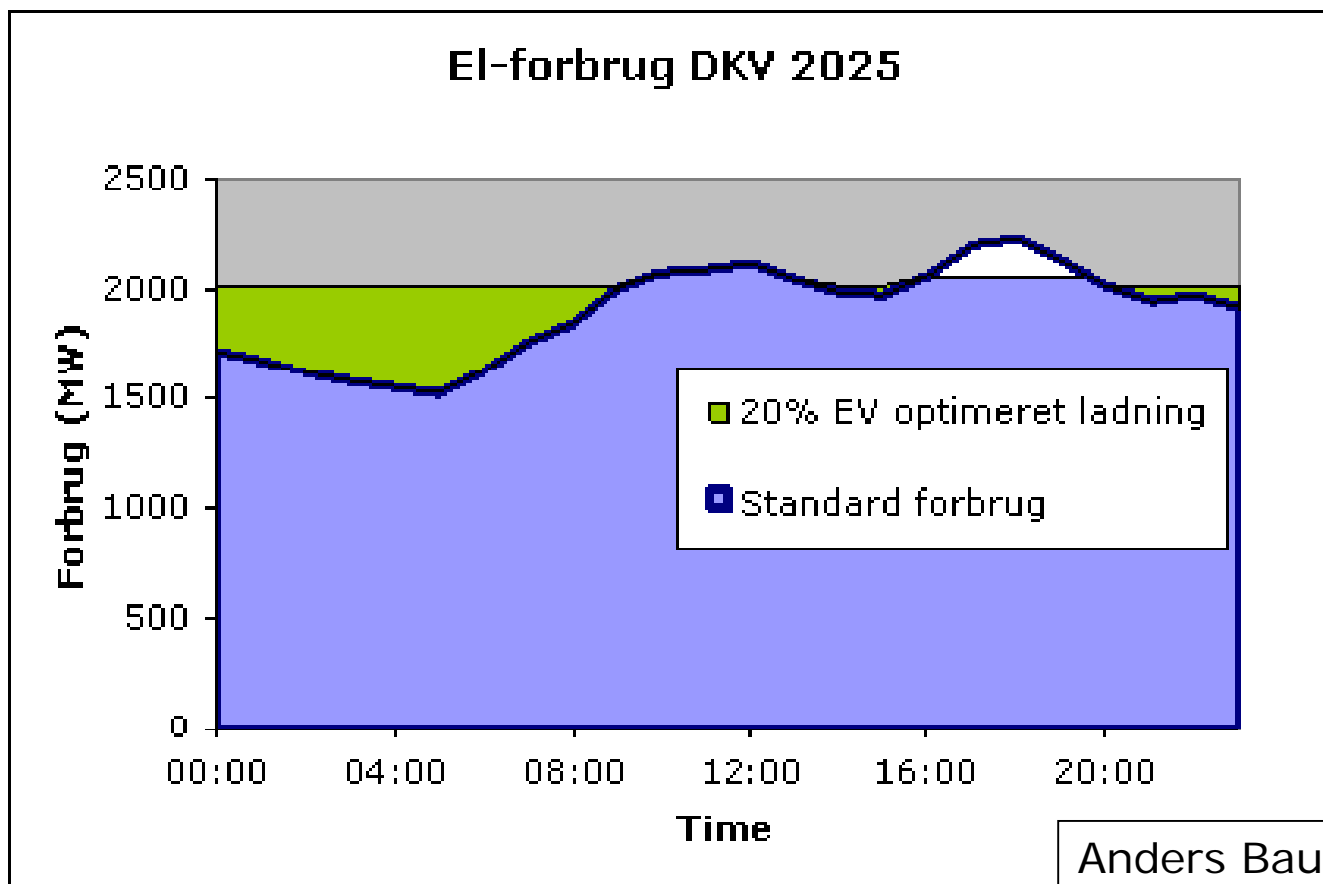
Anders Baunhøj Hansen,  
Energinet.dk

# Billigste Opladning af Elbiler



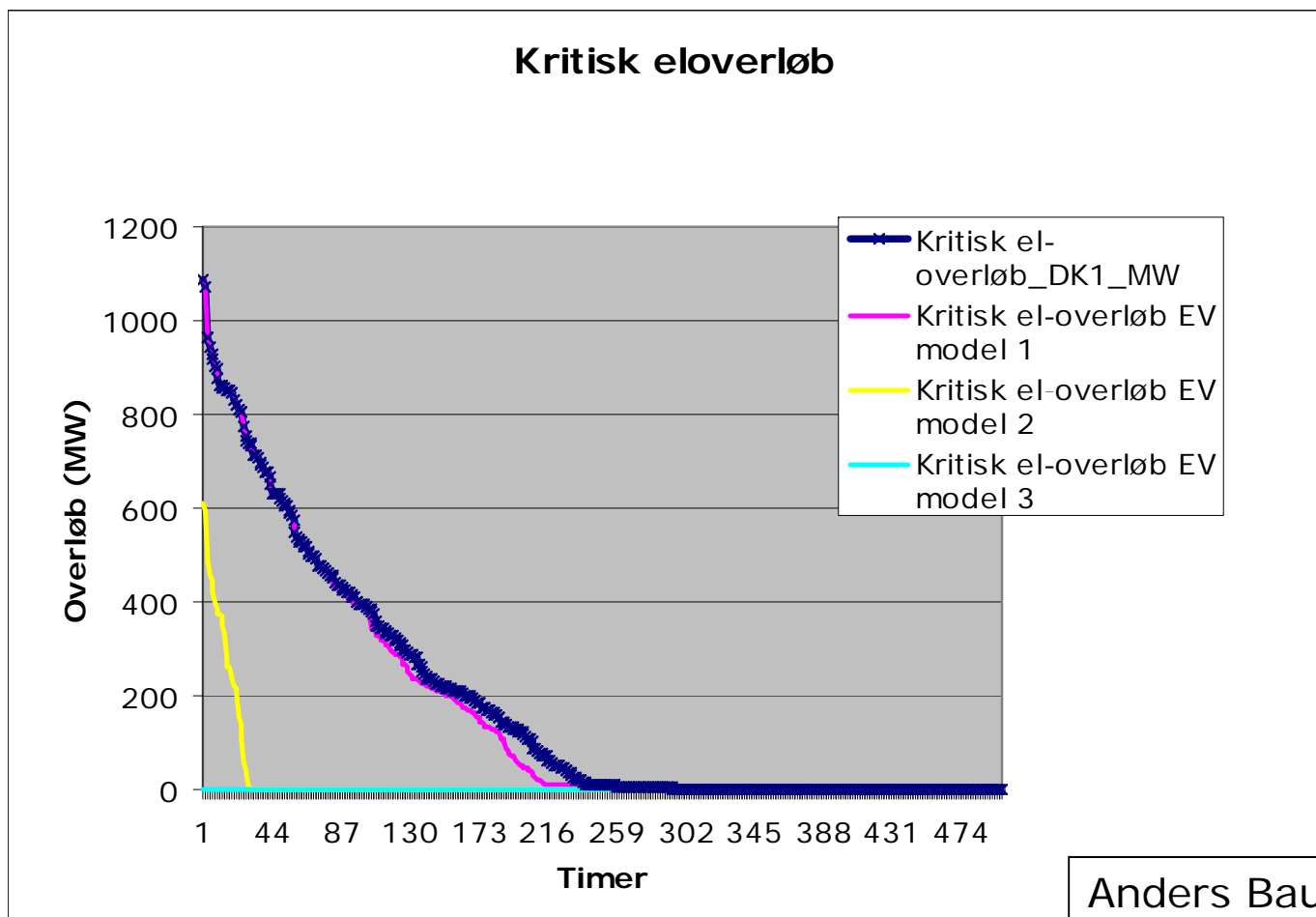
Anders Baunhøj Hansen,  
Energinet.dk

# Optimeret Opladning/afladning af Elbiler



Anders Baunhøj Hansen,  
Energinet.dk

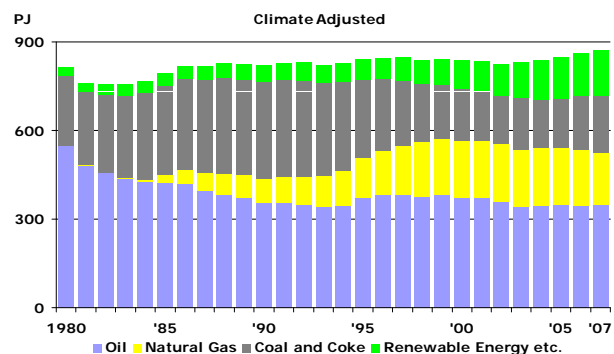
# Betydning for kritisk el-overløb år 2025



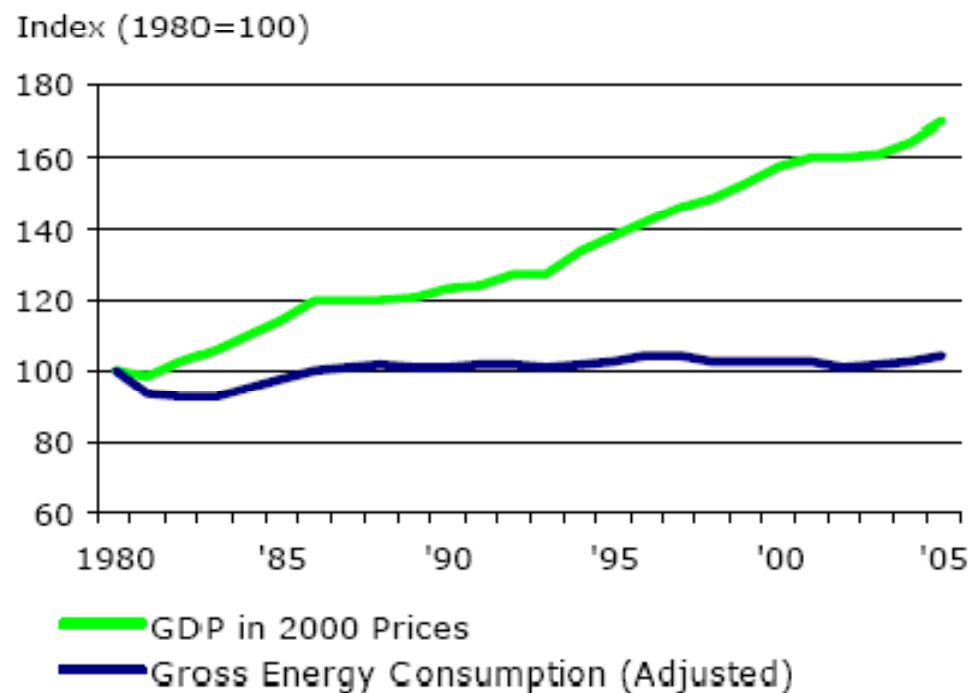
Anders Baunhøj Hansen,  
Energinet.dk

# Konstant energiforbrug på trods af kraftige stigninger i BNP

Gross Energy Consumption by Fuel



GDP and Gross Energy Consumption



Source: The Danish Energy Authorities



# Konklusion

- **Vi har en række lovende VE-teknologier**
  - Offshore vindmøller vil komme til at spille en stor rolle
  - Har vi biomasse nok??
  - Især energibesparelser kræver en stærk politisk indsats!!!
- **Transporten skal orienteres mod el**
  - Elbilteknologi kan blive bærende i person-transporten
  - Bioethanol kan være nødvendig i den tunge transport
- **Systemet bliver meget mere komplekst**
  - Samspil mellem el, varme og transport
- **Intelligent sammenkobling af systemerne er nødvendigt**
  - Prissignaler ud til energi-forbrugerne
  - Ændrede afgifter/tariffer skal skabe nødvendigt incitament
  - Standardisering, målere, organisatorisk set-up mv. skal på plads