

# Fornybare energikilder, tema Solenergi

Stavanger 25.9.2008  
John Rekstad



UNIVERSITY  
OF OSLO

# Solar energy household

Human power demand: 14.5 TW (2007)

80%: fossile fuels  
13%: hydropower + bio  
7%: nuclear power

Sun: 178 000 TW

reflected  
53 000 TW

wind & waves  
350 TW

photosynthesis  
100 TW

evaporation  
40 000 TW

Tide 3.5 TW

radiation  
82 000 TW

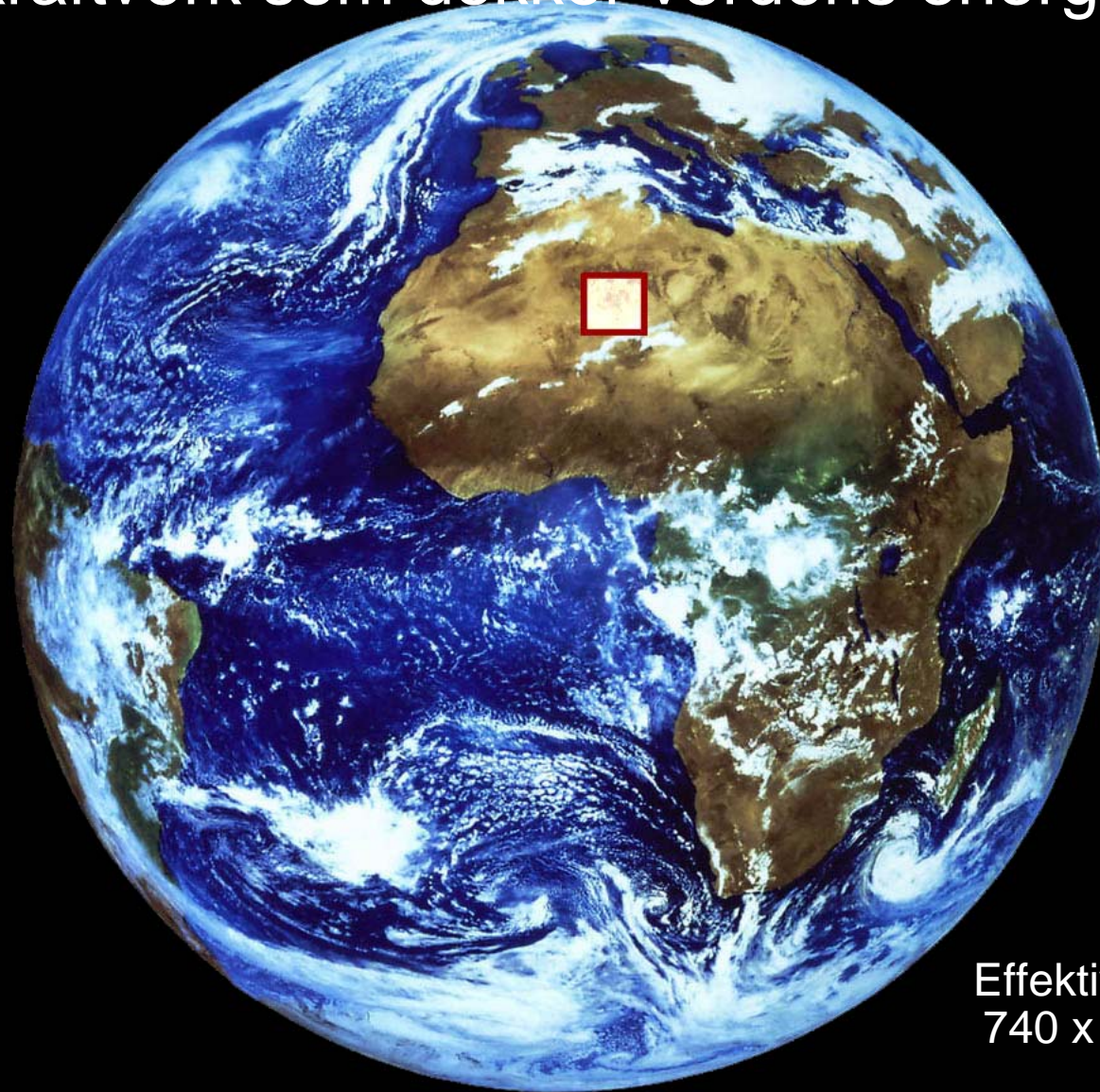
absorbed  
120 000 TW

Geothermal: 16 TW

1 TW =  $10^{12}$  W



# Sol-kraftverk som dekker verdens energibehov



Effektivitet 10%  
740 x 740 km<sup>2</sup>



UNIVERSITY  
OF OSLO

# Tre metoder for direkte utnyttelse av solenergi



Produksjon av elektrisitet med solceller (PV)

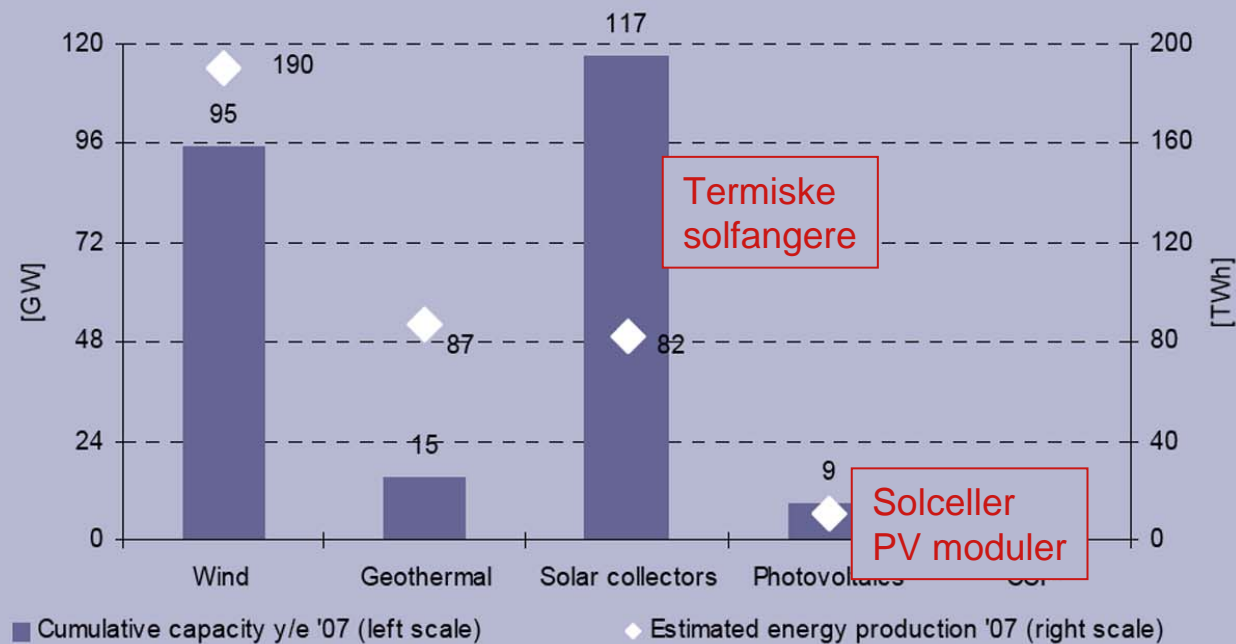
Produksjon av elektrisitet ved soldrevne varmekraftverk (CSP)

Produksjon av nyttbar varme med solfangere





## Effektkapasitet og årlig energiproduksjon fra noen fornybare energikilder (kilde: Fawer, 2007)

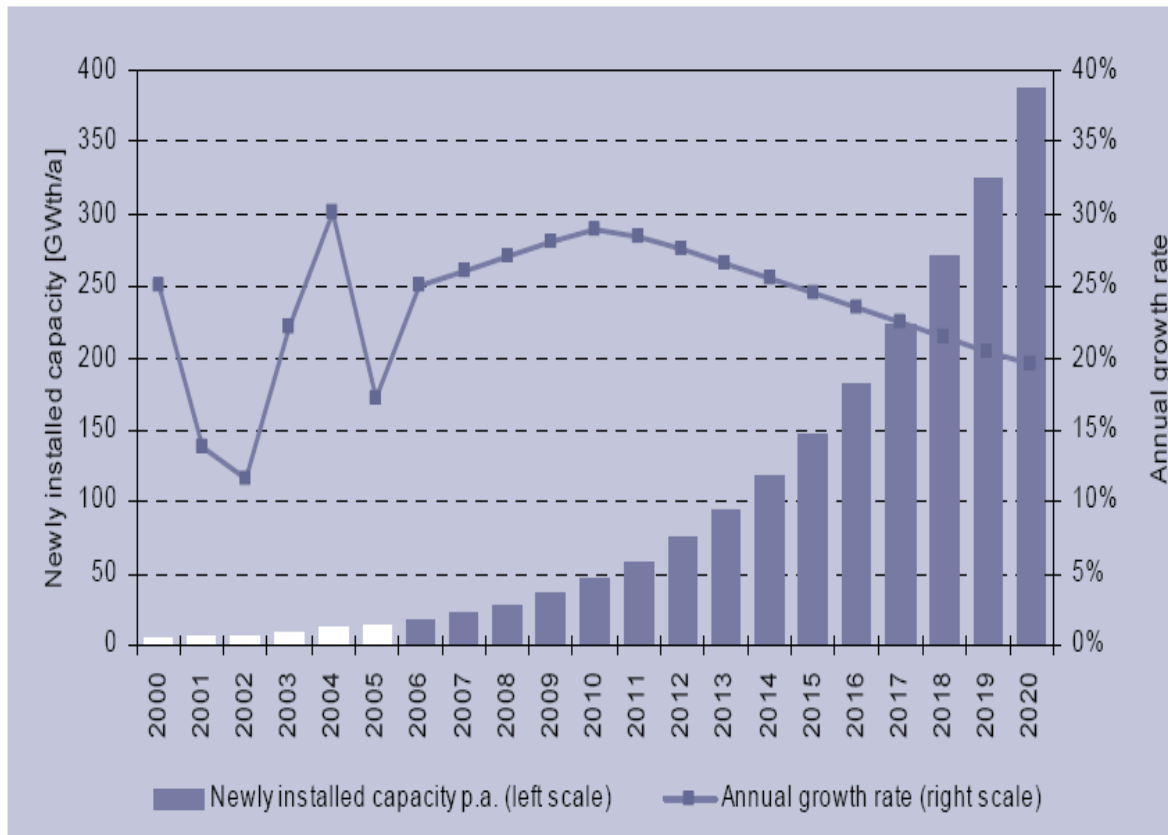


**$117 \text{ GW}_{\text{peak}} = 167 \text{ mill. m}^2 \text{ solfanger}$**

**$10 \text{ GW}_{\text{peak}} = 66 \text{ mill. m}^2 \text{ solceller}$**



**Fig. 19: Sarasin forecast for the global solar collector market. Newly installed collector capacity in  $\text{GW}_{\text{th}}$  per year**



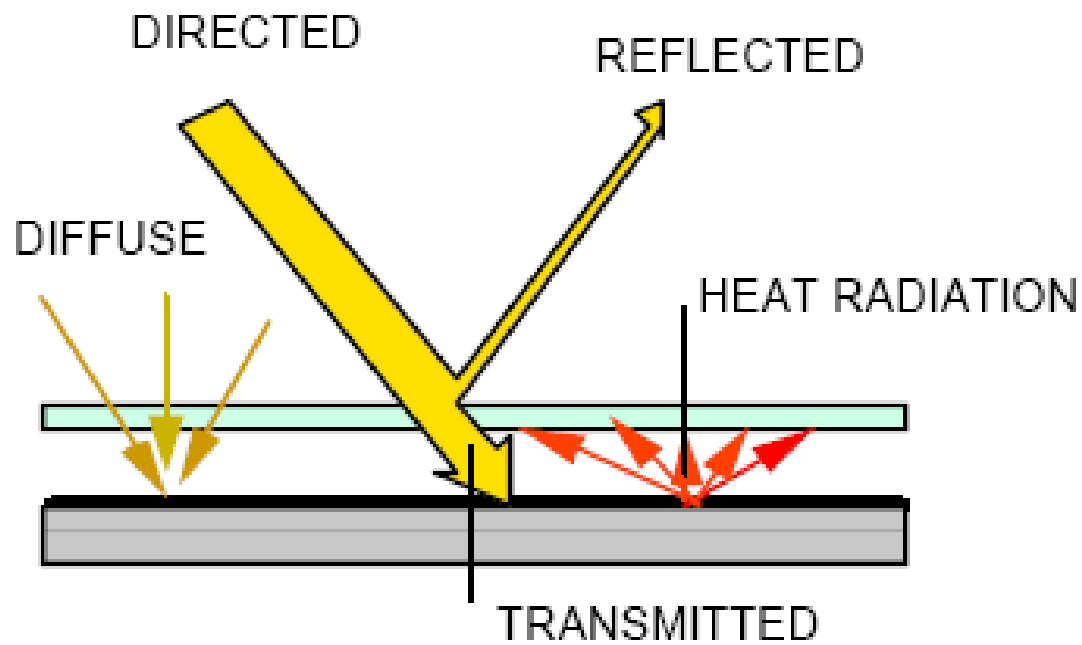
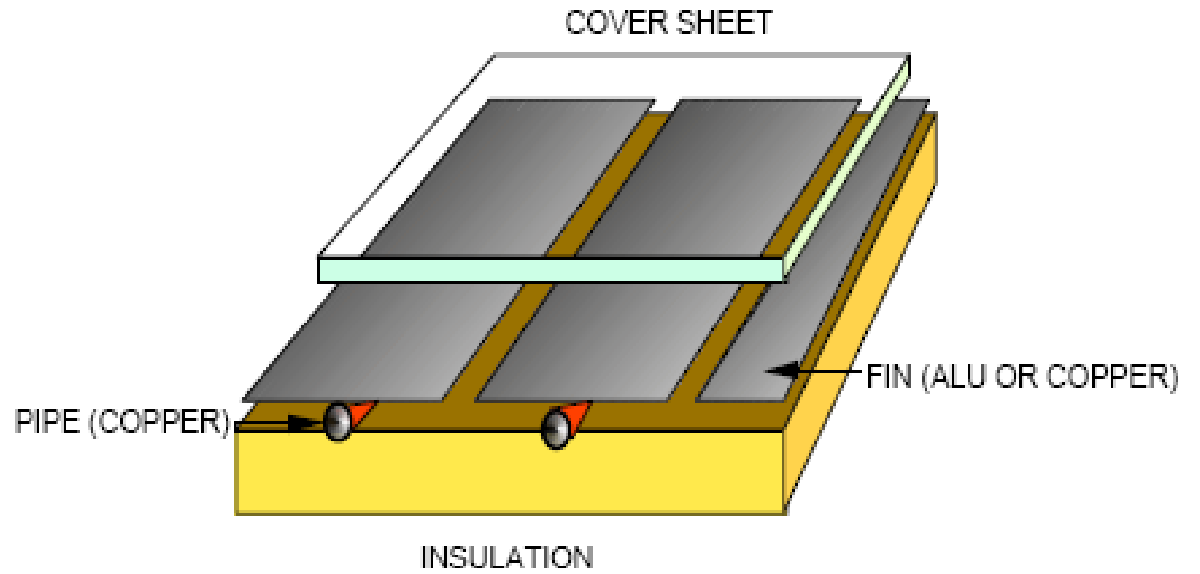
Source: Sarasin, 2006

I 2007 ble det solgt ca. 26 mill.  $\text{m}^2$  solfanger, tilsvarende en omsetning på 100 Mrd. kr.





# SOLVARME:



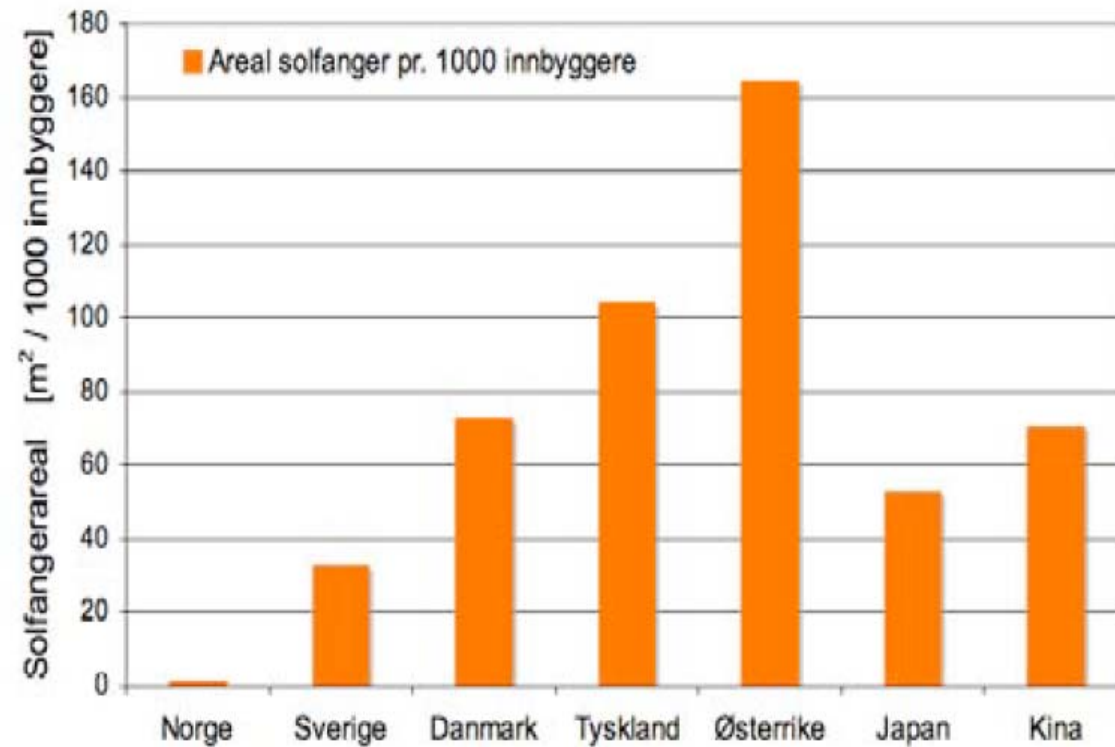
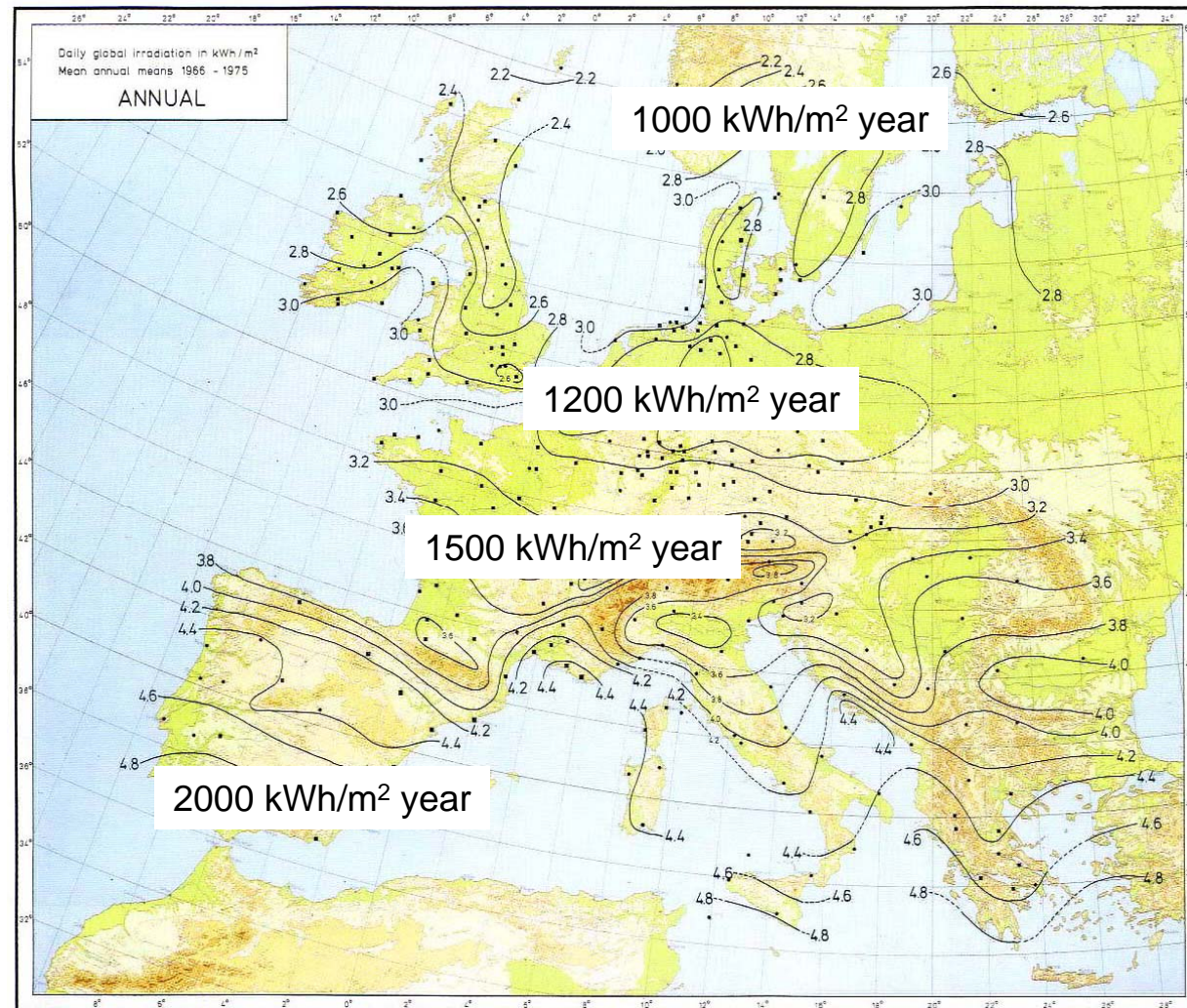


Fig. 2. Installert solfangerareal i ulike land i m<sup>2</sup> pr. 1000 innbyggere. (Ref. IEA-SHC, Solar Heat Worldwide 2008).



# Årlig innstråling pr. m<sup>2</sup> mot horisontal flate



Kilde: European Solar Radiation Atlas



UNIVERSITY  
OF OSLO

20. august 2008

Olje- og Energiministeren annonserer  
ny statlig støtteordning til solvarmeanlegg



UNIVERSITY  
OF OSLO

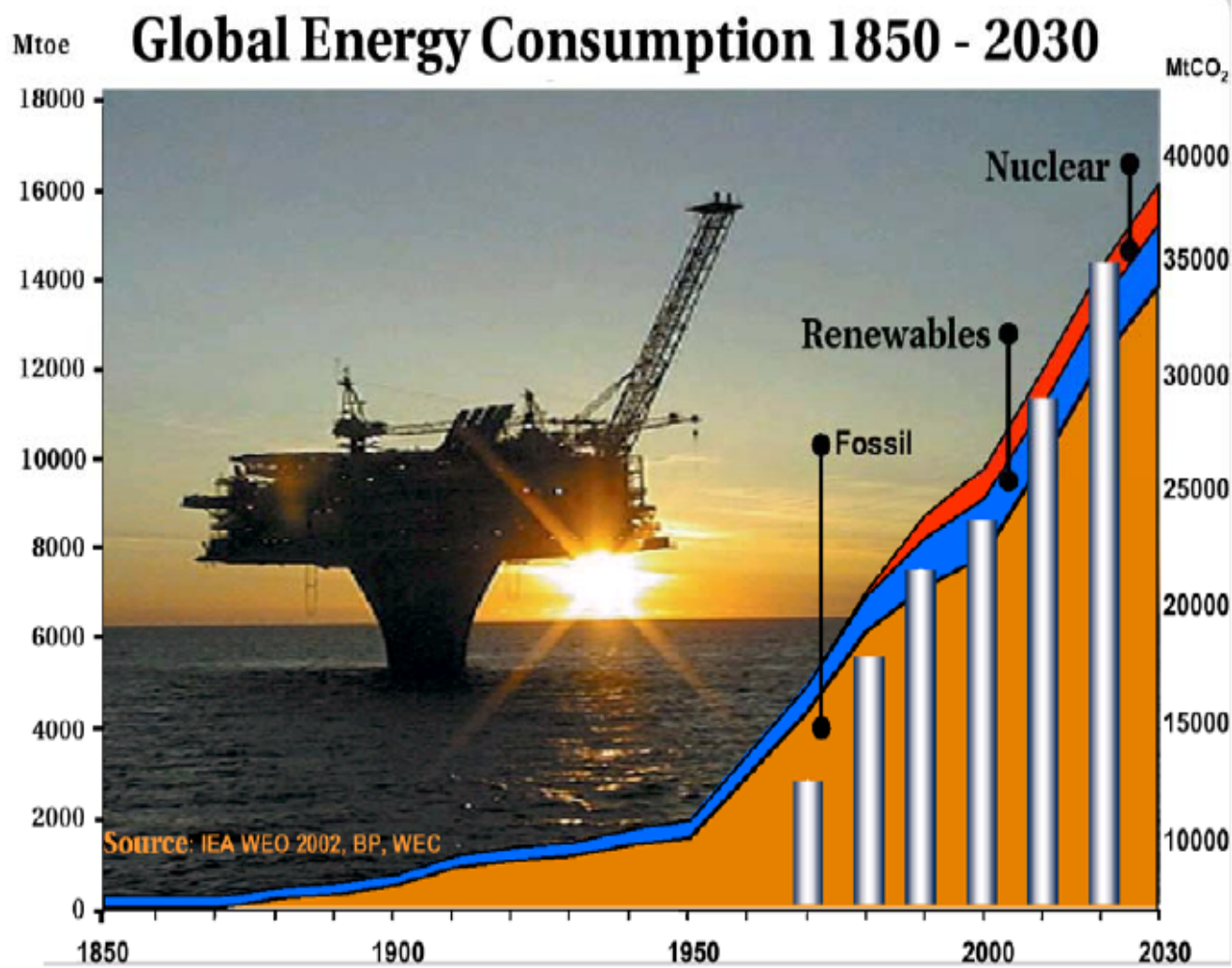


Figure 2.3: Historic and Estimated Future World Energy Consumption and Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) Production (IEA Reference Scenario).

(Source: IAEA bulletin n° 42/2, 2000)

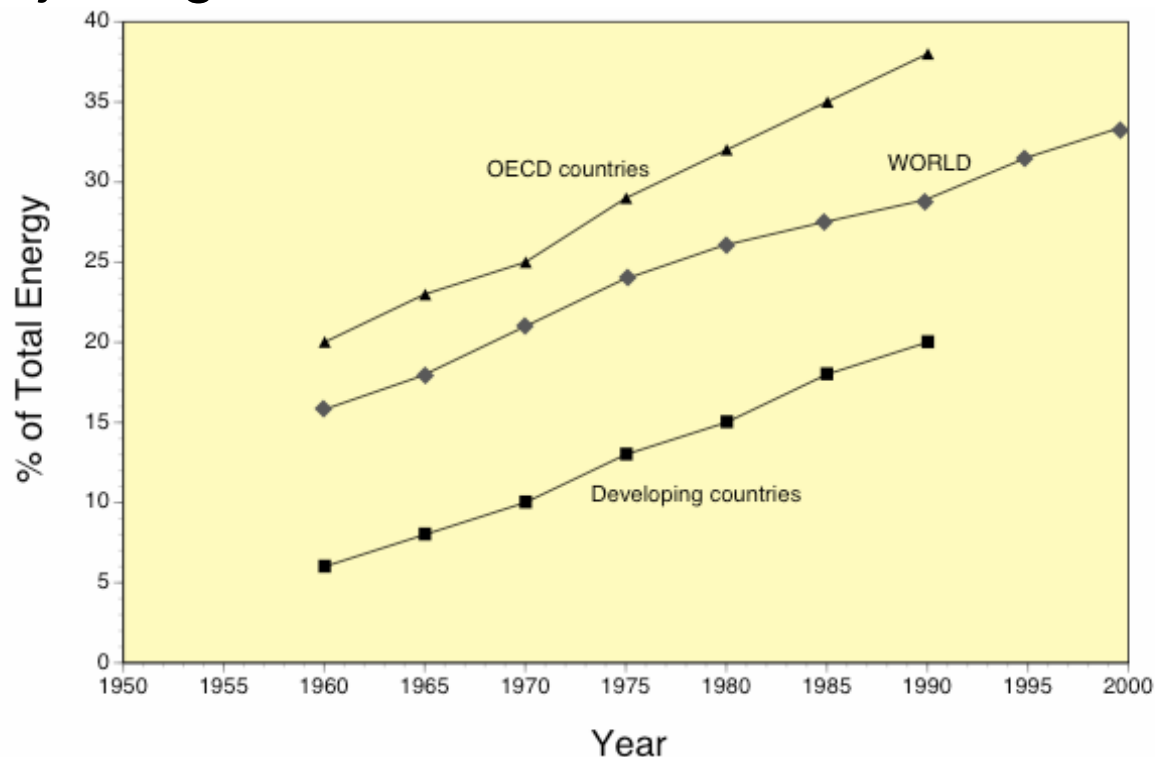


# GLOBAL PRIMÆR-ENERGI PRODUKSJON

|                    |                 |        |
|--------------------|-----------------|--------|
| KULL               | 28.7 (1000 TWh) | 22.6 % |
| OLJE               | 44.8 ”          | 35.3 % |
| GASS               | 28.1 ”          | 22.1 % |
| NUKLEÆR            | 8.1 ”           | 6.4 %  |
| VANNKRAFT          | 2.9 ”           | 2.3 %  |
| BIOMASSE           | 13.1 ”          | 10.2 % |
| ANDRE<br>FORNYBARE | 1.1 ”           | 0.9 %  |
| TOTALT             | 127 ”           | 100 %  |



# Andel av primærenergien som anvendes til elektrisitetsproduksjon - globalt



## Andel energibruk på sluttbrukertrinnet som leveres med elektrisitet

2004: 17 % elektrisitet

2030: 22 % elektrisitet

Norge 2008: 50 % elektrisitet



# CO<sub>2</sub> TRUSSELEN

MÅL: Redusere utslipp med 50 % innen 2050

CO<sub>2</sub> produksjon pr produsert kWh (100 % effektivitet)

|                    | kull | olje | gass |
|--------------------|------|------|------|
| I kg               | 0.45 | 0.29 | 0.21 |
| I relative enheter | 2.14 | 1.38 | 1    |

Dersom alt kull ble erstattet med naturgass  
ville CO<sub>2</sub> utslippet reduseres med 22 %



# Services: Comfort

Transport and communication

Industry

Low quality energy 40 %

Medium quality energy 20 %

High quality energy 40 %

Quality is related to the temperature level

Approx. 50 % of the energy at the end-user level in EU is low temperature heat



# Energiforbruk i fastlands Norge i 2007

Energibruk i bygninger: 74 TWh (33 %)  
Av dette er 56.3 TWh elektrisitet (50.8 % av totalt  
elforbruk)

**Storparten brukes til oppvarming (og kjøling)**

Kilde: Statistisk Sentralbyrå

Figure 5.4 Share of energy consumption in [%] for commercial/public and residential buildings (Weiss, 2003).

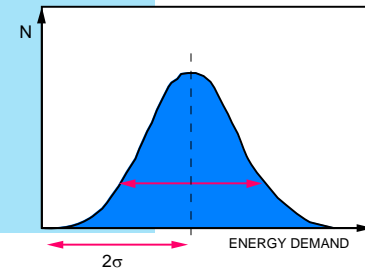
| Type of building      | space heating | water heating | Lightning and appliances | cooking | cooling | others |
|-----------------------|---------------|---------------|--------------------------|---------|---------|--------|
| Commercial and public | 52            | 9             | 14                       | 5       | 4       | 16     |
| Residential           | 57            | 25            | 11                       | 7       |         |        |



# Krav til isolasjon

Bygningskropp                      Vinduer  
 År   U-verdi (W/m<sup>2</sup>K)    År   U-verdi (W/m<sup>2</sup>K)

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 1949 | 0.93 | 1962 | 3.60 |
| 1969 | 0.58 | 1981 | 2.70 |
| 1981 | 0.45 | 1987 | 2.40 |
| 1987 | 0.30 | 1997 | 1.60 |
| 1997 | 0.22 |      |      |



## Energiforbruk i 2006

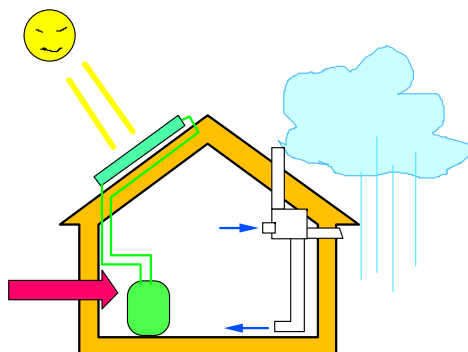
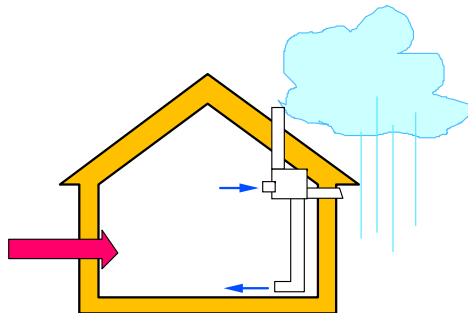
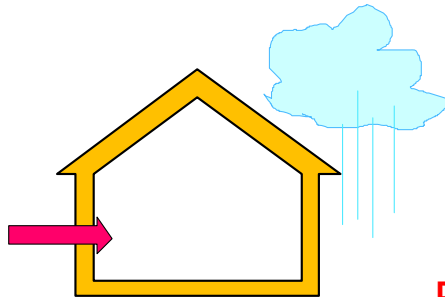
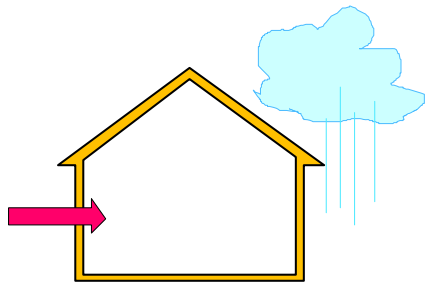
Kilde: Statistisk Sentralbyrå

| Byggeår    | Energiforbruk (kWh/m <sup>2</sup> ) | Prosent avvik fra gjennomsnitt |
|------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Før 1931   | 189                                 | -0.5 %                         |
| 1931 - 54  | 207                                 | +9.0 %                         |
| 1955 - 70  | 190                                 | 0                              |
| 1971 - 80  | 189                                 | -0.5 %                         |
| 1981 - 90  | 178                                 | -6.3 %                         |
| Etter 1990 | 181                                 | -4.7 %                         |

Gj.snitt                      190



UNIVERSITY OF OSLO



# ENERGIBRUK (KJØPT ENERGI) I BOLIGER MED OG UTEN VARMEPUMPE

Gjennomsnitt for boliger i kWh/år

| GULVAREAL                        | 100 - 150 m <sup>2</sup> |         | Over 150 m <sup>2</sup> |        |
|----------------------------------|--------------------------|---------|-------------------------|--------|
|                                  | 2004                     | 2006    | 2004                    | 2006   |
| HUSHOLDNINGER<br>UTEN VARMEPUMPE | 23 992                   | 24 590  | 30 771                  | 32 356 |
| HUSHOLDNINGER<br>MED VARMEPUMPE  | 19 951                   | 26 021  | 30 762                  | 29 476 |
| FORSKJELL                        | 4 041                    | - 1 431 | 9                       | 2 880  |

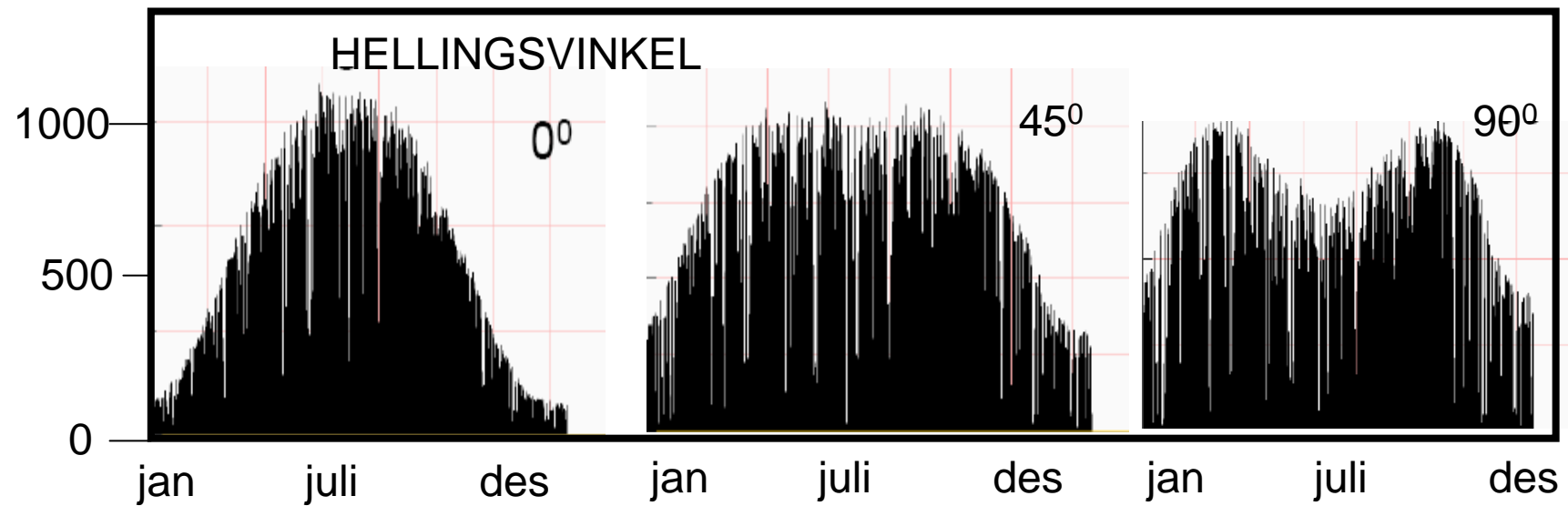
Kilde: Statistisk Sentralbyrå 2008



UNIVERSITY  
OF OSLO

# STRÅLINGSPROFILER MOT SYDVENDTE FLATER

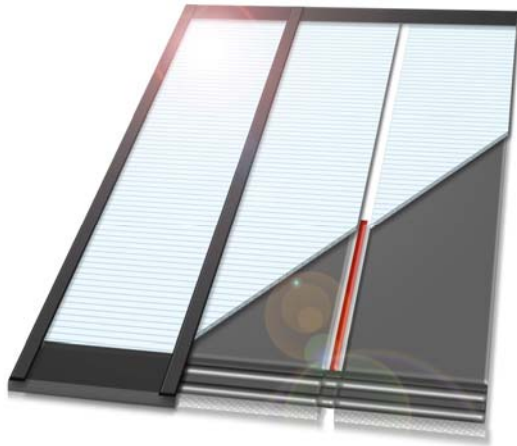
W/m<sup>2</sup>



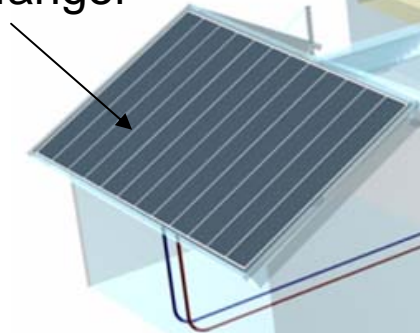
Ark: Dahle/Breitenstein  
Byggherre: Backe  
Solfanger: Solarnor



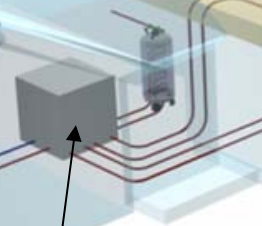
Nils Peter Dale



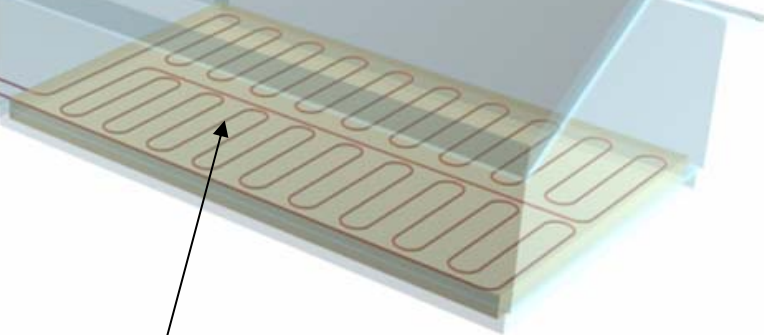
Solfanger



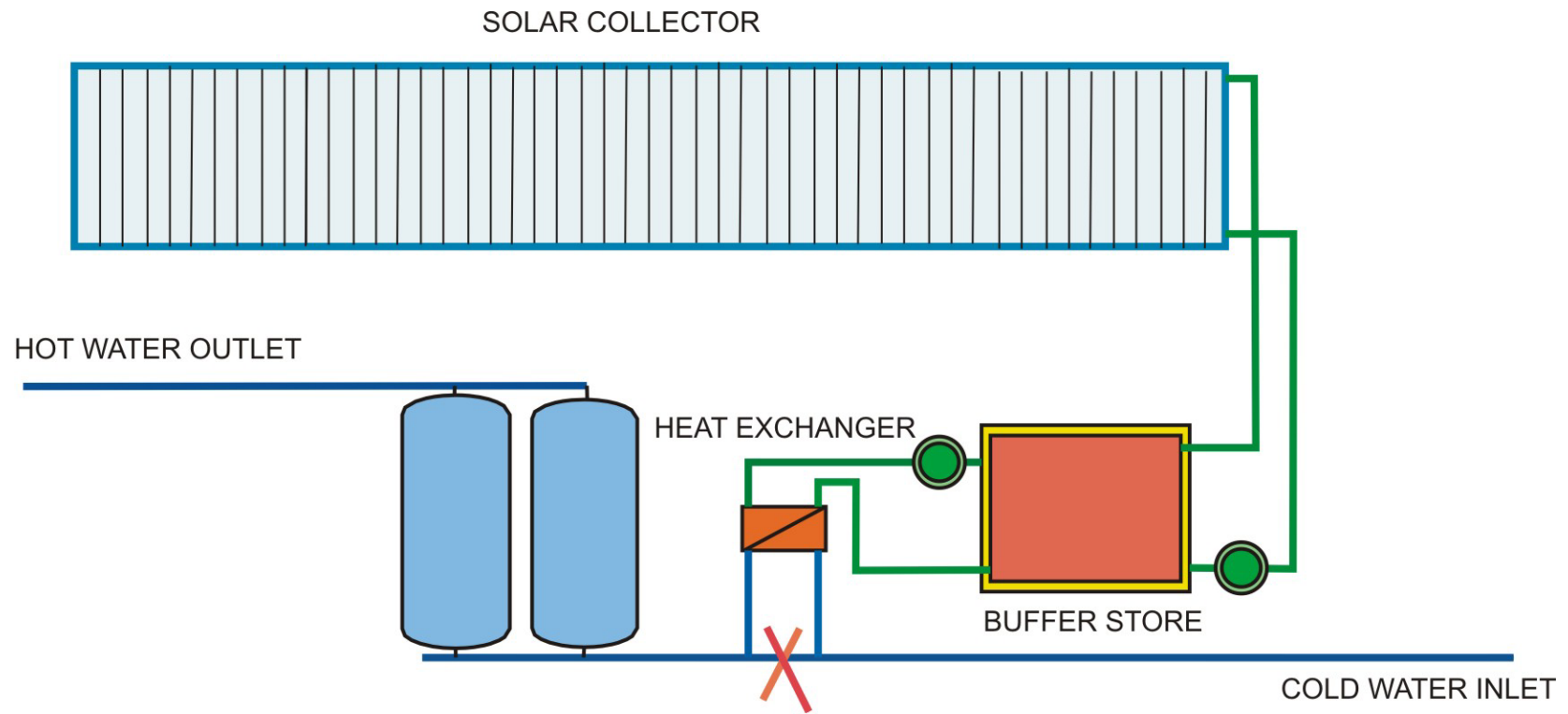
Energisentral



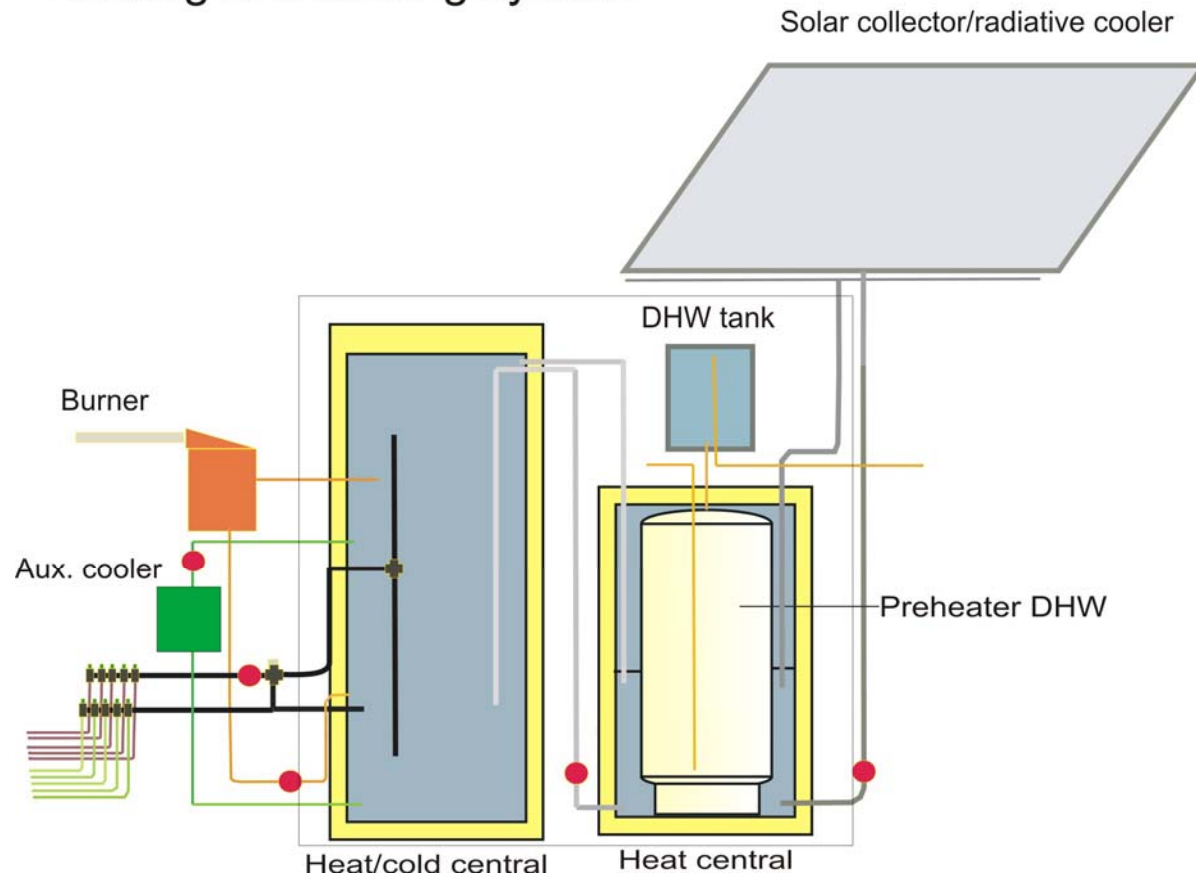
Vannbåren gulvvarme



UNIVERSITY OF OSLO



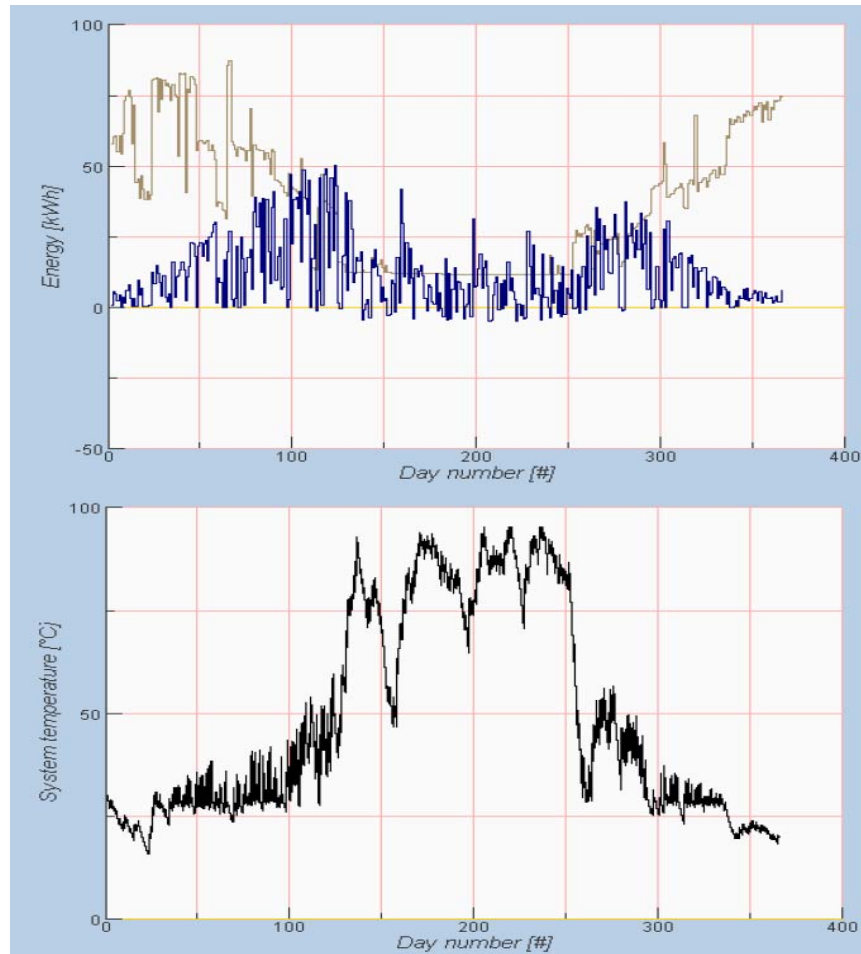
# Heating and cooling system



# SIMULERING AV KOMBI-ANLEGG

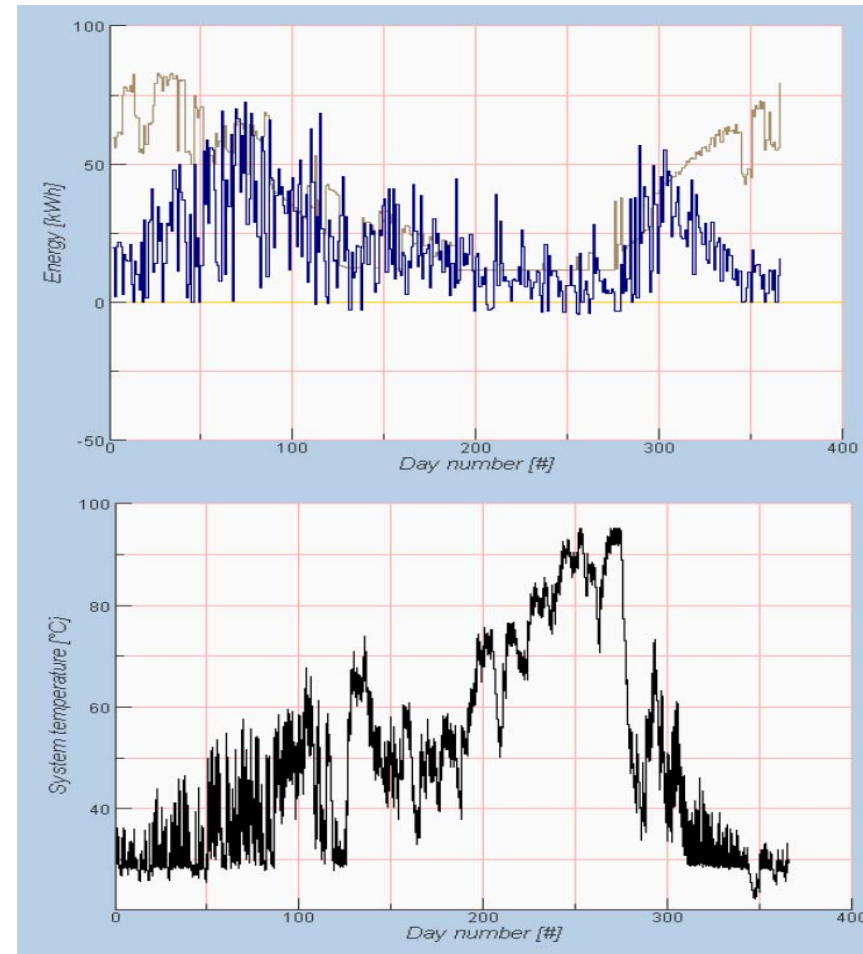
Årsbehov: Varmt vann 4 420 kWh  
Romvarme 8 690 kWh

Solfanger 15 m<sup>2</sup>, hellingsvinkel 45<sup>0</sup>



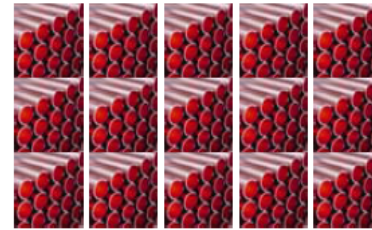
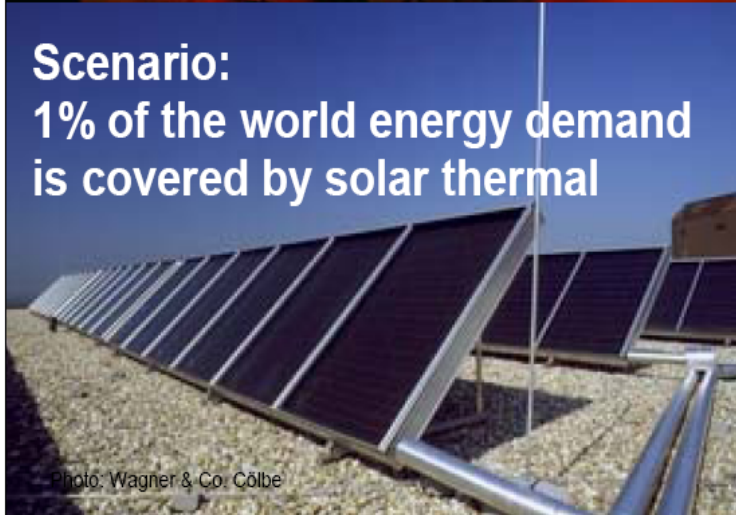
Dekningsgrad: 36.4 %

Solfanger 40 m<sup>2</sup>, hellingsvinkel 90<sup>0</sup>

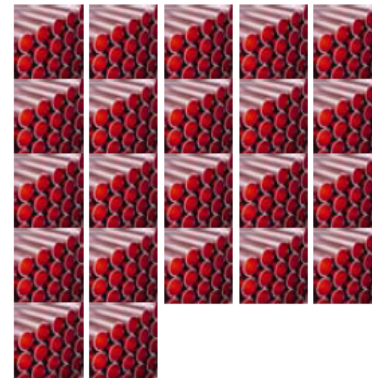


Dekningsgrad: 56.3 %

## Needs for new materials



= 15 Mt/year



22 Mt copper are needed additionally

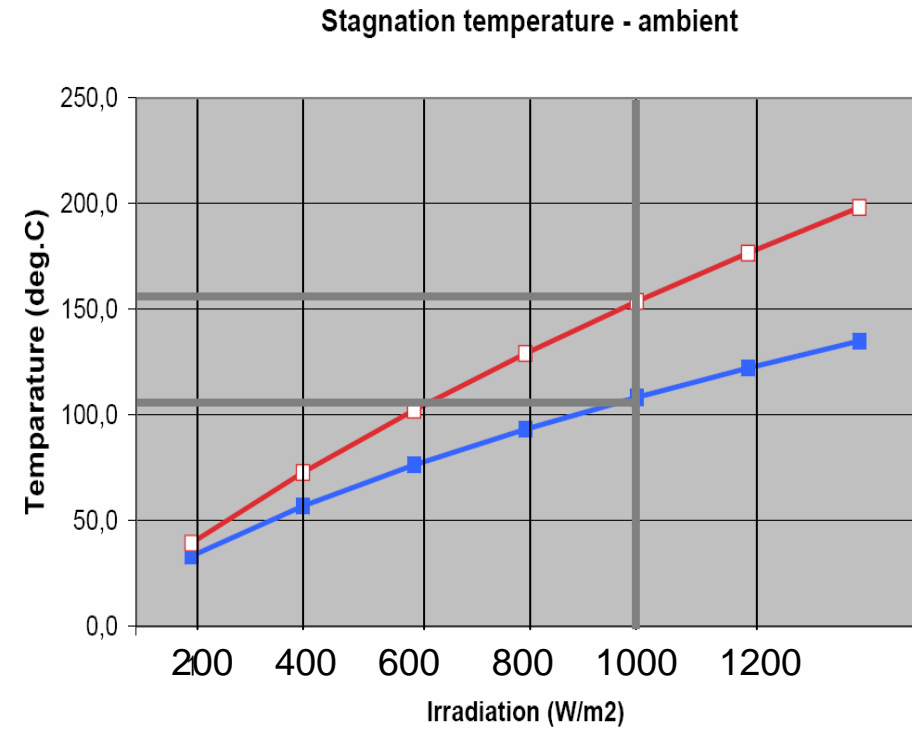
The annual production of copper worldwide is not big enough to cover the expected growth in solar thermal installations



UNIVERSITY OF OSLO



Thermal aging:  
Material: pp  
T = 130°C  
Time: 115 hours

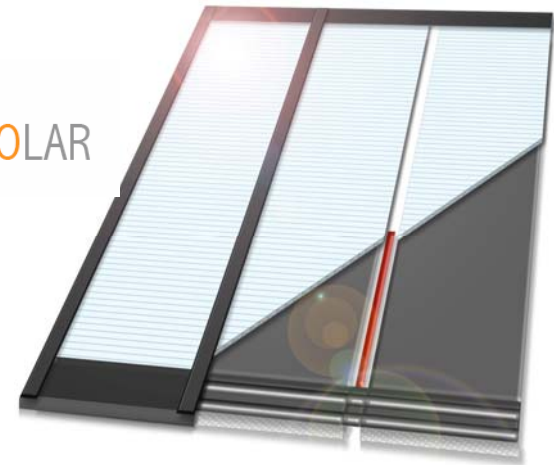


Ref:Andres Olivares  
Dr.thesis 2008, UiO

# Industrial partners



AVENTA | SOLAR



UNIVERSITY  
OF OSLO

■ ■ ■ IEA - SHC Task 39:  
Polymeric Materials in Solar Thermal Applications

**17 Research institutes and  
Universities from Europe and USA**

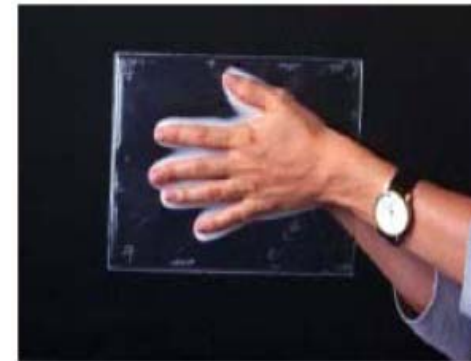
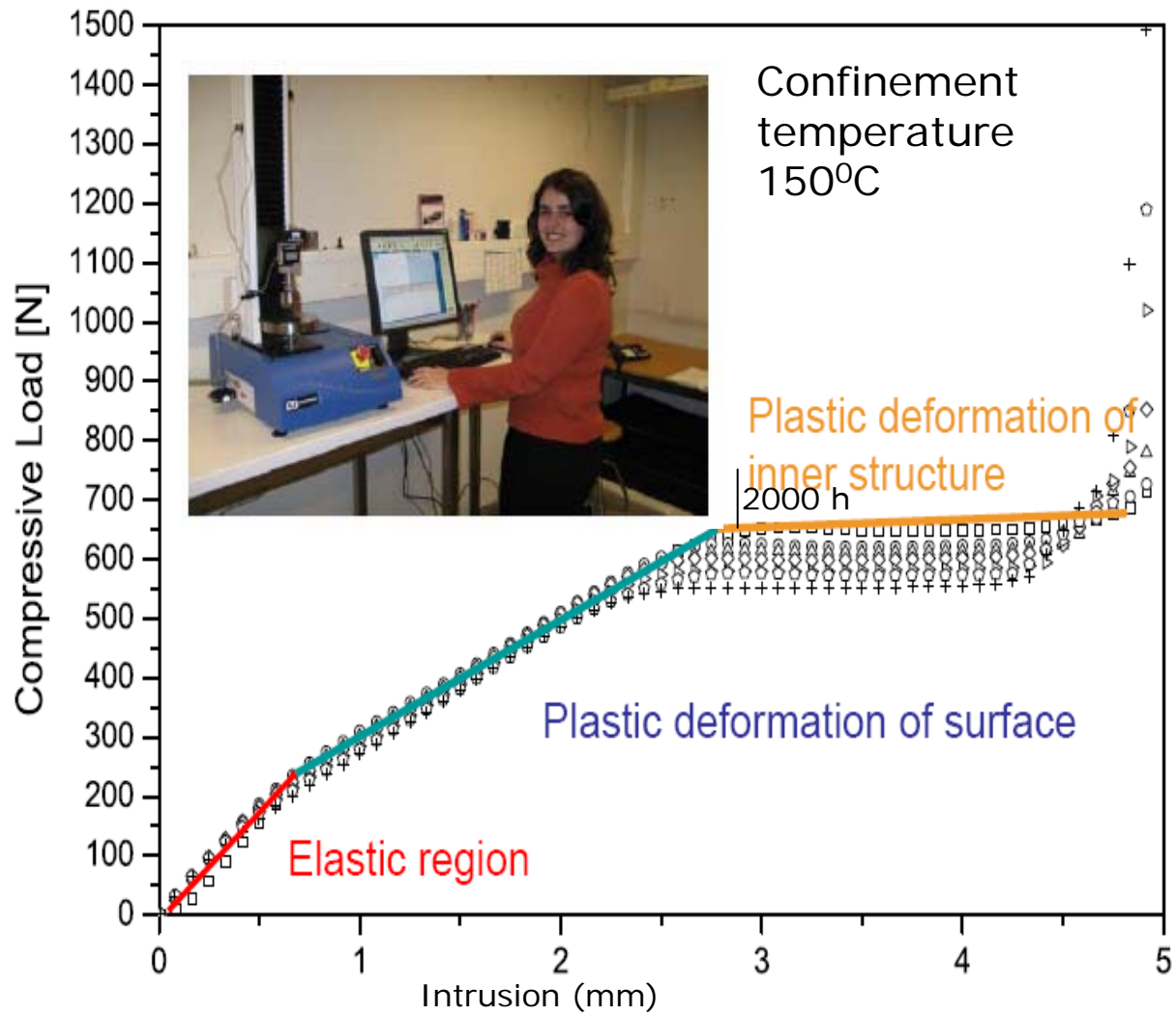
Fraunhofer ISE (Germany)  
AEE INTEC (Austria)  
Arsenal research (Austria)  
CEA INES (France)  
EPFL (Switzerland)  
FH Ingolstadt (Germany)  
FH Osnabrück  
ITW (Germany)  
INETI (Portugal)  
Kassel University (Germany)  
NIC (Slovenia)  
NREL (USA)  
PCCL (Austria)  
SP (Sweden)  
SPF (Switzerland)  
University of Leoben (Austria)  
University of Oslo (Norway)

[www.iea-shc.org/task39/participants.html](http://www.iea-shc.org/task39/participants.html)

**17 Industry partners**

AGRU Kunststofftechnik GmbH (Germany)  
Aventa AS (Norway)  
A-P-C (Austria)  
Borealis AS (Austria)  
Bosch Thermotechnik (Germany)  
BlueTec GmbH & Co (Germany)  
Chevron Phillips Chemical (USA, Belgium)  
Consolar GmbH (Germany)  
EMS-Chemie (Switzerland)  
EDF-Électricité de France (France)  
Pirev Surface Engineering (Portugal)  
REHAU AG (Germany)  
Roth Werke GmbH (Germany)  
Sabic Innovative Plastics (Saudi Arabia)  
Solvay Solexis (Belgium)  
Solar Twin Ltd (UK)

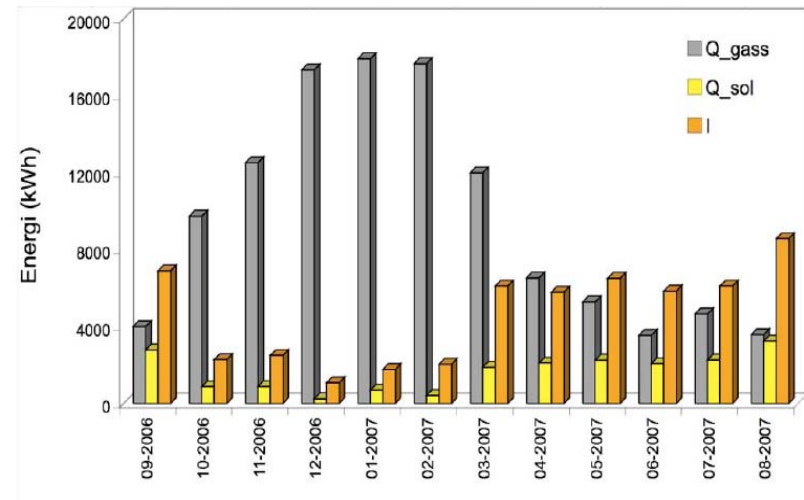
...



Source: Hartwig, 2003.



UNIVERSITY OF OSLO



2008: Samlet nyttbar energiproduksjon fra solenergi er  
100 TWh

Årlig vekst 25 % (har vært relativt stabil i ca. 15 år)

2008: Globalt energiforbruk er 125 000 TWh

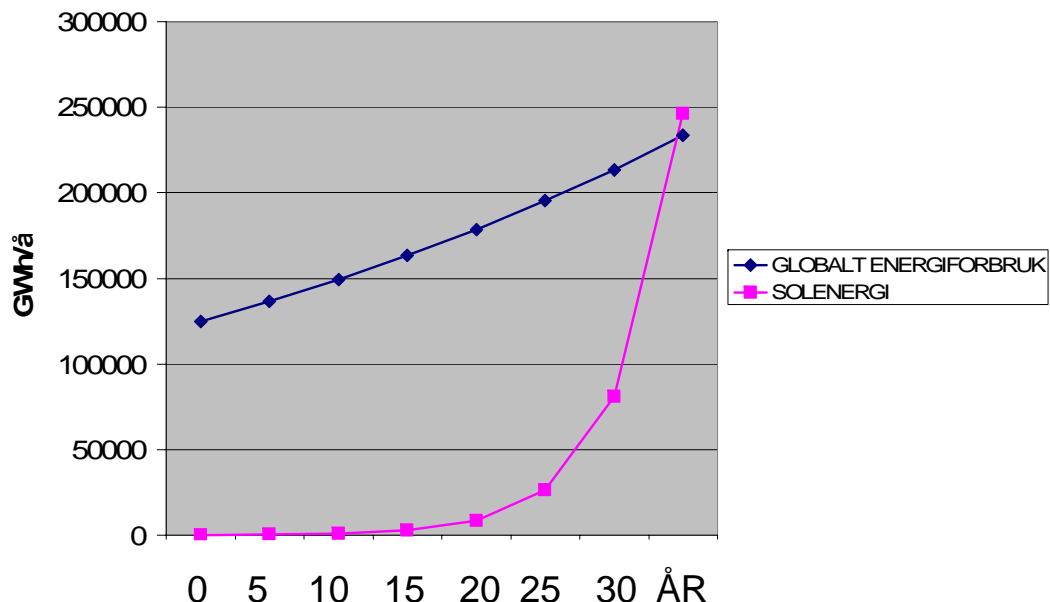
Årlig vekst 1.8 %

Det innebærer en fordobling på 38.5 år.

Dersom denne utviklingen fortsetter vil solenergi dekke den årlige vekst i energiforbruket om 22.5 år.



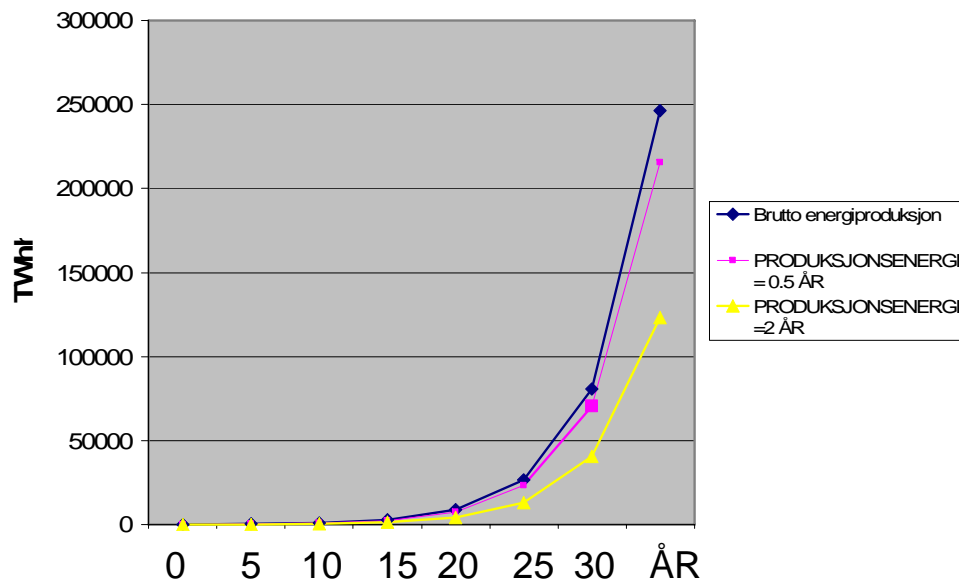
### UTVIKLING VED EKSPONENTIELL VEKST



Eksponensiell vekst av energiforbruket med 1.8 % pr. år

Eksponensiell vekst av Solenergiproduksjonen med 25 % årlig vekst

### KORREKSJON FOR PRODUKSJONSENERGI



Solenergiproduksjonen korrigert For energiinnsats i framstilling Termiske solfangere "nedbetales" på ½ år Anlegg for elektrisitetsproduksjon "nedbetales" på 2 år.



# HVOR MYE KAN SOLENERGI DEKKE ?

| KVLITET | ANDEL | KAN DEKKE   | ANDEL AV TOTAL |
|---------|-------|-------------|----------------|
| LAV     | 40 %  | 50%         | 20 %           |
| MEDIUM  | 20 %  | 25 % (50 %) | 5 % (10 %)     |
| HØY     | 40 %  | 10 % (40 %) | 5 % (16 %)     |
| SUM     | 100 % |             | 30 % (46 %)    |



# HVA KAN NORSK FORSKNING BIDRA MED ?

- Sol – ingen komparative fortrinn når det gjelder naturressurser, hva med "human capital" ?
- Redusere vår avhengighet av strøm, 20 TWh el sparer 60 TWh primærenergi på kontinentet.
- Fornybar energi vil spille en viktig rolle i framtidens energisystem. Norges profil som energi- og miljønasjon bør videreføres i et langsiktig perspektiv.
- Kan ta en pionerrolle når det gjelder det "omvendte" perspektiv. Men det haster, andre land ligger langt foran.





Tenk deg en energikilde som

**INGEN EIER**

og der

**PRODUKSJON ER GRATIS**

**DISTRIBUSJON ER GRATIS**

**RESSURSENE ER UTØMMELIGE**

**OG UTEN FORURENSNING**





Hvem skal gjøre forretning på **den** ?

Hvordan skal utnyttelsen av **den** styres ?

Hvordan skal **den** skattlegges ?

