



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# VE ved energirenovering

Ivan Katic, Energi & Klima    [ik@teknologisk.dk](mailto:ik@teknologisk.dk)  
Teknologisk Institut  
17. December 2015



# Indhold

- VE i bygninger generelt
- State of the art for de tre teknologier
- Rammebetingelser for private VE anlæg
- Dimensionering og valg af anlægstype
- Fremtidig udvikling

# Indhold

- VE i bygninger generelt
- State of the art for de tre teknologier
- Rammebetingelser for private VE anlæg
- Dimensionering og valg af anlægstype
- Fremtidig udvikling

# Bygningers energibehov

Rumvarmebehovet  
falder pr arealenhed



Stigende eller uændret  
varmtvandsbehov pr  
beboer



Mere el pr beboer til  
bygningautomatik,  
ventilation, varmepumper...



# 2020 kravene



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

**Ingeniøren**  
Nyheder | Blogs | Debat | Jobfinder | Avisen | Kursusguide | Events | Kulturarven | Insights  
TENDENS SMART CITIES | SELVLERENDE ROBOTTER | PERSONLIG MEDICIN | FOKUS DANMARKS RAKETBYGGERE | FORSVARETS PMV-INDKØB | VW-SAGEN | ASTRO-ANDREAS

## Nye krav til lavenergihuse giver dyre og dårlige løsninger

Energikravene til nye huse bliver så skræppe, at der skal solceller på taget for at opfylde dem. Det er dyrt for både husejere og samfund, mener byggefolk og energieksperte.

Af Sanne Wittrup 11. dec 2015 kl. 05:00

Tæthed ved trykprøvning:  
**1,5 liter/sek. pr m2.**

Solceller:  
**0,9 kWp, 6 m2.**

Ydervæg:  
**190 mm**

Ventilation:  
Balanceret mekanisk ventilation med varmegenvinding.

Loft: **460 mm**

Isolering, fals:  
**60 mm**



Terrændæk: **400 mm**

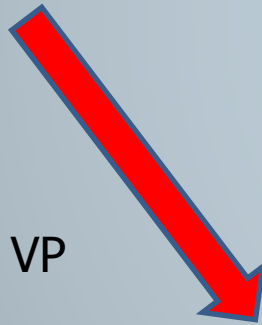
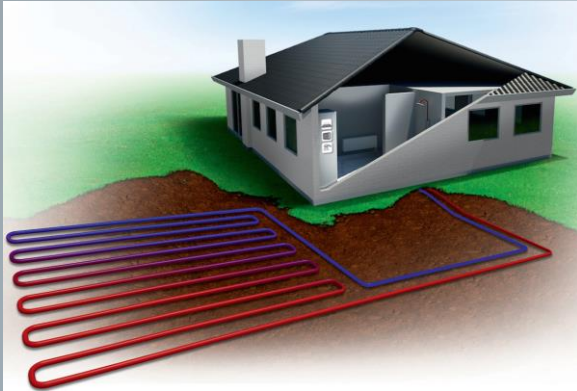
**20,0** kWh pr.m2/år



# VE høst pr m<sup>2</sup> pr år



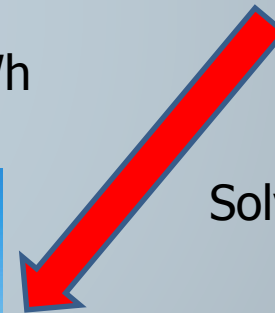
TEKNOLOGISK  
INSTITUT



Varme fra VP  
100 kWh



Solel 150 kWh



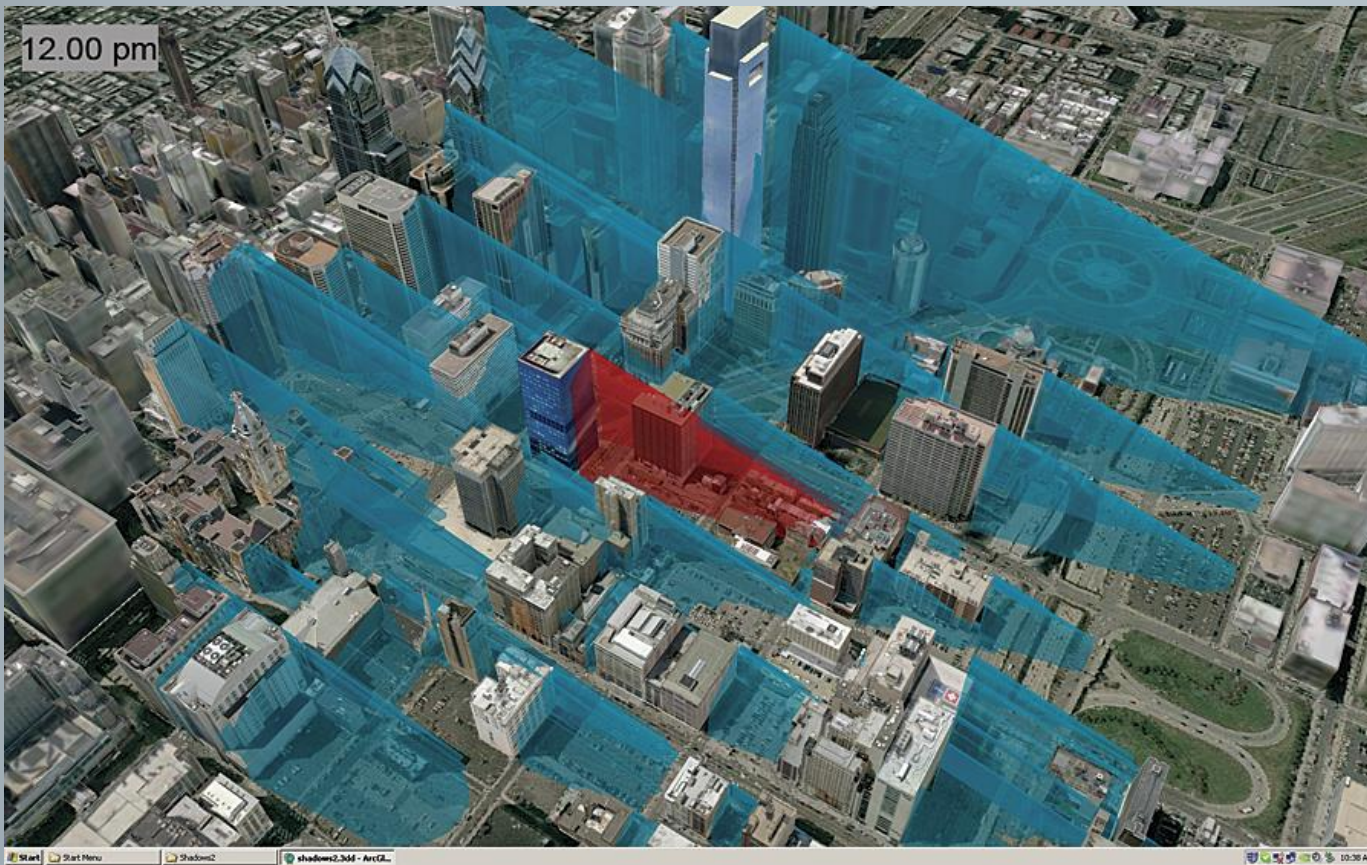
Solvarme 500 kWh



# Adgang til solen?



TEKNOLOGISK  
INSTITUT



- Ved nye bebyggelser eller større ombygninger bør der tages hensyn til fremtidig solenergiudnyttelse
- Sørg som minimum for at der ikke er skygge fra 9-16 i sommerhalvåret
- Har også betydning for indeklima og komfort



# Central eller decentral VE?



TEKNOLOGISK  
INSTITUT



- Central:
  - Fjernvarmenet til langt de fleste huse
  - Elforsyning med stadig mere VE
  - Store anlæg billigere
  - Afgiftsstrukturer er en hurdle for VE elvarme
  - Flaskehalse i nettene
- Decentral:
  - Privatøkonomiske gevinster ved egenproduktion
  - Energiramme
  - Mindre afhængighed af den kollektive forsyning
  - Undergravende virksomhed?(F+F)



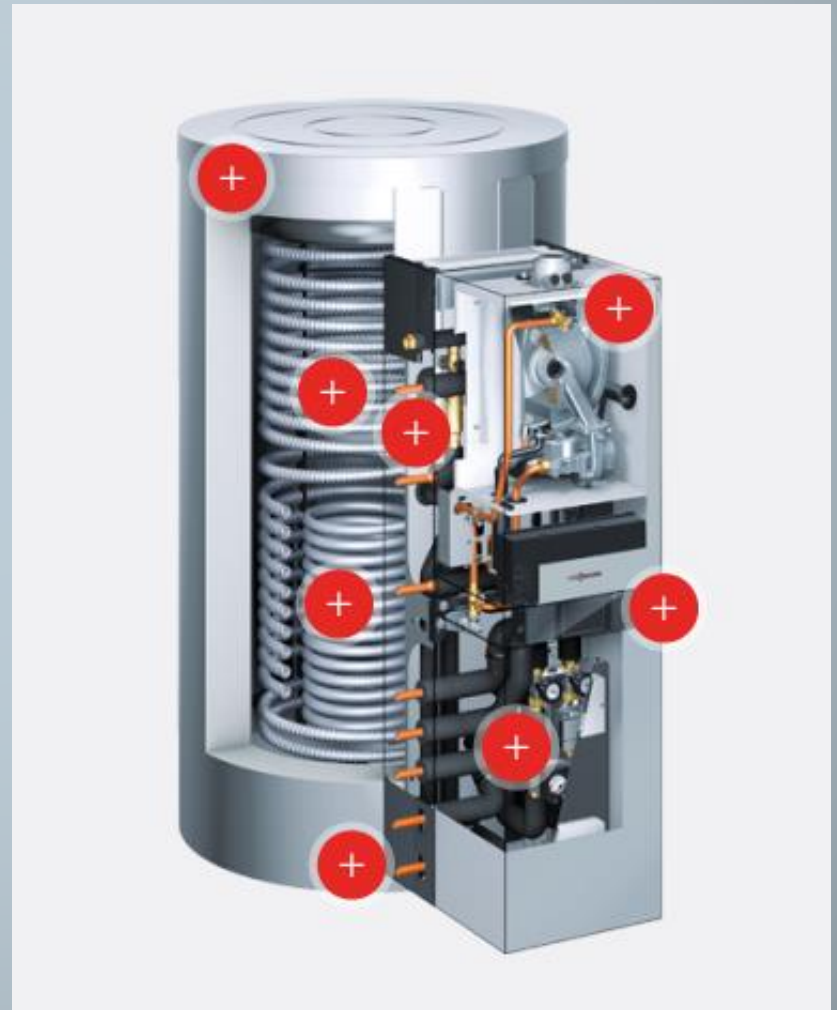
# Indhold

- VE i bygninger generelt
- **State of the art for de tre teknologier**
- Rammebetingelser for private VE anlæg
- Dimensionering og valg af anlægstype
- Fremtidig udvikling

# Solvarme



- Store solfangere udviklet til fjernvarme m.v.
- Billige rørsolfangere
- Effektive beholdere og vekslerstationer til varmt brugsvand
- Avancerede styringer for bedre samspil med varmeanlæg
- Færdigisolerede komponenter



# Solvarme til boliger

|                                       | Princip                              | OBS  | Dækning af årsforbrug |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------|
| Anlæg til varmt brugsvand             | Solvarme tilføres varmtvandsbeholder |  | BV 60%                |
| Anlæg til rumvarme (luft)             | Forvarmer udeluft før indblæsning    | Mest kendt fra sommerhuse                  | RV 5%                 |
| Anlæg til varmt brugsvand og rumvarme | Solvarme tilføres VVB og varmekreds  | Kræver et egnet (lavtemperatur) varmeanlæg | BV+RV 30-40%          |





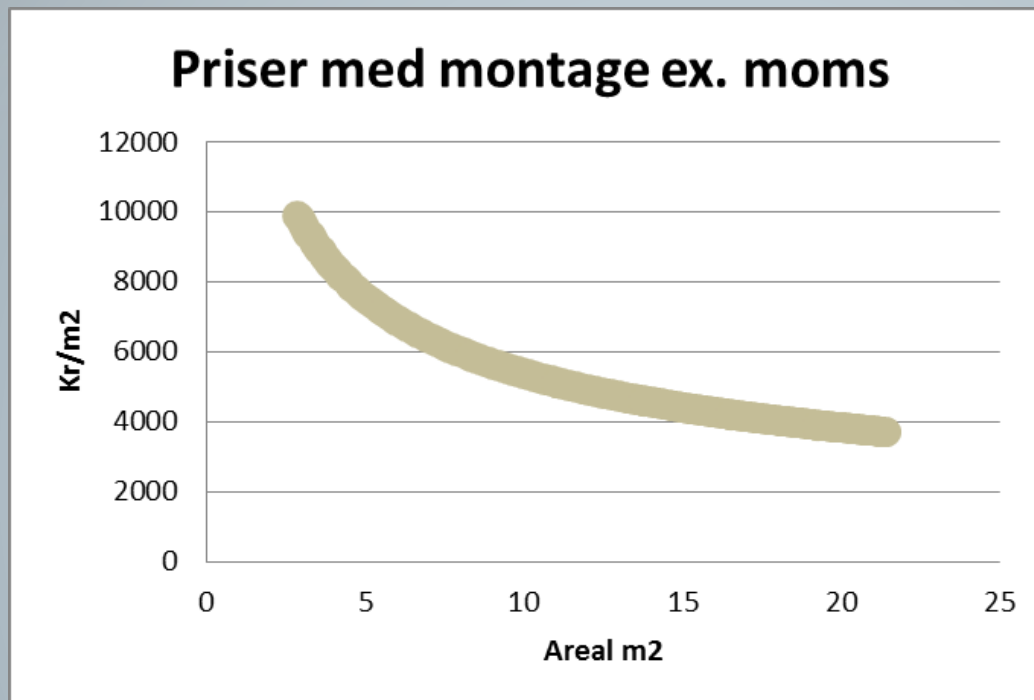
# Udfordringer for solvarmen

- Små anlæg er dyre pr m<sup>2</sup>
- Den kan aldrig stå alene, der skal derfor også investeres i kedel eller varmepumpe (af samme størrelse som uden solvarme)
- Besparelsen afhænger stærkt af forbrugsmønsteret og er derfor ikke garanteret
- Anlæg med stor dækningsgrad kræver plads til en stor akkumuleringstank
- MEN Passer godt til fremtidens bolig med minimalt rumvarmebehov og større varmtvandsbehov

# Pris og ydelse



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

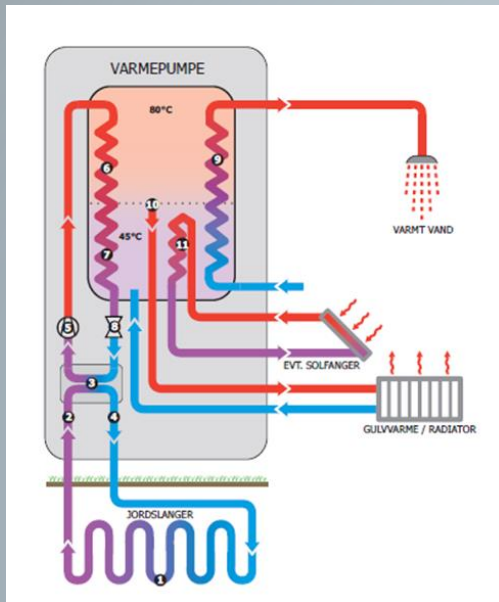


- Typisk ydelse 4-500 kWh pr m<sup>2</sup> pr år ved rigtig dimensionering
- Beholder skal ofte skiftes alligevel, dette reducerer solvarmeprisen i et lille anlæg med ca. 8000 kr
- Langt bedre økonomi i store anlæg end små
- Typisk varmepris < 0,5 kr/kWh for centrale anlæg

# Varmepumper



TEKNOLOGISK  
INSTITUT



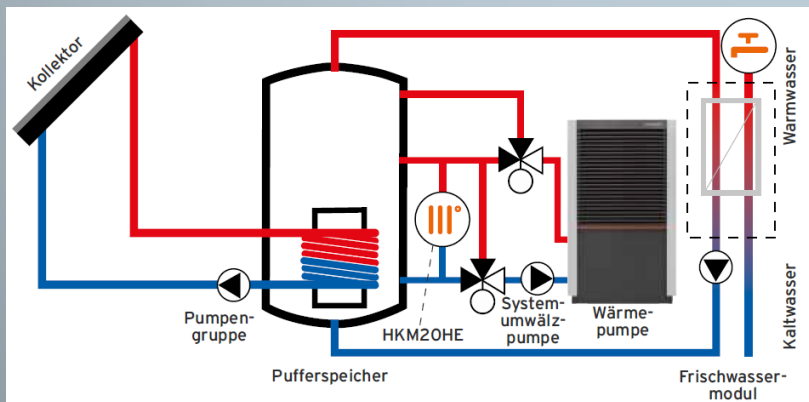
Jord-vand



Luft-vand



Luft-luft



Kombination med solvarme?

Generelle udfordringer:

- Mangelfuld dimensionering
- Ingen indregulering
- Varmetab fra udedel
- Uegnet varmeanlæg
- Dyr installation ved jordvarme



# Varmepumpetyper

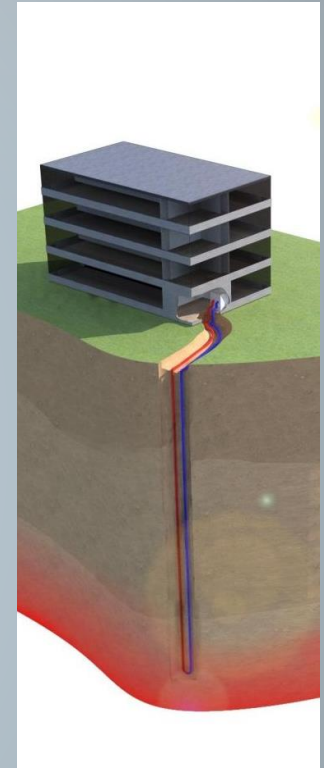
|                              | Princip   | OBS  | Dækning af årsforbrug     |
|------------------------------|---|--|---------------------------|
| Boligventilations-varmepumpe | Udnytter varme fra afkastluft til varmt brugsvand og luft forvarme      | Kan give forøget ventilations-elforbrug og -varmetab | BV 100%<br>RV 50%         |
| Luft-luft varmepumpe         | Udnytter udeluft til at opvarme rumluft                                 | Luftvarme må ikke udgøre eneste varmekilde (BR2010)  | RV 80%                    |
| Luft-vand                    | Udnytter udeluft til vandbåren varme                                    | Kræver et egnet (lavtemperatur) varmeanlæg           | BV+RV 100%<br>(el backup) |
| Væske-vand                   | Udnytter jordvarme til vandbåren varme. Vandrette eller lodrette sonder | Kræver et egnet (lavtemperatur) varmeanlæg           | BV+RV 100%<br>(el backup) |

# State of the art Varmepumper



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

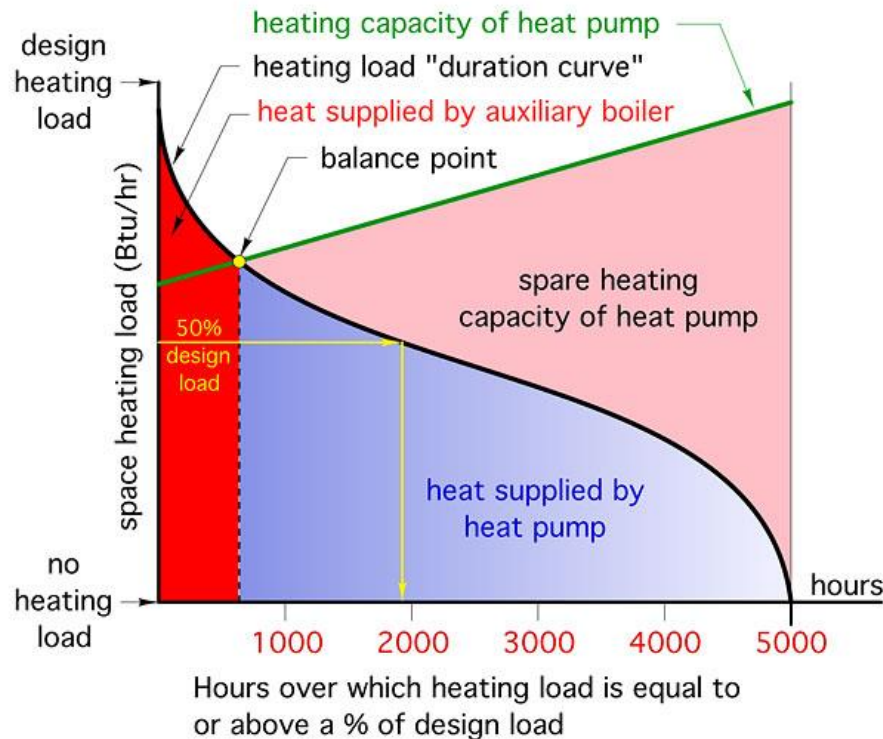
- Variabelt omdrejningstal
- Fokus på mindre støj
- Samspil med Smart Grid (på papiret!)
- Flere luft-vand varmepumper da de er billigere i installation
- Flere med lodrette boreriger da det ikke kræver så meget plads
- Boligventilationsvarmepumper til varmt brugsvand og opvarmning af ventilationsluft
- Gas-hybrid varmepumper



# Varighedskurver og spidslast



TEKNOLOGISK  
INSTITUT



- Elpatron er den mest anvendte løsning til at klare forsyningen når det er koldere end  $-7$  grC udenfor
- Gas kan være et alternativ ved kapacitetsproblemer



# State of the art Solceller

- Moduler med over 20% effektivitet
- Invertere med over 98% effektivitet
- Produktion op mod 1000 kWh/kWp
- Mange nye montagesystemer og nu i farver!
- Kvadratmeterpris på niveau med high-end byggematerialer

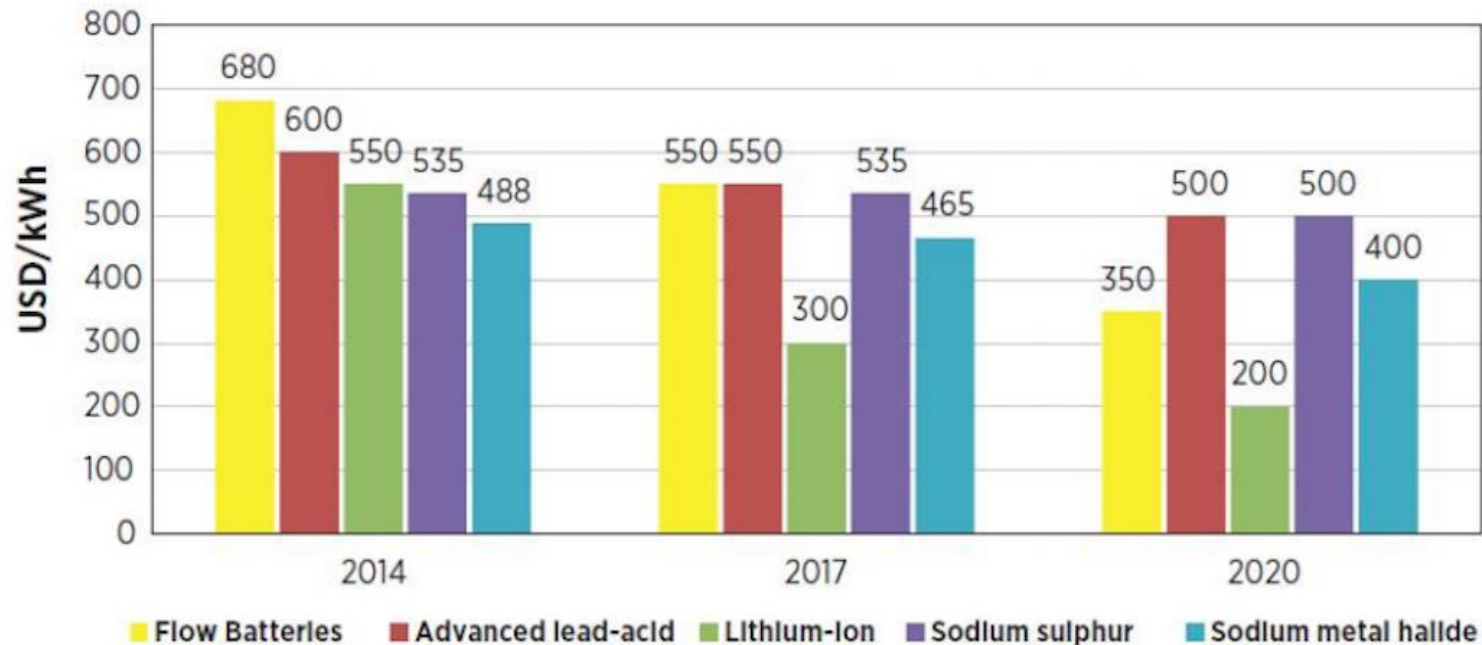


# Solcelleanlæg

|                                     | Princip   | OBS  | Dækning af årsforbrug |
|-------------------------------------|---|--|-----------------------|
| Nettilsluttet standard              | Direkte brug af solcellestrøm indenfor hver time      | Salg af overskud til nettet                            | 100%<br>30% egetf.    |
| Nettilsluttet med batteri           | Direkte brug af solcellestrøm ca. indenfor hvert døgn | Salg af overskud til nettet                            | 100%<br>70% egetf.    |
| Ikke nettilsluttet til f.eks. varme | Elvarmepatron tilsluttet solceller                    | Kræver særlig styring. Ikke udnyttet energi er spildt. | 60% BV                |
|                                     |   |  |                       |

# Batterilager?

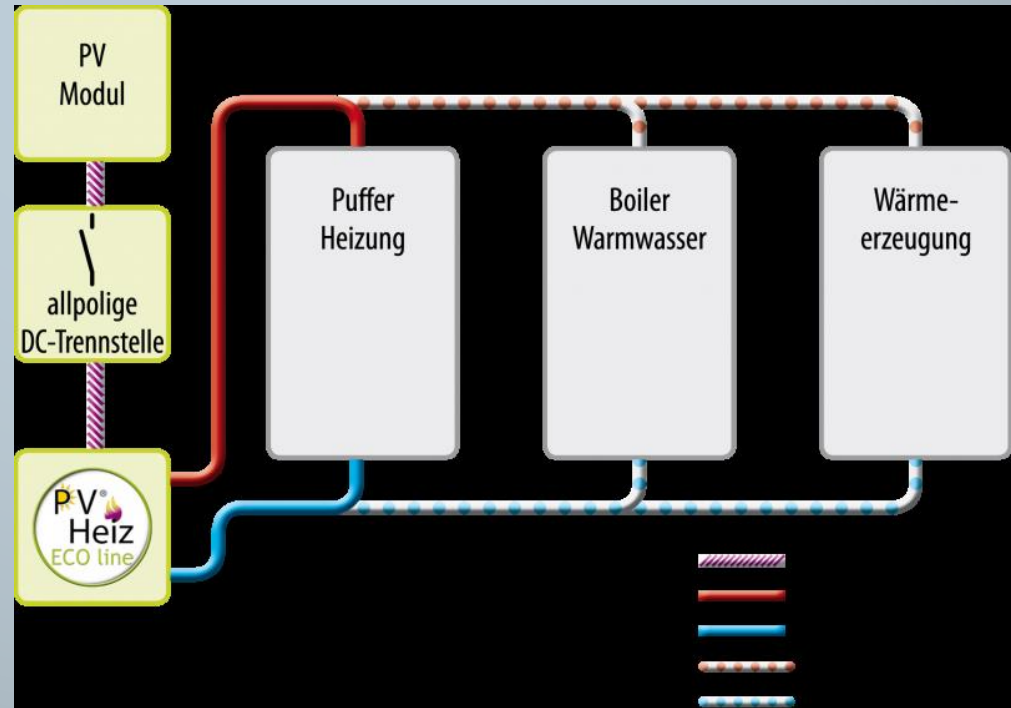
- Tæt på rentabilitet (Nye PV anlæg – faldende afregning)
- Allerede en del udbydere
- Vær opmærksom på sikkerhed!





# Direkte elvarme?

- PV kan nu konkurrere med solvarme ved små anlæg
- Effektiviteten afhænger ikke af vandtemperaturen
- Ingen frost eller kogning
- Ingen ekstrabetaling for netadgang
- Elpatron indsættes i varmeanlæg eller varmtvandsbeholder



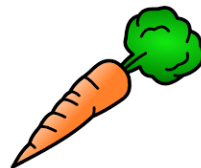
# Indhold

- VE i bygninger generelt
- State of the art for de tre teknologier
- **Rammebetingelser for private VE anlæg**
- Dimensionering og valg af anlægstype
- Fremtidig udvikling

# Pisk, gulerod og hakkejern



TEKNOLOGISK  
INSTITUT



## Kommentar

|                    |   |   |  |  |
|--------------------|---|---|--|--|
| <b>Solvarme</b>    | Generelle energirammekrav<br><br>BR krav om solvarme i større bygninger | OK privatøkonomi ved store anlæg.<br><br>Robust varmepris   | Lokale bestemmelser, f.eks. forbud mod reflekterende tagmateriale  | Elvarme fra PV er billigere ved helt små anlæg   |
| <b>Varmepumper</b> | Generelle energirammekrav   | Nedsat elafgift til varmeformål   | Tilslutningspligt til fjernvarme<br>Lokale krav (støj)<br>Modstand mod lodrette borer  | Økonomi meget afhængig af fremtidens elpriser<br>Fordelen falder ved meget små forbrug |
| <b>Solceller</b>   | Generelle energirammekrav   | OK privatøkonomi ved højt elforbrug i dagtimerne<br><br>Ret til egenproduktion af el<br><br>Robust elpris | Lokale bestemmelser, f.eks. forbud mod reflekterende tagmateriale<br><br>Komplicerede rammebetingelser, især ved fælles anlæg<br><br>Ekstra nettarif | Teknisk uafhængig af bygningens forbrug (men ikke økonomisk)                           |

# Hvad siger BR 2010?

"I nybyggeri og i eksisterende bygninger, hvor der foretages ombygninger eller forandringer, der er væsentlige, skal der være en andel af vedvarende energi i den samlede energiforsyning til bygningen, hvis dette er rentabelt, jf. kap. 7.4."

- Rentabilitet:  $\text{Levetid} \times \text{besparelse 1. år} / \text{Investering} > 1,33$
- Levetid 20 år for VE installationer



# Hvad siger BR 2010?

- Fælles VE anlæg

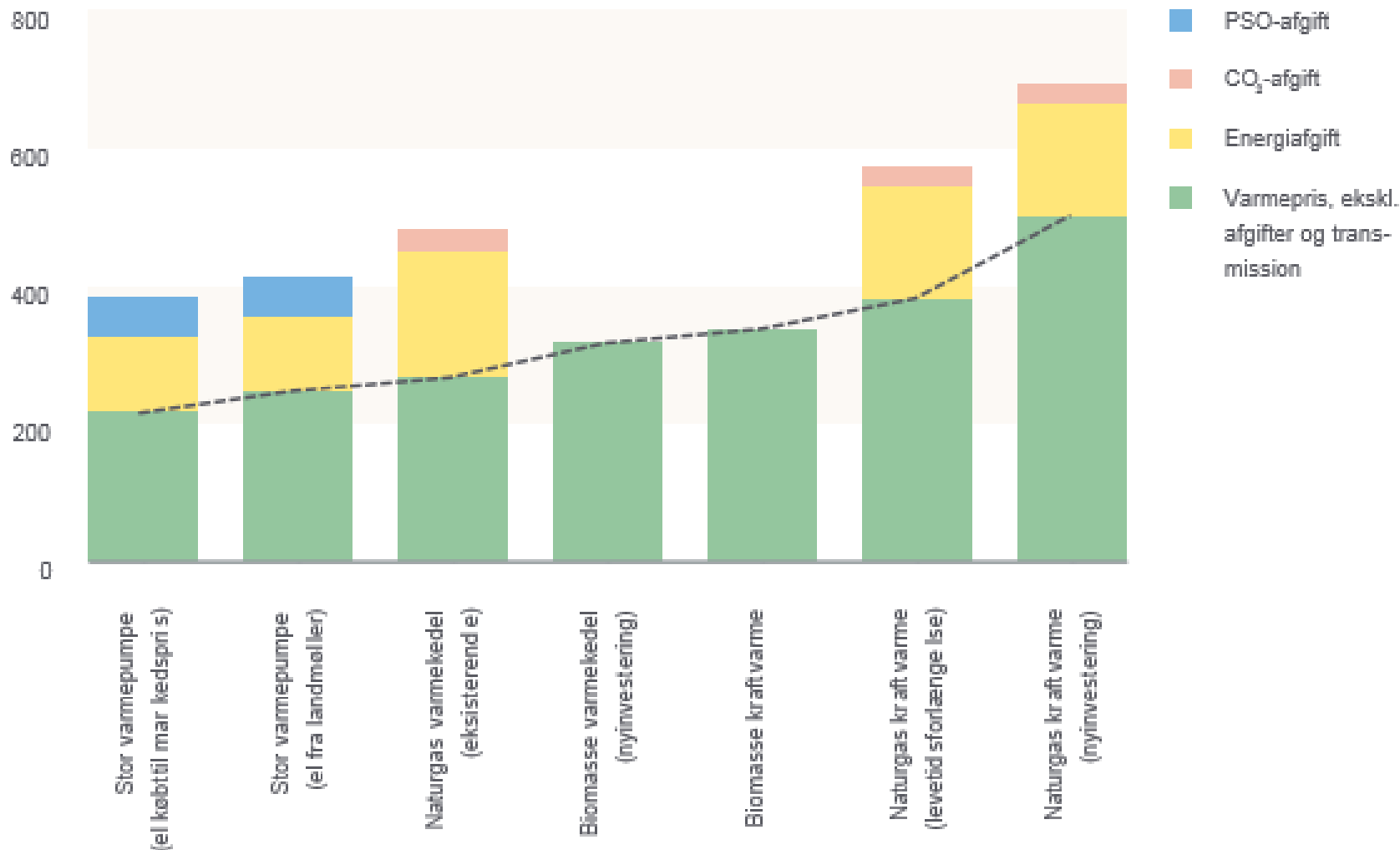
- Tæller kun med i energirammen på nye bygninger!\*)
- Ejere skal bidrage økonomisk
- Solvarme kan kun indregnes udenfor fjernvarmeområder

- Individuelle VE anlæg

- På eller i forbindelse med bygningen
- PV el til bygningsdrift og andet elforbrug (?) på månedsbasis
- Solvarme til bygningsdrift på månedsbasis
- Energi til bygningsdrift må ikke være negativt på årsbasis

\*)VE anlæg skal placeres i nærheden af bebyggelsen. I nærheden er i denne sammenhæng i kommunen eller for en yderligt beliggende bygning også en beliggenhed i umiddelbar nærhed af bygningen selvom denne placering er i nabokommunen

Kr./MWh

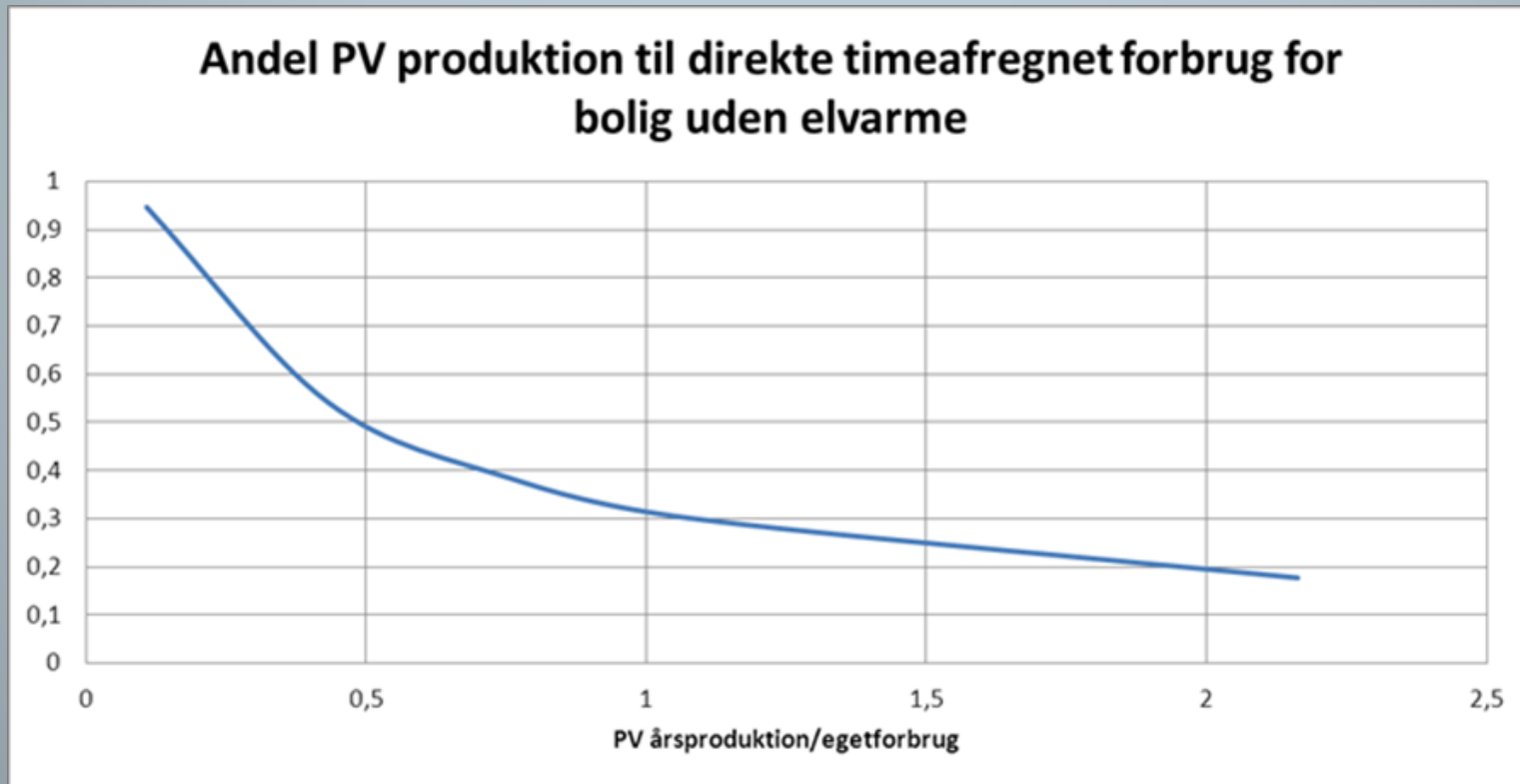


## Klimarådets nye rapport: Energifgifter står i vejen for elektrificering

*"Uden elektrificering får samfundet ikke tilstrækkelig værdi af den vedvarende elproduktion. Energifgifterne står i vejen for at få gang i den elektrificering, der er samfundsøkonomisk fornuftig. Der betales således over tre gange så meget i energifgift på el som på øvrige brændsler."*

# Særlige udfordringer

- Det direkte forbrugte sol-el er vanskeligt at beregne i praksis
- De færreste er hjemme om dagen når solen skinner
- Forskellige afregningsformer giver forvirring
- Fælles solcelleanlæg må som regel ikke videredistribuere el til de enkelte brugere



# Indhold

- VE i bygninger generelt
- State of the art for de tre teknologier
- Rammebetingelser for private VE anlæg
- Dimensionering og valg af anlægstype
- Fremtidig udvikling



# Husk der er to regnskaber

- Energiramme.  
Skematisk  
dimensionering
  - Er VE den billigste måde at opfylde energirammen på?
  - Hvilket energimærke kan man i givet fald opnå?
  - BR2015: VE kan nettoberegnes på månedsbasis, dog med et maksimalt bidrag på 25 kWh/m<sup>2</sup> pr år
- Privatøkonomi.  
Dimensionering  
tilpasset bruger.
  - Hvilke tariffer gælder for køb/salg?
  - Hvilken prisudvikling er sandsynlig i anlæggets levetid?
  - Vil forbruget ændre sig over tid?
  - Er det måske bedre at købe en andel i et centralt VE anlæg?

# VE ved renovering

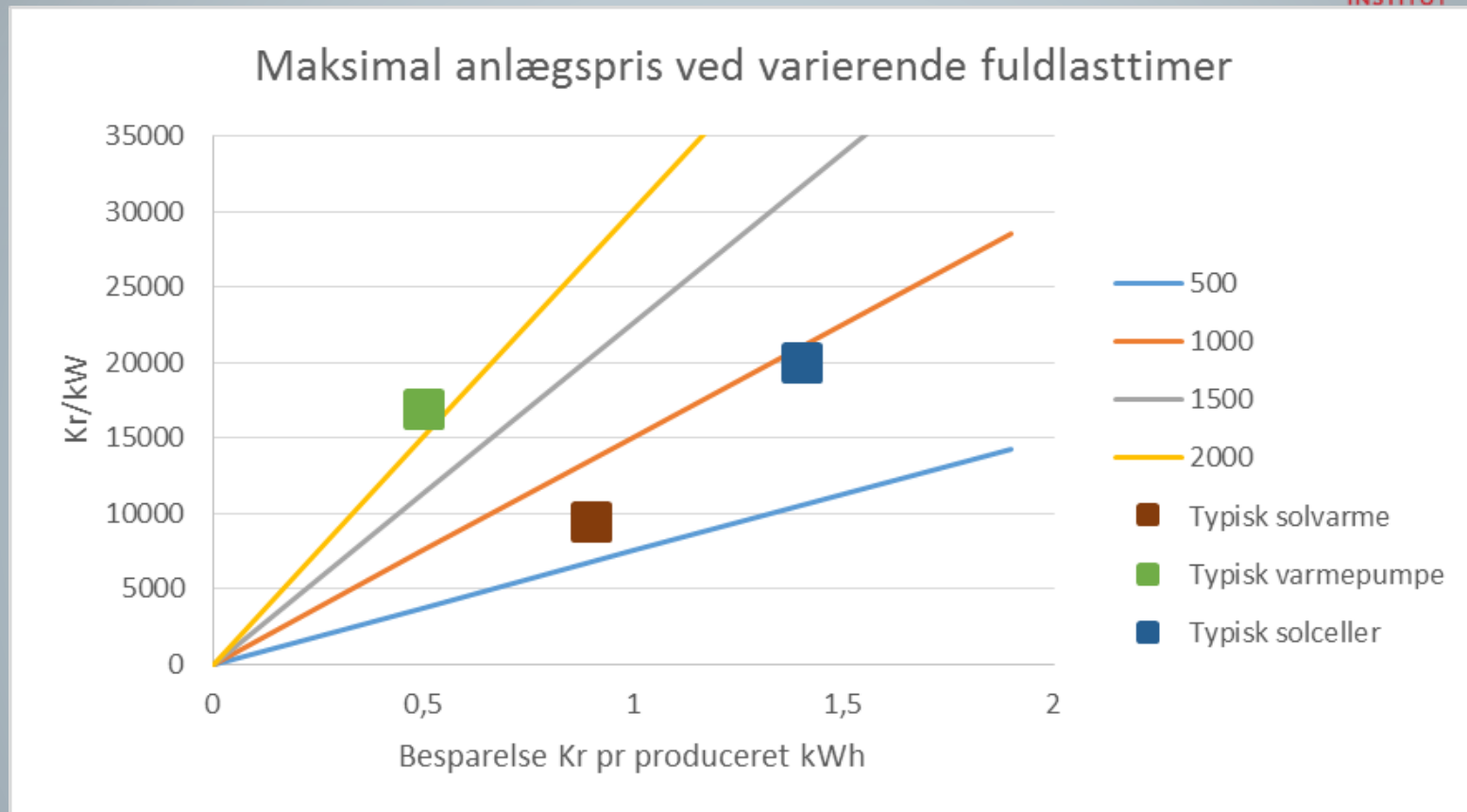
|                   | Eksisterende forsyning            |                            |            |
|-------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------|
|                   | Elvarme                           | Olie/Gaskedel              | Fjernvarme |
| <b>Solvarme</b>   | X (brugsvand)                     | X (BV+rumvarme supplement) |            |
| <b>Solceller</b>  | X                                 | X                          | X          |
| <b>Varmepumpe</b> | X (BV eller luft-luft supplement) | X (skift eller supplement) |            |

Udskiftning af tag: Tænk solceller/solfangere

Udskiftning af beholder eller kedel: Tænk VP og solvarme

Udskiftning af radiatorer: Tænk lavtemperaturdrift

# Økonomivurdering (levetid 20 år)



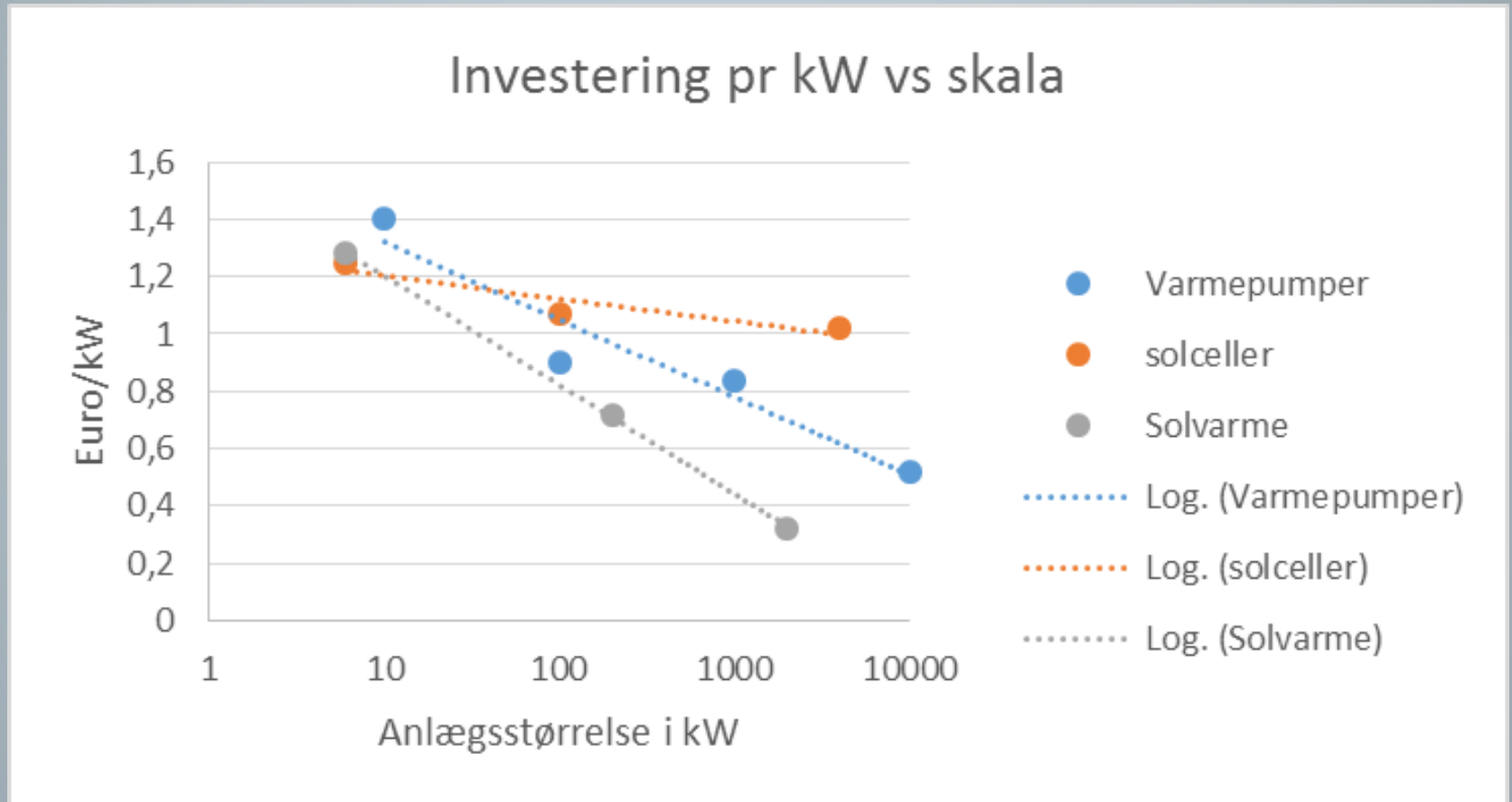
Diagrammet illustrerer den maksimale anlægspris for at investeringen netop er rentabel i henhold til BR10 metoden:

Levetid x besparelse 1. år / Investering > 1,33

Besparselsen pr produceret kWh er fratrukket udgifter til drift og vedligehold.

Værdien afhænger af den energiform som erstattes!

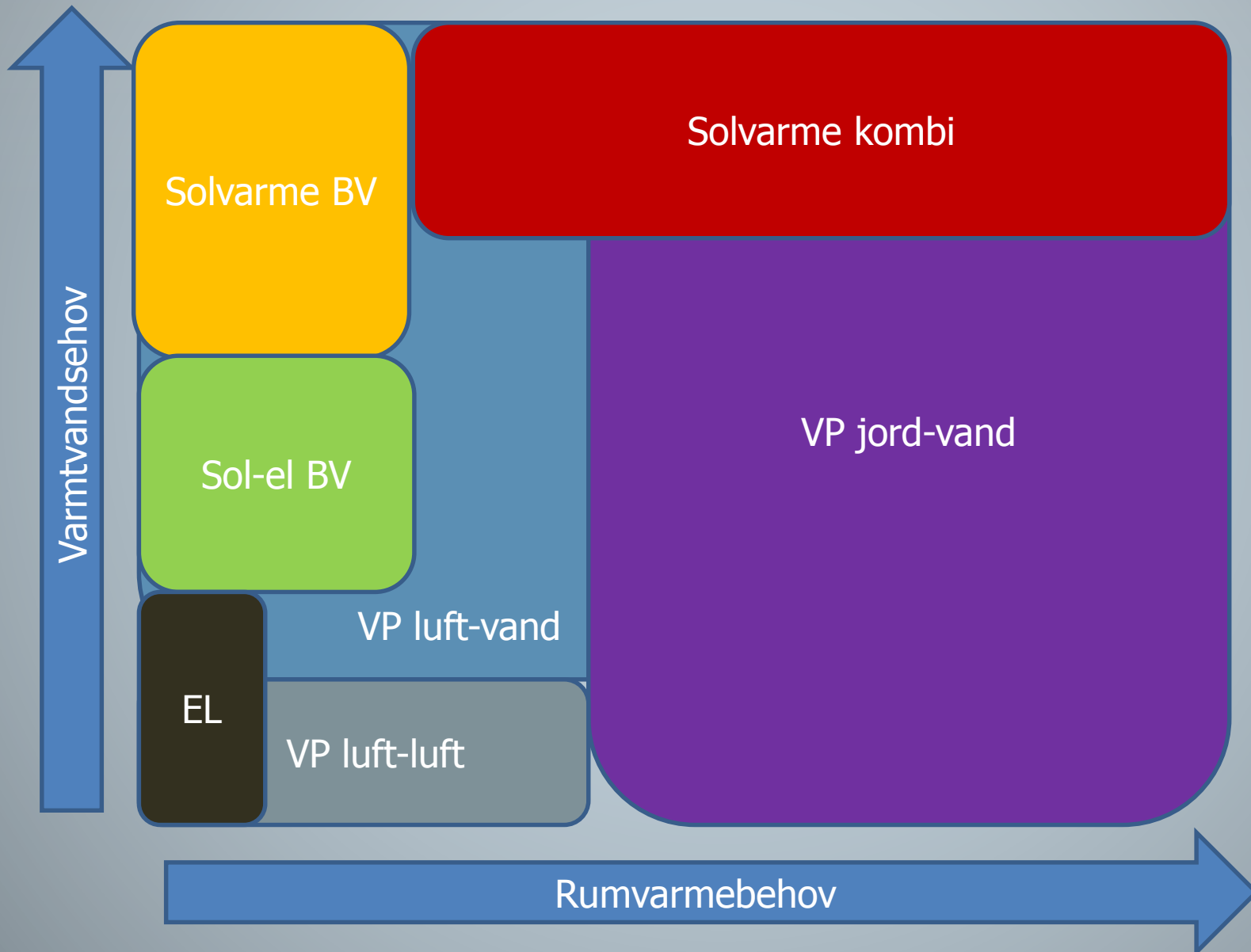
# Økonomi og skala



Data fra Energistyrelsens Teknologikatalog



# Vejledende teknologivalg (varme)



# Indhold

- VE i bygninger generelt
- State of the art for de tre teknologier
- Rammebetingelser for private VE anlæg
- Dimensionering og valg af anlægstype
- **Fremtidig udvikling**

# Udvikling frem mod 2050



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

- Små solvarmeanlæg vil forsvinde til fordel for solceller til varmeproduktion.
- Store solvarmeanlæg vil fortsætte med at blive udbredt og vil blive lidt billigere
- Nettilsluttede solcelleanlæg til bygninger vil blive en integreret del af klimaskærmen på nye huse og ved tagrenovering. Anlæg med batterier vil falde i pris og vinde markedsandele.
- Varmepumper bliver lidt mere effektive og lidt billigere med voksende udbredelse/kendskab
- Gamechanger: Nye lagringsteknologier og ikke mindst ændrede rammevilkår.



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

*Tak for jeres opmærksomhed!*



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