

# Intro Energiforsyningssystemer og LTDH

# LowTEMP træningspakke - Oversigt

## Introduktion

Intro politik og mål for klimabeskyttelse

Intro Energiforsyningssystemer og LTDH

Energiforsyningssystemer i Østersøregionen

## Energistrategier og pilotprojekter

Metode til udvikling af energistrategier

Pilot Energistrategier - Mål og betingelser

Pilot Energistrategier - Eksempler

Pilottestforanstaltninger

Beregning af CO<sub>2</sub>-emission

LCA beregning

## Økonomiske Aspekter

Livscyklusomkostninger ved LTDH-projekter

Økonomisk effektivitet og finansieringshuller

Kontrakterings- og betalingsmodeller

Forretningsmodeller og innovative finansieringsstrukturer

## Tekniske Aspekter

Rørsystemer

Varmekraftsystemer (CHP)

Solvarme i stort omfang

Affalds- og overskudsvarme

Varmepumper i stort omfang

Strøm-til-varme og Strøm-til-X

Lagring af varme, is og PCM

Varmepumpesystemer

LT og gulvvarme

Produktion af postevand

Ventilationssystemer

## Bedste Praksis

Bedste praksis I

Bedste praksis II

# 1. Energiforsyningssystemer

Energikilder

Udviklinger og tendenser

# Energiforsyningssystemer

## Energikilder (fossile og vedvarende):

- Olie
- Gas
- Kul
- Atomenergi
- Solenergi
- Vindenergi
- Geotermisk energi
- Vandkraft
- Biomasse
- Affaldsvarme
- Varmegenvinding
- ...



Figur 1: Vindenergi. Kilde: Al3xanderD [1]

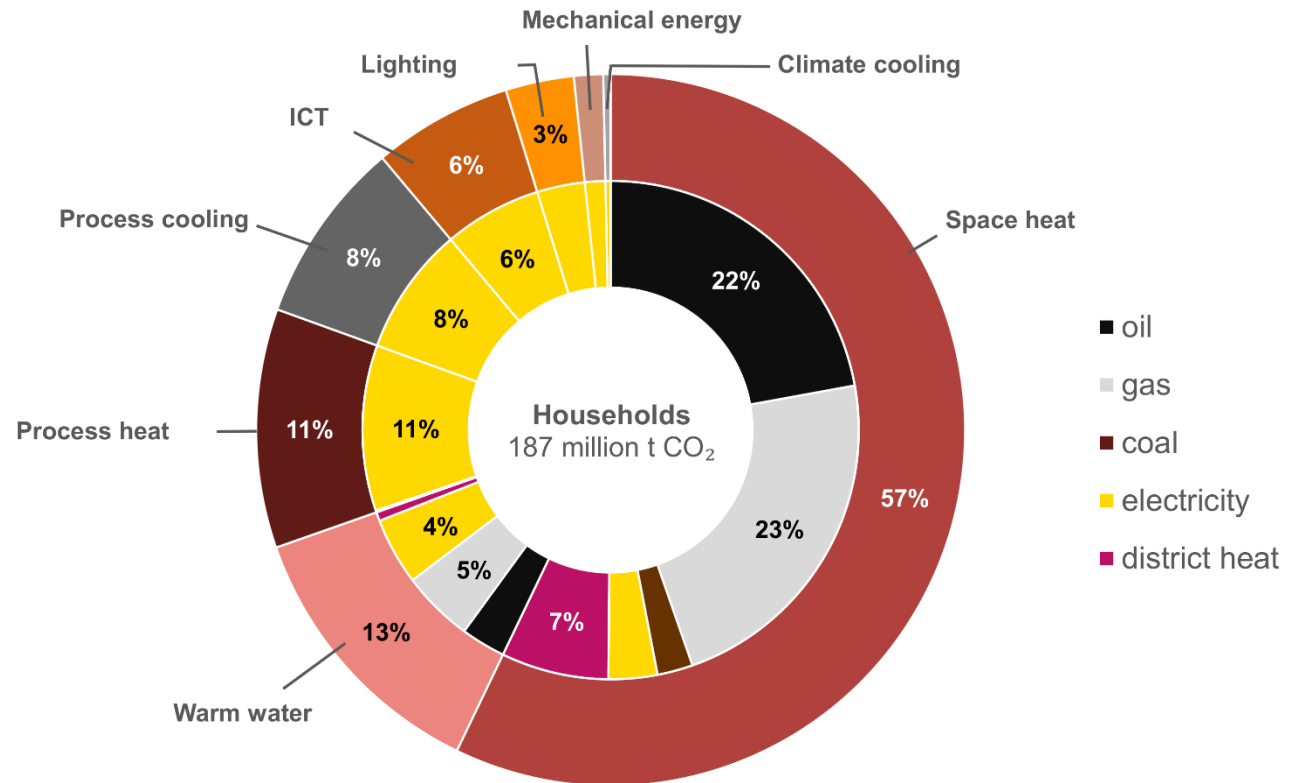


Figur 2: Solenergi. Kilde: RoyBuri [2]

# Energiforsyningssystemer

## Fakta og tal:

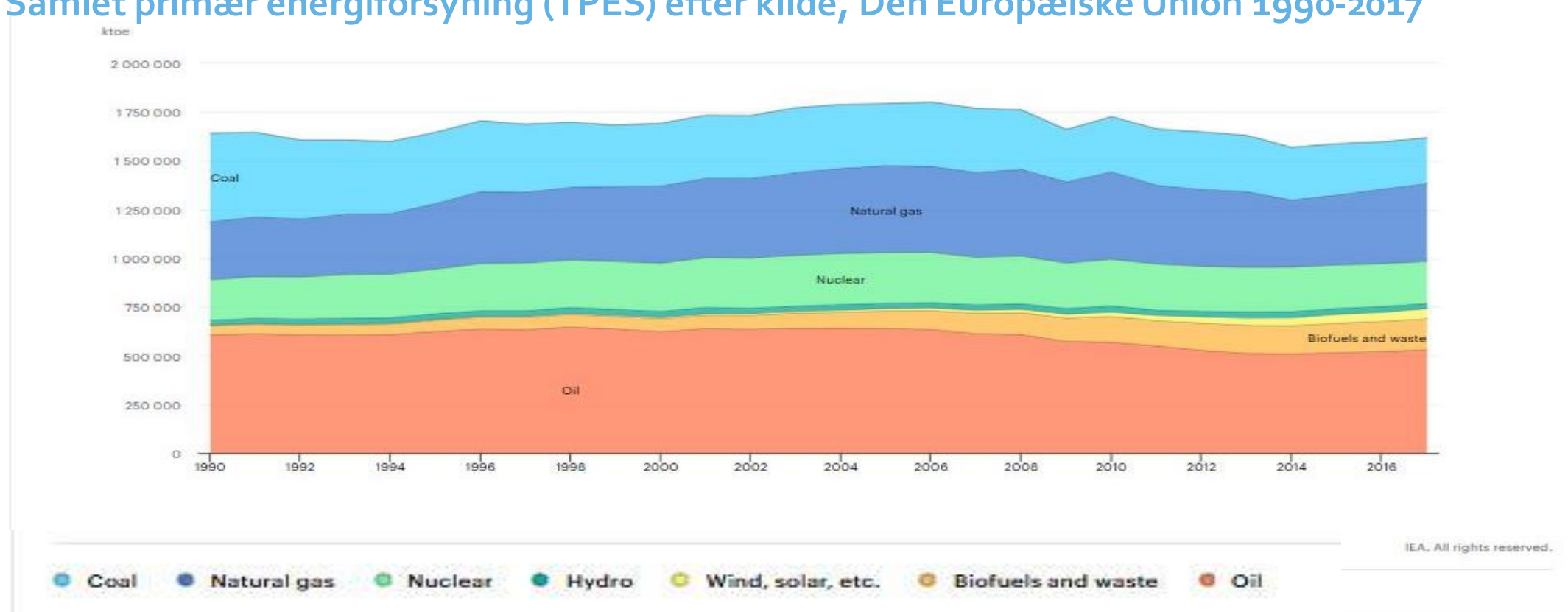
- Opvarmning tegner sig for **mere end halvdelen** af det samlede energiforbrug i husholdningerne.
- Fjernvarmenetværk kan have høje varmetab:
  - Avancerede netværk 5-15%.
  - Gamle netværk op til **30%** eller derover.



Figur 3: Emissions caused efter indenlandsk sektori Tyskland i 2014, kilde : J. Conrad, S. Greif: Modelleringsbelastningsprofiler for varmepumper (2019)

# Energiforsyningssystemer

## Samlet primær energiforsyning (TPES) efter kilde, Den Europæiske Union 1990-2017

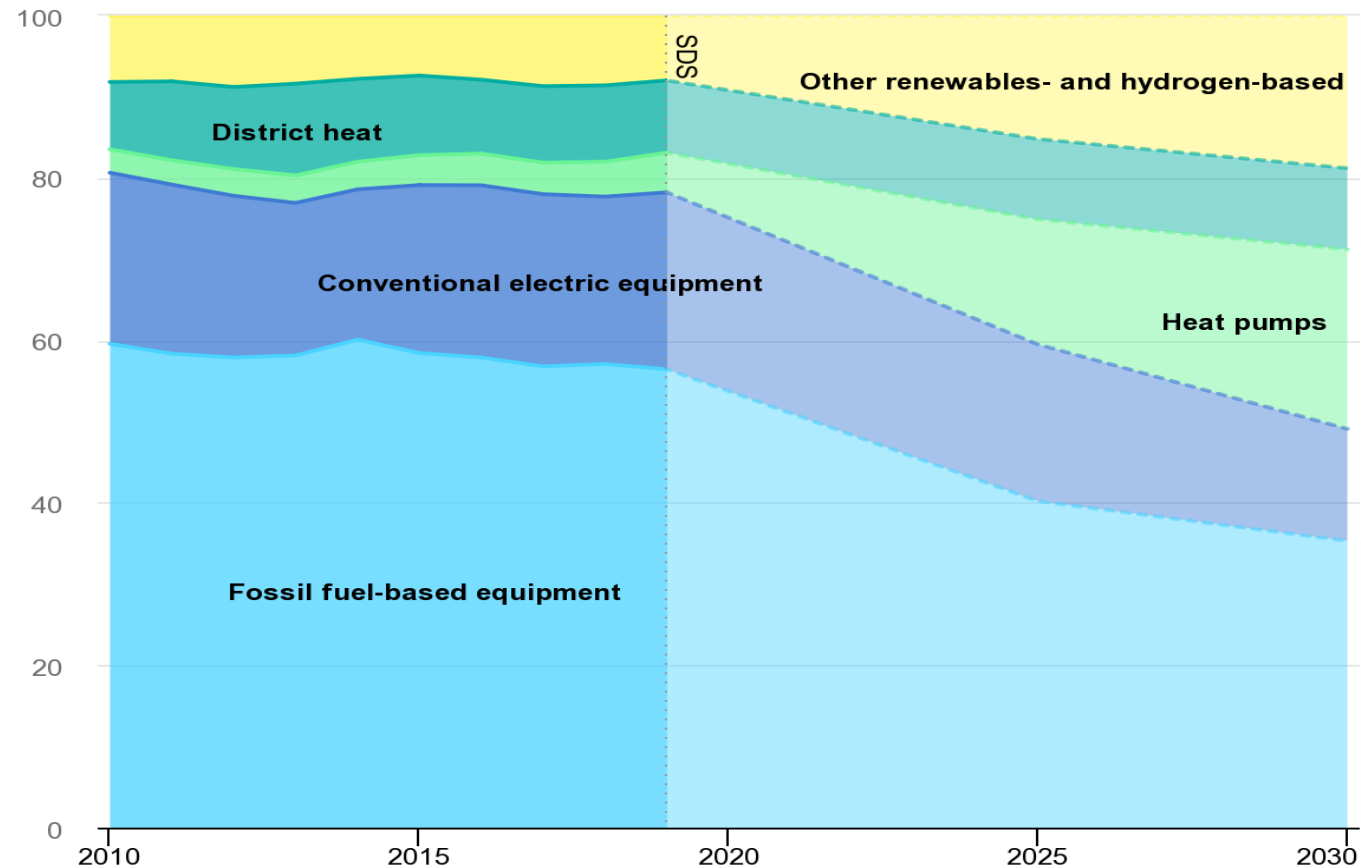


Figur 4: Samlet primær energiproduktion efter kilde, Den Europæiske Union, kilde: IEA.org

# Energiforsyningssystemer

## Fakta og tal:

- I 2019 var stadig mere end halvdelen af salget af varmeudstyr baseret på fossilt brændstof!



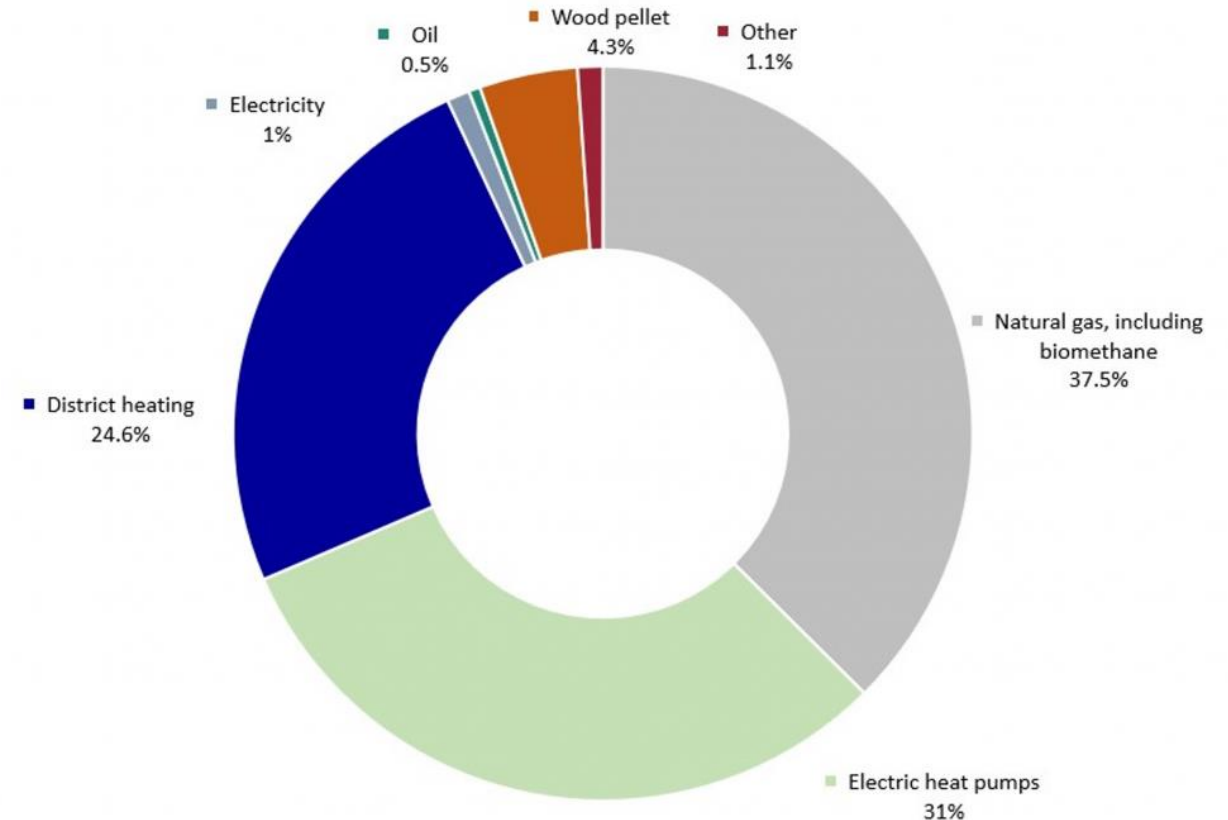
Figur 5: Teknologisalg i varmeudstyr 2020 til 2030 projektion, kilde: iea.org



# Energiforsyningssystemer

## Udviklinger og tendenser

- Energiforsyningssystemerne har ændret sig markant i løbet af de sidste 100 år.
- Tendens mod bæredygtige og mere effektive systemer.
- Fjernvarme udgør 25% i nye hjem i Tyskland sammenlignet med 14% i alle tyske hjem.



Figur 6: Varmekilder i nye tyske hjem 2019, kilde: BDEW [6]



# Energiforsyningssystemer

Fuel	Mechanism	System efficiency	Fuel carbon factor gCO <sub>2</sub> /kWh in 2020	Emissions vs natural gas
Coal	combustion	75%	321	+98%
Biomass	combustion	75%	305	+88%
Oil	combustion	85%	247	+34%
LPG	combustion	85%	215	+17%
Natural gas	combustion	85%	184	-
Direct electric	resistance	100%	136	-37%
Electricity / ASHP	heat transfer	240%	136	-74%
Electricity / GSHP	heat transfer	340%	136	-82%
Electricity / GSHC	heat transfer	540%	136	-88%
Green Electricity / GSHC	heat transfer	540%	-	-100%

Figur 7: Relativ kulstofemission fra varmesystemer, kilde: BEIS [7]

# 2. Lavtemperaturfjernvarme (LTDH)

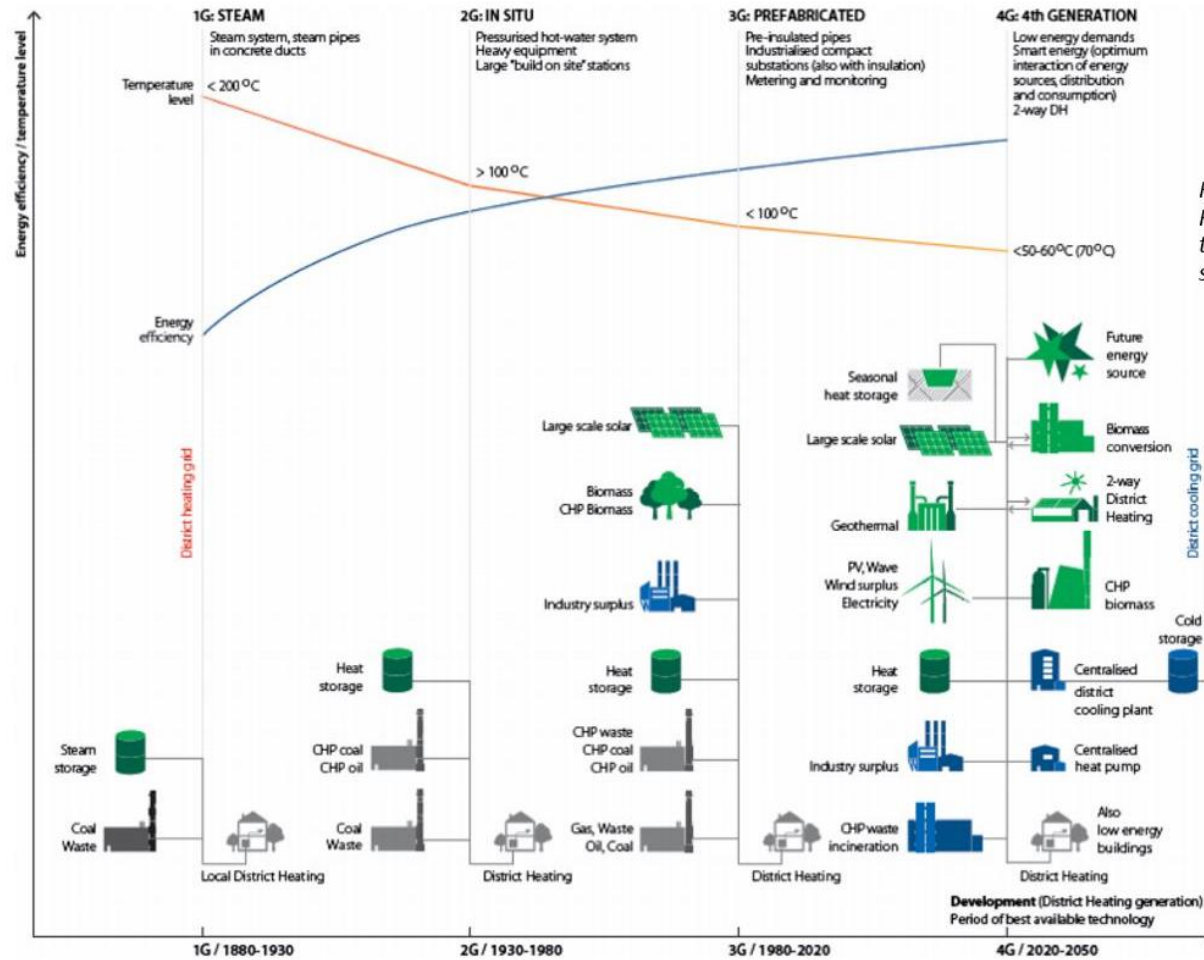
Fjernvarmes historie

Nuværende systemer og applikationer

# Fjernvarmehistorie

Generation	Temperaturer	Kilder	„Konsekvenser“
1. generation 1880-1930	damp < 200°C	Kuldampkedler og nogle kraftvarmeanlæg	
2. generation 1930-1980	> 100°C	Kul- og oliebaseret kraftvarmeværk og nogle varmekedler	
3. generation 1980-	< 100°C	Kraftvarme i stort omfang, distribueret kraftvarme, biomasse og affaldsforbrænding	Lavere tryk, integration af flere kilder mulig
4. generation	under 50 - 70°C	Flere vedvarende kilder og overskudsvarme	Velisolerede bygninger, lavtidsopvarmningsinstallationer, nye måder til produktion af varmt vand

# Fjernvarmehistorie



Ref. Article: 4th Generation District Heating (4GDH) Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems

Figur 8: Tidslinje for fjernvarmegenerationer, kilde: H. Lund et al. [8]

EMD International A/S  
www.emd.dk

# Ulemper ved eksisterende fjernvarmesystemer

- Nuværende "3. generation" af fjernvarmesystemer, kendetegnet ved:
  - stadig overvejende brug af fossile brændstoffer.
  - lange transportveje med høje temperaturer fører til varmetab = lavere effektivitet end lokalt genereret varme,
  - Mulighed for leverandørers monopolstilling (mangel på konkurrence, langsigtede kontraktlige forpligtelser ...).
  - Ikke tilpasset højere energieffektivitetsstandarder i bygninger.



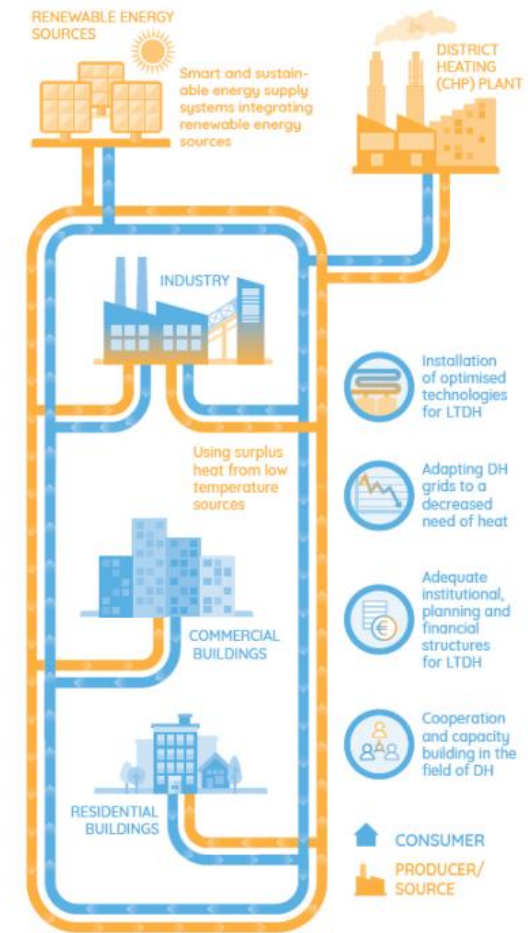
Figur 9: Kul. Kilde: OnzeCreativiteitijd [9]



Figur 10: Luftforurening. Kilde: SD-Billeder [10]

# Fordele ved "4. generation" -systemerne

- LT varmforsyningsnetværk med reduceret tilførsel ( $55\text{ }^{\circ}\text{C}$  til  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) og returtemperaturer ( $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  til  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- Fjernvarmenetværk med lav temperatur kan yde et væsentligt bidrag til en bæredygtig og effektiv udnyttelse af energiresourcerne.
- Tilpasning til kravene til lavere opvarmningstemperaturer i områderne med energieffektive bygninger, hvilket betyder en betydelig reduktion af varmebehovet.
- Optimeret integration af vedvarende energikilder (geotermisk og solenergi) og industriel spildvarme.
- Reduceret varmetab i rør gennem forbedret isolering og lavere netværkstemperaturer.



Figur 11: LowTEMP-projektordning  
Kilde: LowTEMP-projektet [11]



## Fjernvarme - indirekte eller direkte systemer

- Direkte eller indirekte fjernvarmeforsyning mulig.
- Direkte fjernvarmeforsyning: leverandørens varmeoverførselsmedium strømmer også gennem hussystemet. Kræver mindre plads i husets tilslutningsrum end et indirekte system.
- Indirekte fjernvarmeforsyning: varmeveksler adskiller husnetværket fra leverandørens netværk. Varmt drikkevand produceres altid indirekte, hvorved både fjernvarmevandet og opvarmningsvandet fra hussystemet kan bruges til opvarmning.
- Beslutningen om en direkte eller indirekte forbindelse til fjernvarmenettet træffes normalt i fjernvarmeselskabets retningslinjer.

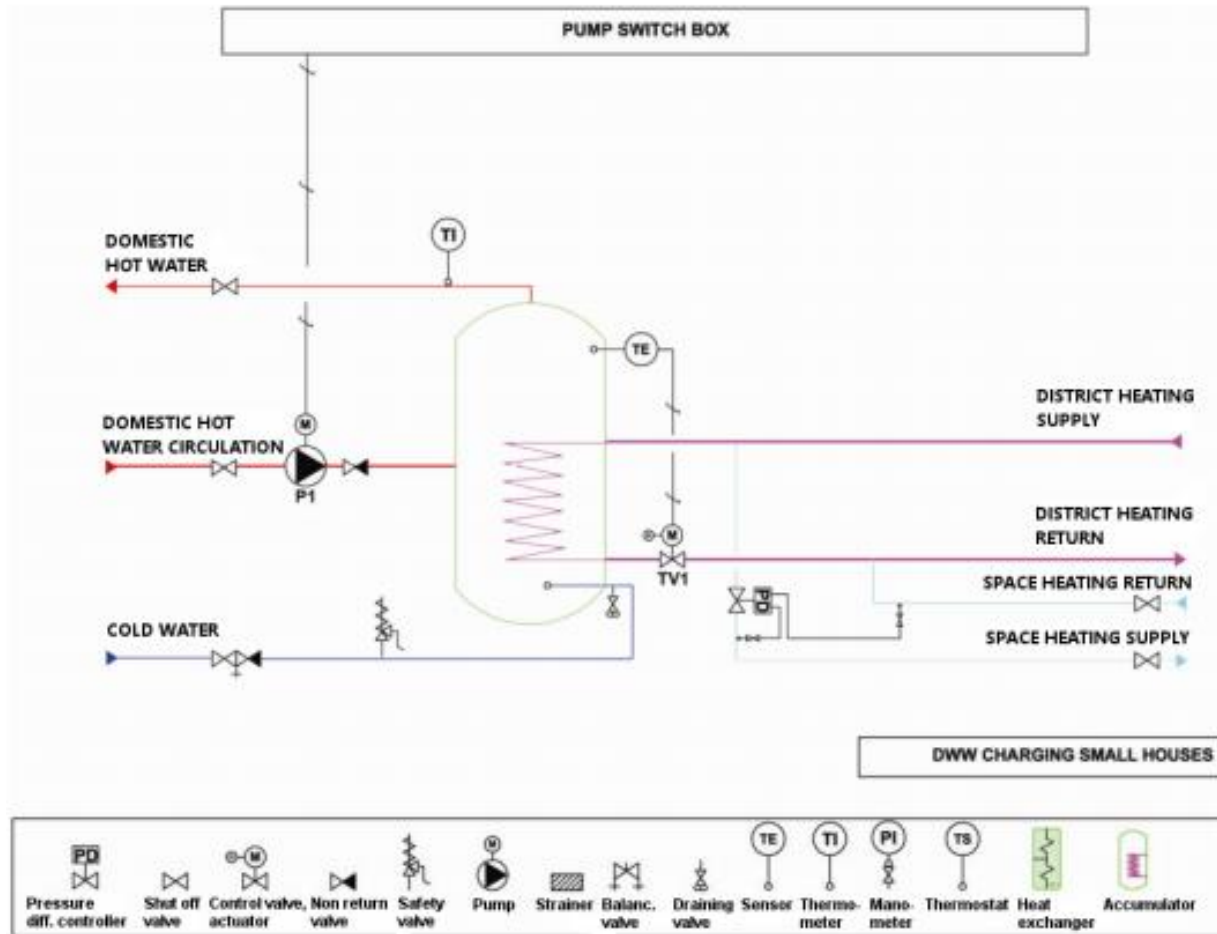


# Fjernvarme - indirekte eller direkte systemer

- Forskelle mellem direkte og indirekte systemer:

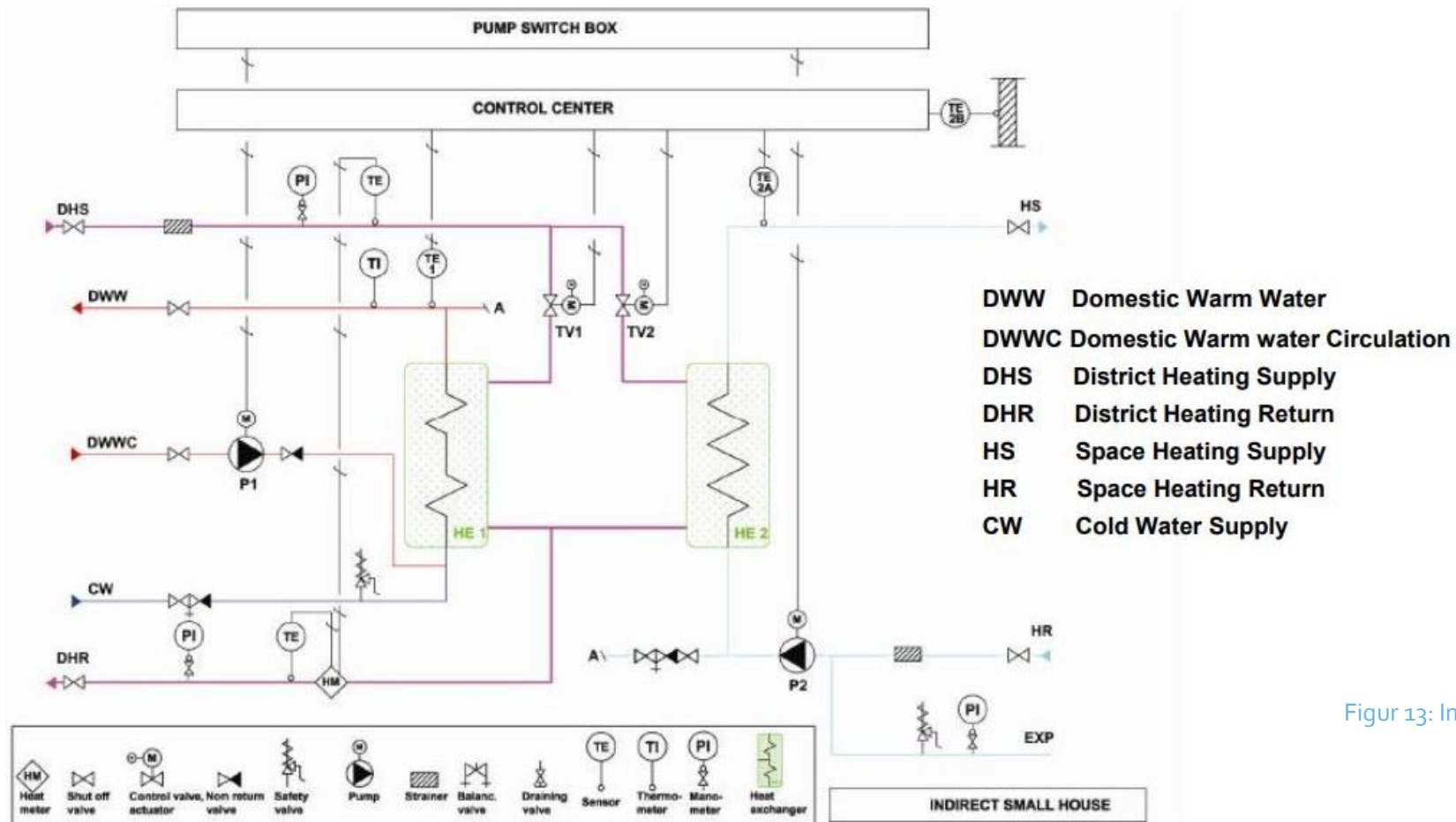
Direkte System	Indirekte System
Fremløbstemperatur på forsyningsiden = maksimal fremløbstemperatur på forbrugersiden	Maksimal fremløbstemperatur kan indstilles manuelt af forbrugeren
Centralvarme vandpåfyldning af varmesystemet	Decentral opvarmning af vand er nødvendigt
Der er ingen adskillelse af hydraulik og opvarmningssystem opstrøms	Der er en adskillelse af hydraulik- og varmesystem opstrøms
Basestationen fungerer uden elektriske komponenter	Elektrisk forsyningsledning er påkrævet

# Direkte systemer



Figur 12: Direkte varmesystemer. Kilde: Euroheat &Power [12]

# Indirekte systemer



Figur 13: Indirekte varmeanlæg. Kilde: Euroheat &Power [12]

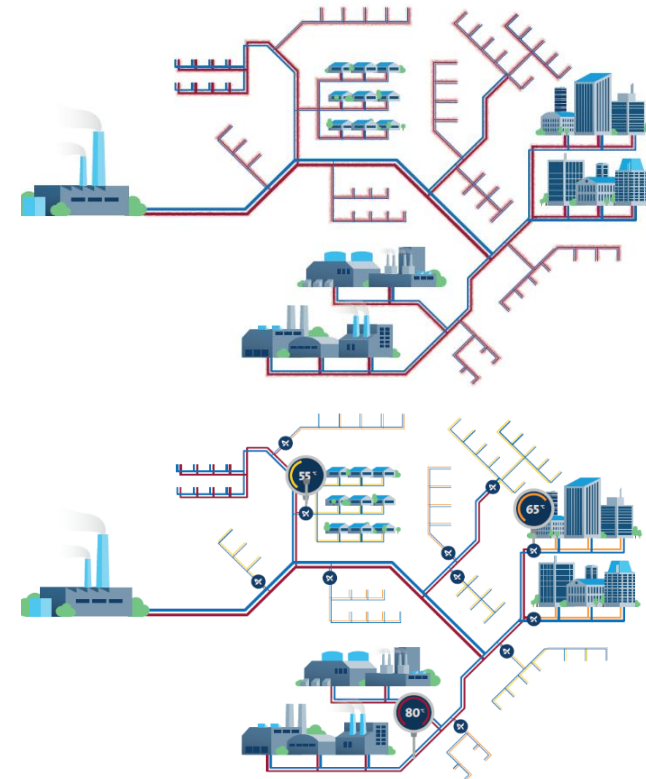
# iGRID temperaturzoner-løsning

## Mål:

I det direkte fjernvarmesystem er det muligt at sænke temperaturen lokalt for en valgt kunde eller et byområde ved anvendelse af blandingsshuntteknikker. Et eksempel er Grundfos iGRID temperaturzoneløsning udstyret med Grundfos temperaturoptimeringsenheder (GTO).

## Netværksplaner:

Skemaer for fjernvarmenet før og efter implementering af iGRID-systemet er vist i figur 9.



Figur 9: Skema for fjernvarmenet før og efter implementering af iGRID-systemet, kilde: <http://net.grundfos.com/Apl/ccmsservices/public/literature/filedata/Grundfosliterature-6289184.pdf>

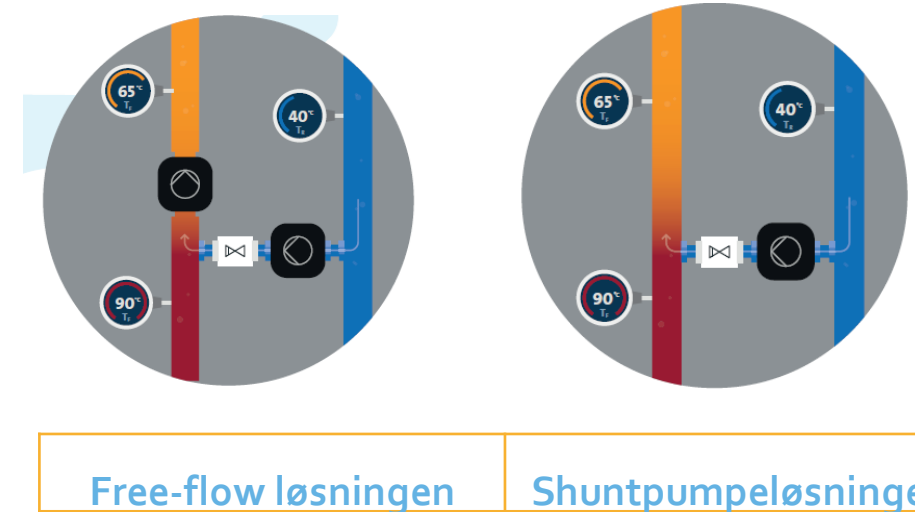
# iGRID temperaturzoner-løsning

## Enhederne:

En blandingsløjfe, der tager vand fra returledningen og skifter det ind i forsyningen for at sænke temperaturen til det krævede niveau i en given netværkszone. De produceres i forskellige konfigurationer,

**Free-flow løsning** bruger to pumper. Pumpen i forsyningsledningen justerer det krævede tryk i strømningsledningen. Pumpen i strengen mellem strømnings- og returrørene justerer den sekundære fremløbstemperatur til det krævede niveau. Denne konfiguration eliminerer tryktab og sikrer høj pålidelighed.

**Shuntpumpe-løsning** udnytter trykket fra hovedgitterpumperne. Effektivitet vokser gennem fald i fremløbstemperatur ved at blande forsynings- og returstrømme. Her er det ikke muligt at sænke trykket lokalt ved at løsningen er nem at implementere, pålidelig og reducere tab på ventiler.



Figur 15: Grundfos' temperaturoptimeringsenheder (GTO) i forskellige konfigurationer. Kilde: Grundfos [13]

# iGRID temperaturzoner-løsning

Pilotimplementering af zone med lav temperatur i København:  
 Opløsningen af temperaturzoner blev anvendt til at sænke den gennemsnitlige forsyningstemperatur (for et område med enkelt- og flerfamiliehuse) fra **79 °C til 60 °C** - se fig. 11. Før implementeringen var den nominelle forsyningstemperatur i hele nettet **110 °C**.

Årligt kundevarmebehov: 9.000 MWh	Før implementering	Efter implementering
Gennemsnitstemperatur (forsyning / retur) [° C]	79/ 48	60/ 38
Distributionstab [MWh]	2 570	1 950
Yderligere energiforbrug af netpumper [MWh / rok]	0	14,0

**Effekter:** distributionstab falder med 24%,  
 CO<sub>2</sub>-reduktion: 47 tons,  
 simpel tilbagebetalingstid: 3 år



Figur 16: Implementering af lavtemperaturnetzone i Københavnsområdet. Kilde: Grundfos [13]

# 3. Forskning og projekter

Opvarmningskøreplan Europa

LowTEMP

Aalborg studier



# Opvarmningskøreplan Europa

- Konsortium bestående af 24 partnere fra forskning, uddannelse, industri og lovgivning.
- En række studier siden 2012 har fokuseret på varmesystemer med lavt kulstofindhold.
- Første paneuropæiske termiske atlas (Peta) over efterspørgsel efter varme og køling i Europa.
- Køreplaner for dekarbonisering af opvarmningssektoren for 14 EU-lande, der dækker 80% af emissionerne sammen.
- Mere varme spildes af elproduktion i Europa end nødvendigt for det samlede varmebehov!
- Forskning er åbent tilgængelig - så andre undersøgelser kan bruge værktøjerne og modellerne til nye studier.
- Finansieret af Horizon 2020 - EU-budget for klimahandling.

# Aalborg Universitetsstudier

- Største forskningscenter af sin slags med over 400 involverede forskere.
- Undersøgelser vedrørende fjernvarme og kulstoffattige løsninger.
- Samarbejde med offentlige og private virksomheder om applikationsorienterede løsninger.
- Førrende partner for 4. generation fjernvarme.
- Flow-laboratorium og termiske-systemer-komponenter laboratorium.
- # 1 i Europa og # 8 globalt inden for ingeniørforskning (US News & World Report 2018)

# LowTemp Projekt

- EU-finansieret forskningsprojekt i Østersøregionen (BSR).
- 24 projektpartnere fra 8 lande.
- Deling af information med nabolandene udvikling af et modelleringsværktøj, der hjælper kommuner i beslutningsprocessen vedrørende fjernvarme.
- Seminarmateriale til ekspertuddannelse.
- Vidensplatform med eksempler på bedste praksis.

# 4. Potentiale og Udsigter

2050 Køreplan

# Køreplan 2050

- EU-mål for 2050 er at være CO<sub>2</sub>-neutral.
- Reduktion af emissioner, øget energieffektivitet og introduktion af vedvarende energi.
- LTDH har et stort potentiale til at integrere vedvarende energikilder med lavt kulstofindhold.
- Det er meget effektivt - lidt varmetab og spildvarme.
- Distribution dækket med en blanding af centraliserede og decentrale kilder - pålidelig.

# Kilder

- [1] Al3xanderD. Pixabay. <https://pixabay.com/de/photos/windrad-feld-getreide-himmel-4550711/>
- [2] RoyBuri. Pixabay. <https://pixabay.com/de/photos/solar-dach-sonnenenergie-2666770/>
- [3] J. Conrad, S. Greif. Modelling Load Profiles of Heat Pumps (2019). <https://doi.org/10.3390/en12040766>
- [4] International Energy Agency (IEA). <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TPESbySource>
- [5] International Energy Agency (IEA). <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/heating>
- [6] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW). <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/heating-40-million-homes-hurdles-phasing-out-fossil-fuels-german-basements>
- [7] Business, Energy and Industrial Strategy (BEIS). [https://www.icax.co.uk/Decarbonising\\_Heating\\_2022.html](https://www.icax.co.uk/Decarbonising_Heating_2022.html)

last reviewed on: 13.04.2021

# Kilder

- [8] H. Lund et al. [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Generations\\_of\\_district\\_heating\\_systems\\_EN.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Generations_of_district_heating_systems_EN.svg)
- [9] OnzeCreativiteitijd. Pixabay. <https://pixabay.com/de/photos/kohle-kohl-brannte-kraftstoffpumpe-842468/>
- [10] SD-Pictures. Pixabay. <https://pixabay.com/de/photos/industrie-sonnenuntergang-1752876/>
- [11] LowTEMP project. <http://www.lowtemp.eu/downloads/>
- [12] Euroheat & Power. Guidelines for District Heating Substations (2008). [http://www.ibpsa.org/proceedings/BS2017/BS2017\\_355.pdf](http://www.ibpsa.org/proceedings/BS2017/BS2017_355.pdf)
- [13] Grundfos Holding A/S. <http://net.grundfos.com/Api/ccmsservices/public/literature/filedata/Grundfosliterature-6289184.pdf>

last reviewed on: 13.04.2021



# Kontaktinformationer

## ZEBAU GmbH

Center for energi, byggeri, arkitektur og miljø

**Jan Gerbitz**  
**Andreas Broßette**  
**Merle Petersen**

Große Elbstraße 146  
22767 Hamburg  
Tyskland

E-mail: [info@zebau.de](mailto:info@zebau.de)  
Tel: +49 40 - 380 384 - 0  
[www.zebau.de](http://www.zebau.de)