

Per Alex Sørensen:
B.Sc., Leitung
PlanEnergi

PlanEnergi:
Beratende Ingenieure
35 Jahre mit
Erneuerbaren Energien

- » Biogas
- » Solarwärme
- » Wärmepumpen
- » Fernwärme
- » Energieplanung



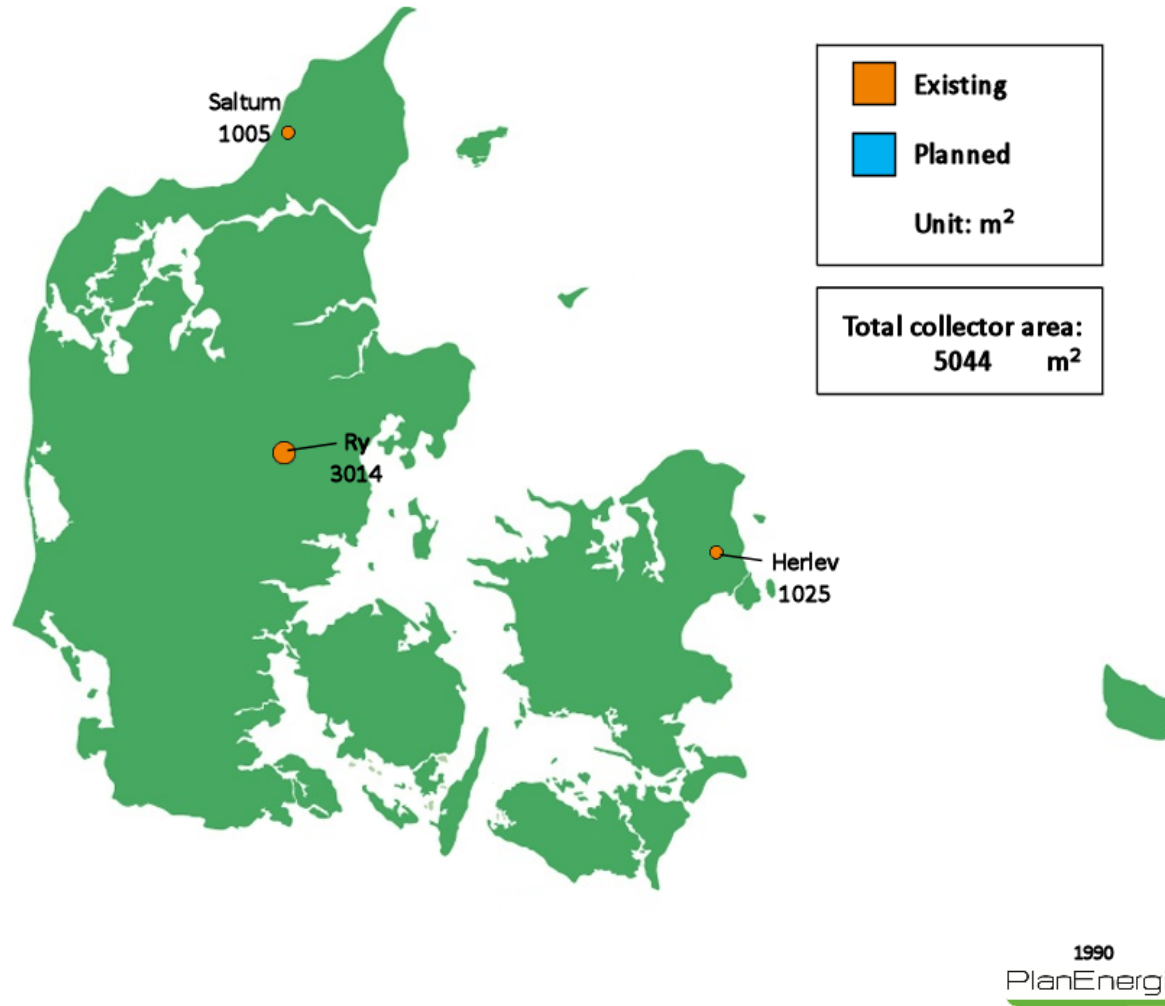
Solare Fernwärme in Dänemark

Per Alex Sørensen

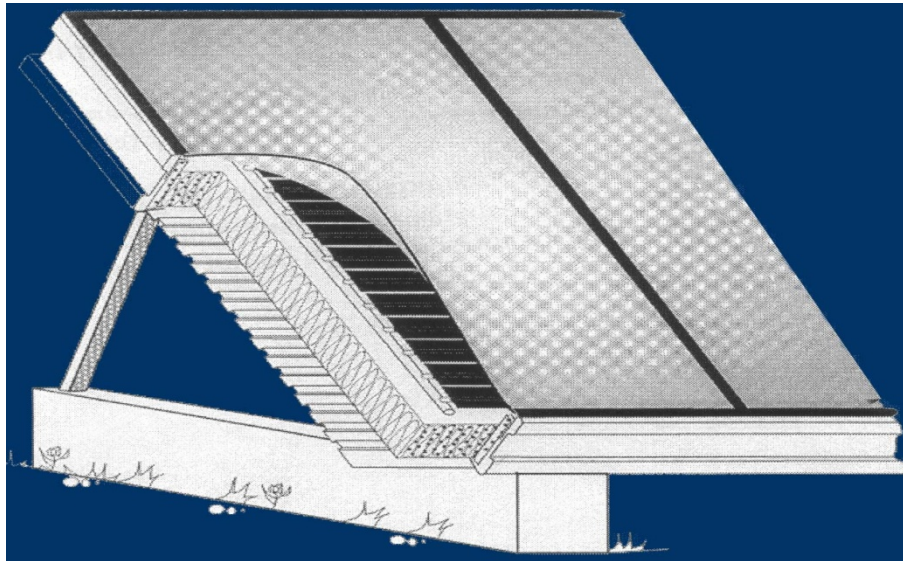
Anfang (1988)

- Die Entwicklung der solaren Fernwärme begann in Schweden. Erste Anlage in 1984.
- Grosse Kollektoren (12.5 m²) in Reihen
- Lizens-Produktion in Dänemark durch Arcon Solar

Solar district heating in Denmark



Die Kollektoren



Marstal (1) 1996

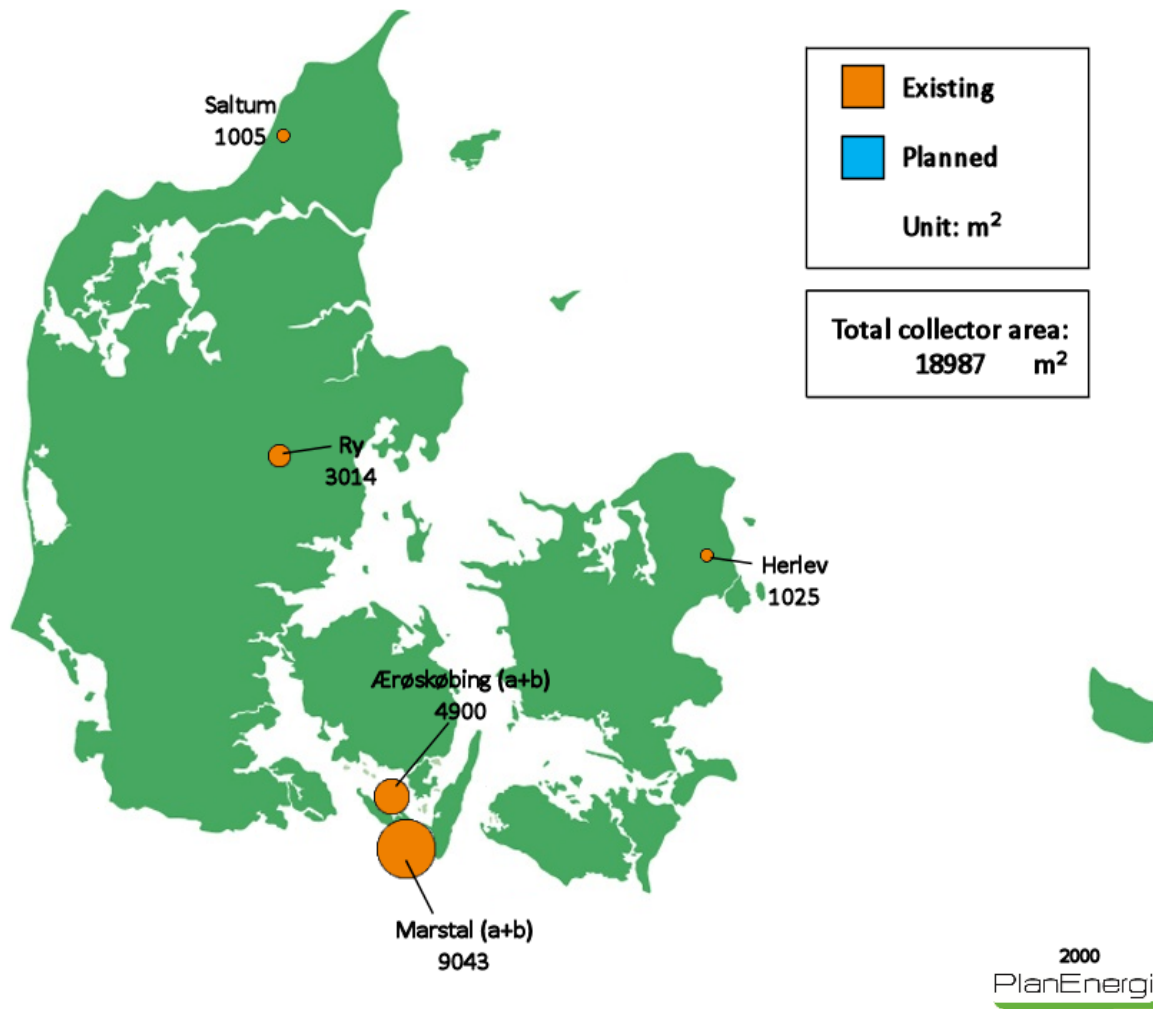
Einführung von
'matched-flow'

3-4 kWh_{el} je
MWh Wärme

1 €/MWh Wärme
für gesamten
Betrieb



Solar district heating in Denmark





Ærøskøbing 4 900 m² / 3,4 MW
kombiniert mit Stroh-Kessel

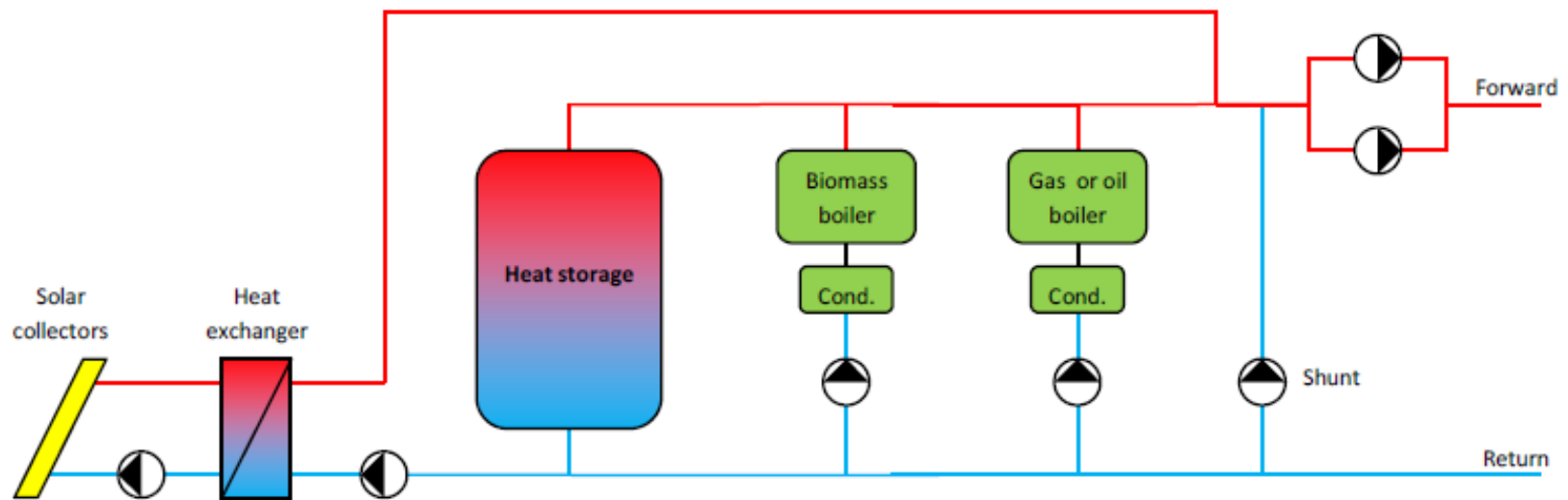


Rise 4 000 m² / 2,8 MW
Solarer Deckungsanteil 45% mit
Pufferspeicher, kombiniert mit
Holzpellet-Kessel



Nordby 2 500 m² / 1,8 MW
kombiniert mit Holzhackschnitzel-Kessel

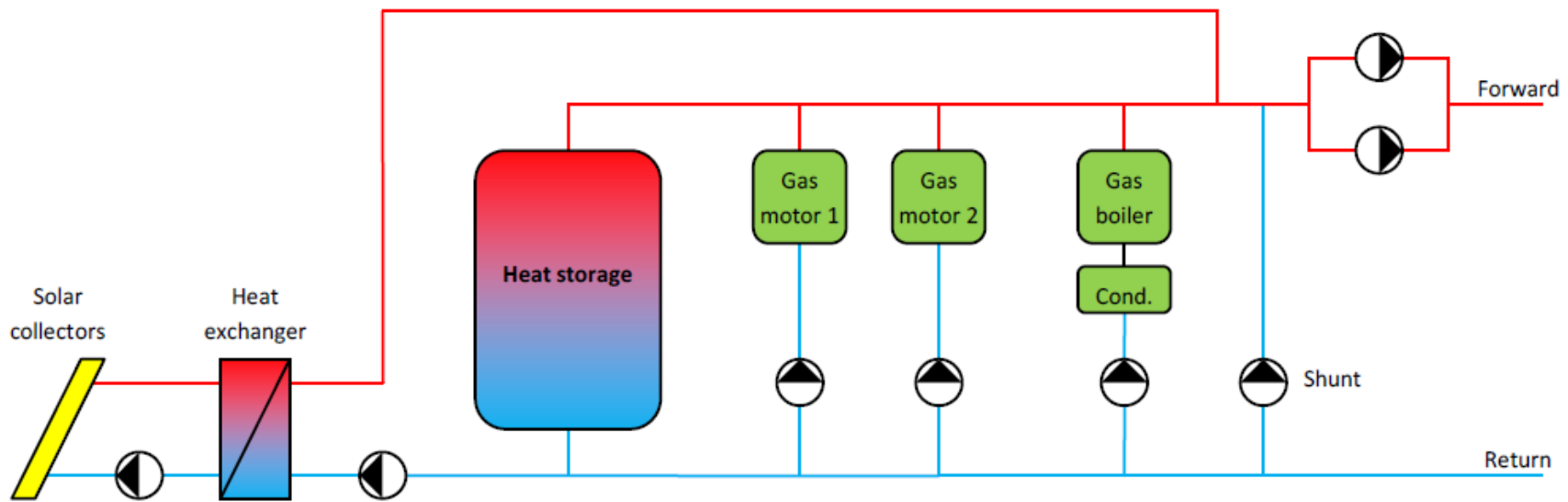
Anlagenschema für die Kombination Solarthermie und Biomasse



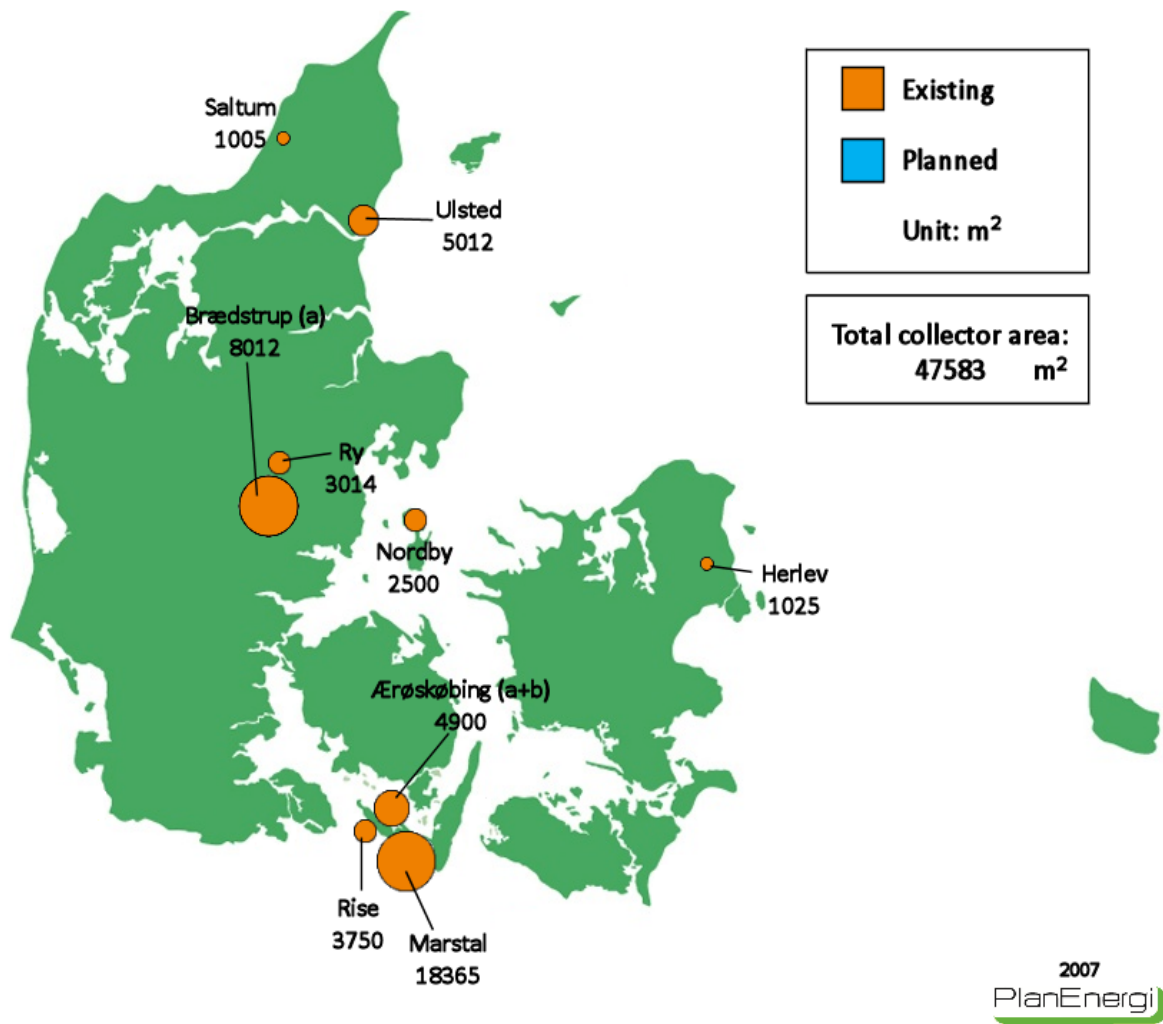
Speicher und biomasse (Dänische Erfahrungen)

- Mit solar Deckungsanteil 20-25% kan man das Biomasse-Kessel ausschalten von ungefähr 15. Maj bis 15. September
- 4-5 mal durch den Sommer muss man das Biomasse-Kessel anzünden und das Speicher 2/3 abfüllen
- Pro m² solar Kollektor braucht man 200 – 300 liter Speicher

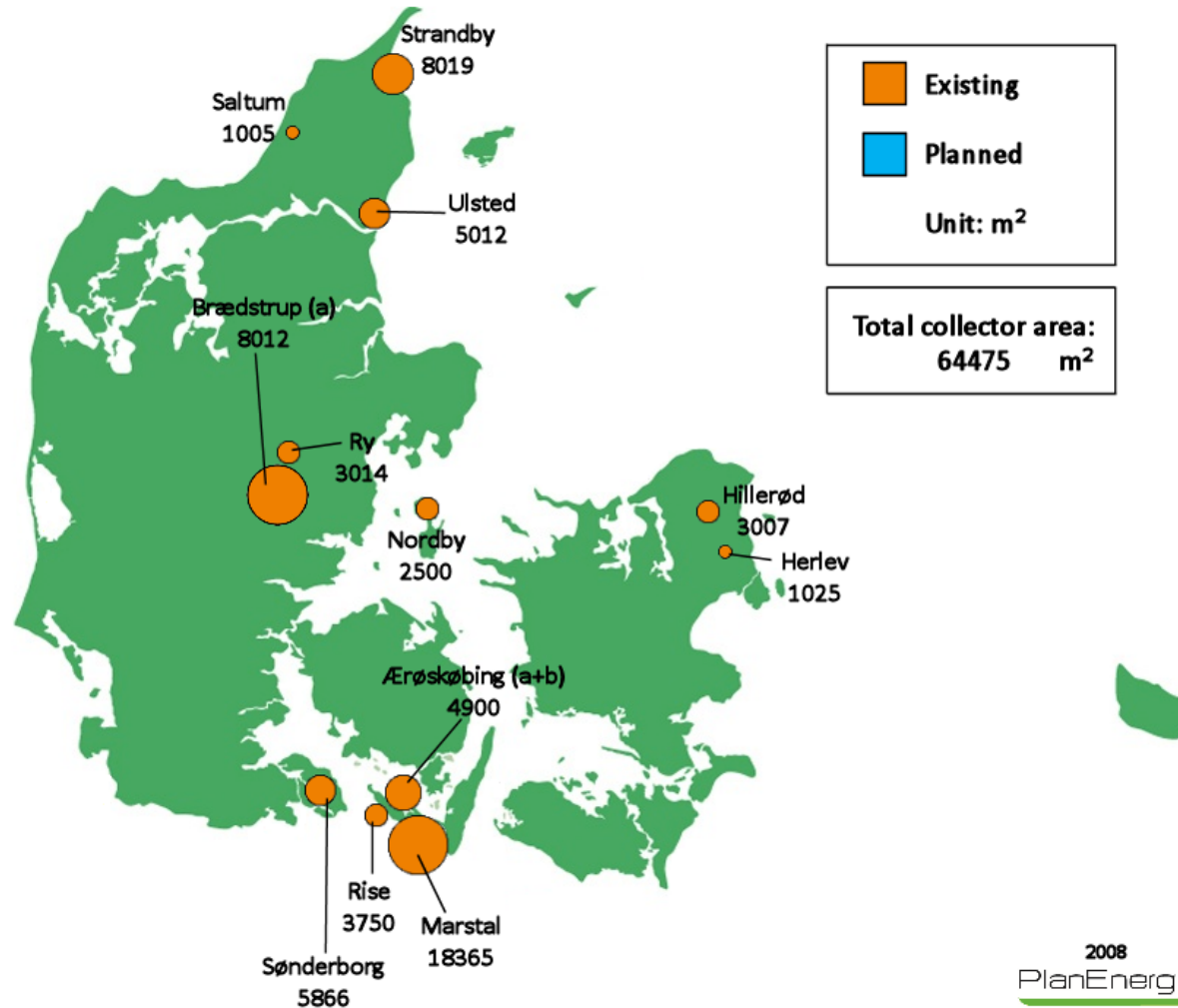
Anlagenschema für die Kombination Solarthermie und KWK



Solar district heating in Denmark



Solar district heating in Denmark



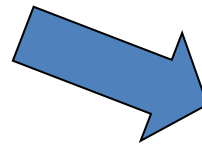
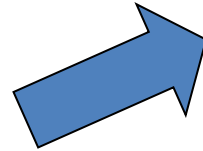
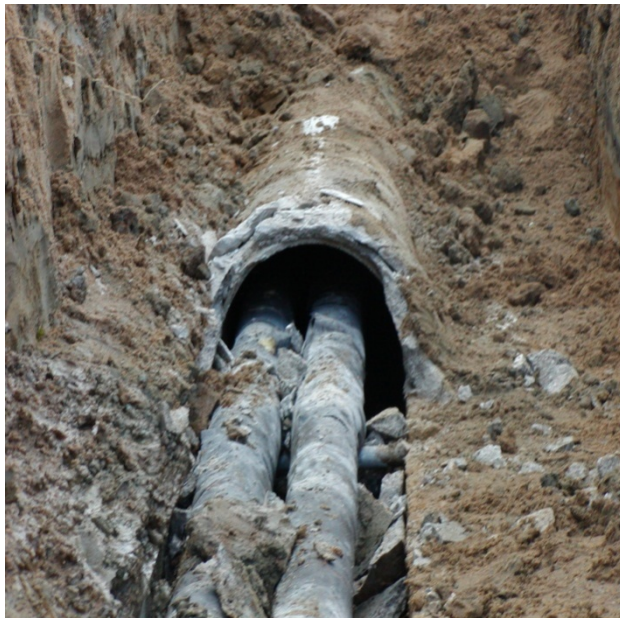
Voraussetzungen in Dänemark

- **KWK mit variabler Stromvergütung (ab 2004)**
- **Erdgas-Steuer 30 €/MWh**
- **Neue Fernwärme-Technologie**
- **Kostengünstige und bewährte Solarthermie mit Ertragsgarantien**
- **Günstige Finanzierung (Kommunale Darlehenssicherheit)**
- **Prämie für Energieeinsparung**
- **Der Fernwärme-Branchenverband arrangiert Wissens- und Erfahrungsaustausch in div. Foren**



Data: COWI (2012), HMN (2009) og Varmeatlas AAU (2011)

Die Erzeugungs- und Verteilsysteme werden stetig verbessert und effizienter



Beispiel aus Tørring, Dänemark

“Groß und einfach”

29/9 2011 SDHtake-off
workshop in Ferrara

Beispiel mit 10.000 m² von Kollektoren in Tørring

Grundstückspreis (30.000 m²) 80.000 €

Kollektoren (10.000 m²), Rohre, Pumpen, Frost- und Gefrierschutzmittel, und
Wärmetauscher 2.000.000 €

Zaun, Bodenformung usw. 80.000 €

Leitungsrohr (1.000 m) 300.000 €

Steuerungssystem 80.000 €

Beratung 40.000 €

Total 2.580.000 €

Berechnete Erzeugungsmenge 4.500 MWh/Jahr

Jährliche Kapitalkosten:

2.580.000 € x 6,7%/Jahr = 173.000 €/Jahr

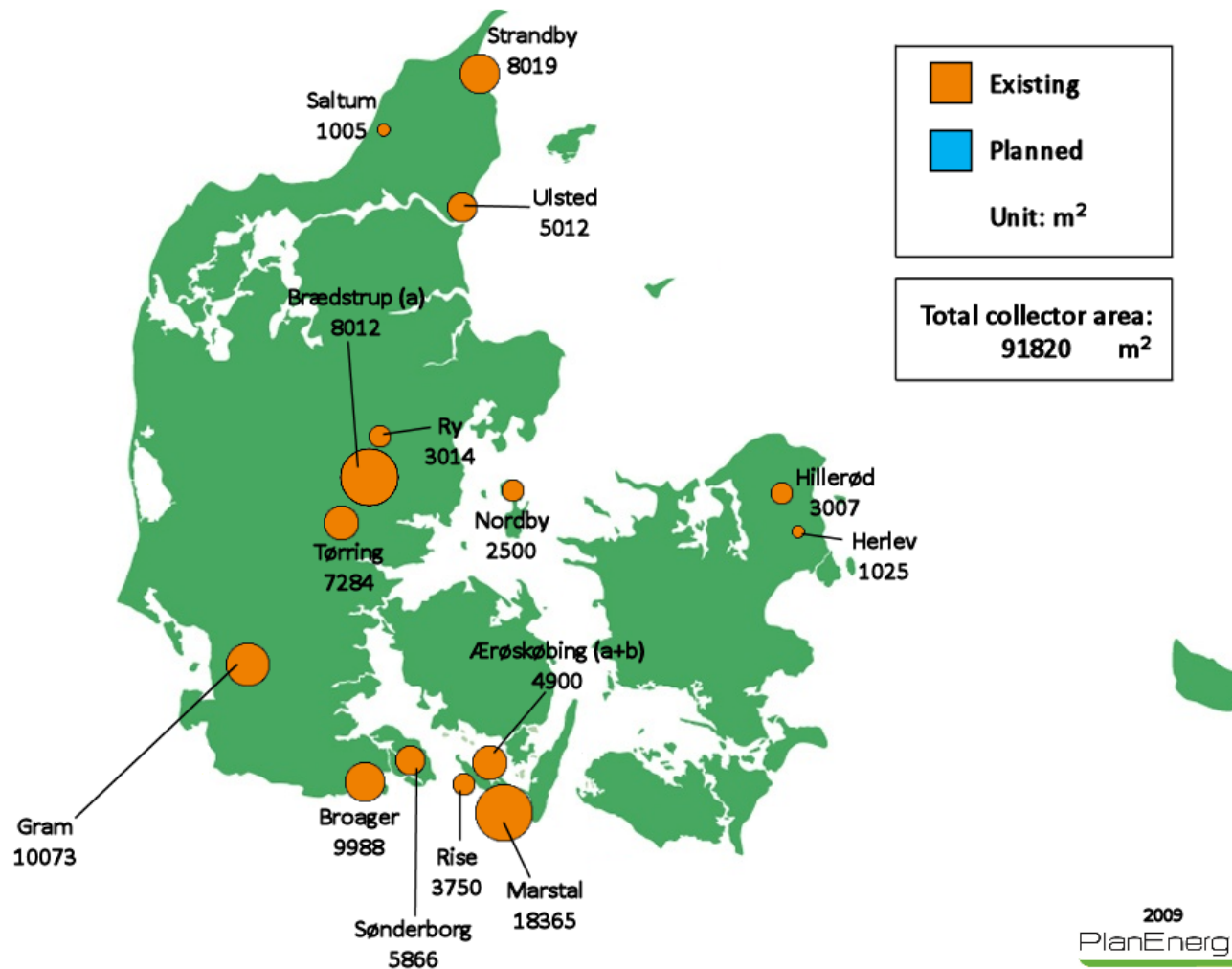
Instandhaltung 1 €/MWh 4.500 €/Jahr

Gesamtherstellungskosten: 177.500 €/Jahr = ~ 40 €/MWh
4.500 MWh/Jahr

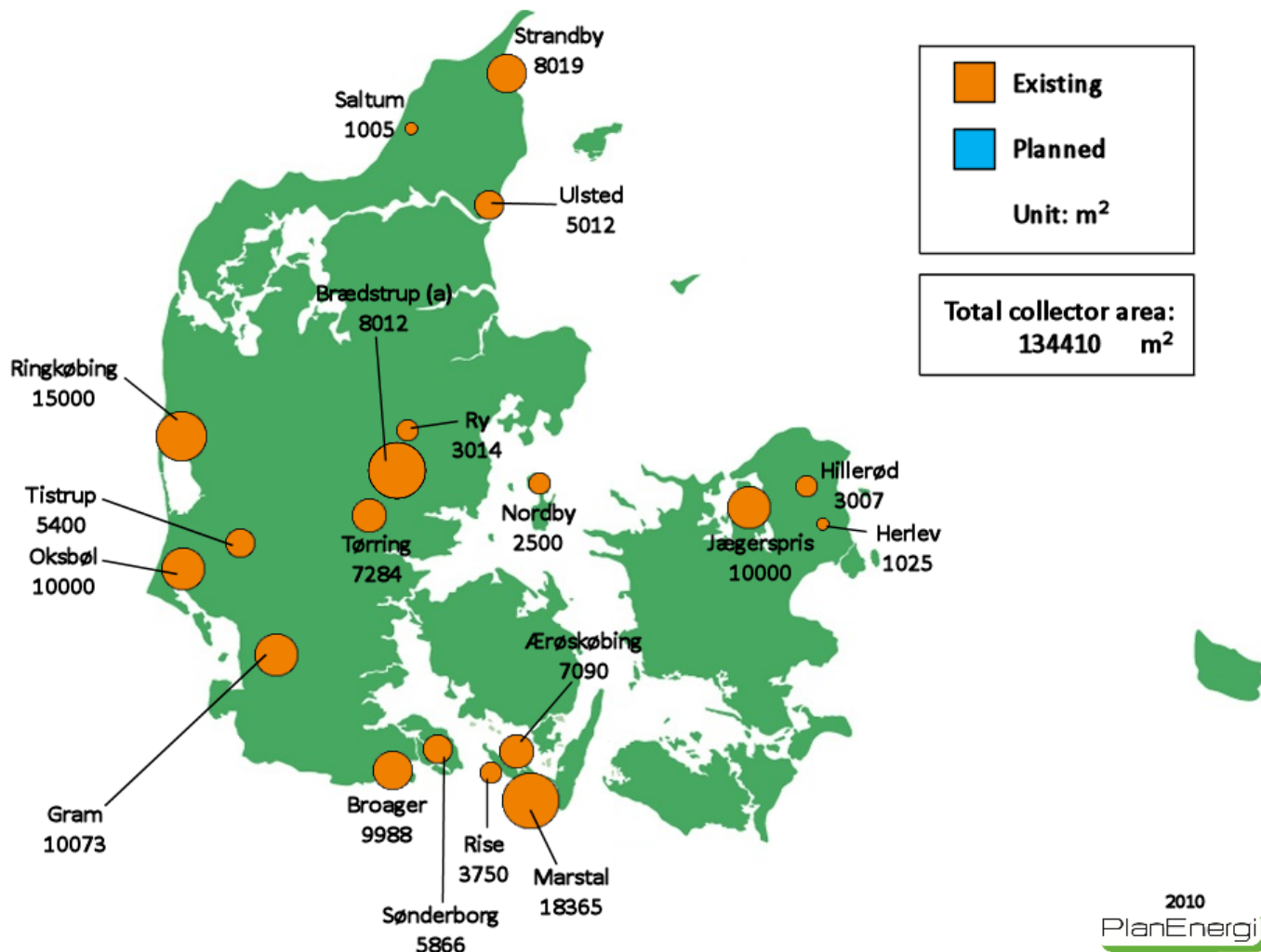
Darlehen 20 Jahre, inflation 2%

Tilgungsdarlehen, 5%, 1. Jahr	10%
Tilgungsdarlehen, 3%, 1. Jahr	8%
Annuitätsdarlehen, 5%, 1. Jahr	8%
Annuitätsdarlehen, 4%, 1. Jahr	7.4%
Annuitätsdarlehen, 5%, durchschnitt	6.7%
Annuitätsdarlehen, 4%, durchschnitt	6.1%
Annuitätsdarlehen, 3%, durchschnitt	5.5%

Solar district heating in Denmark

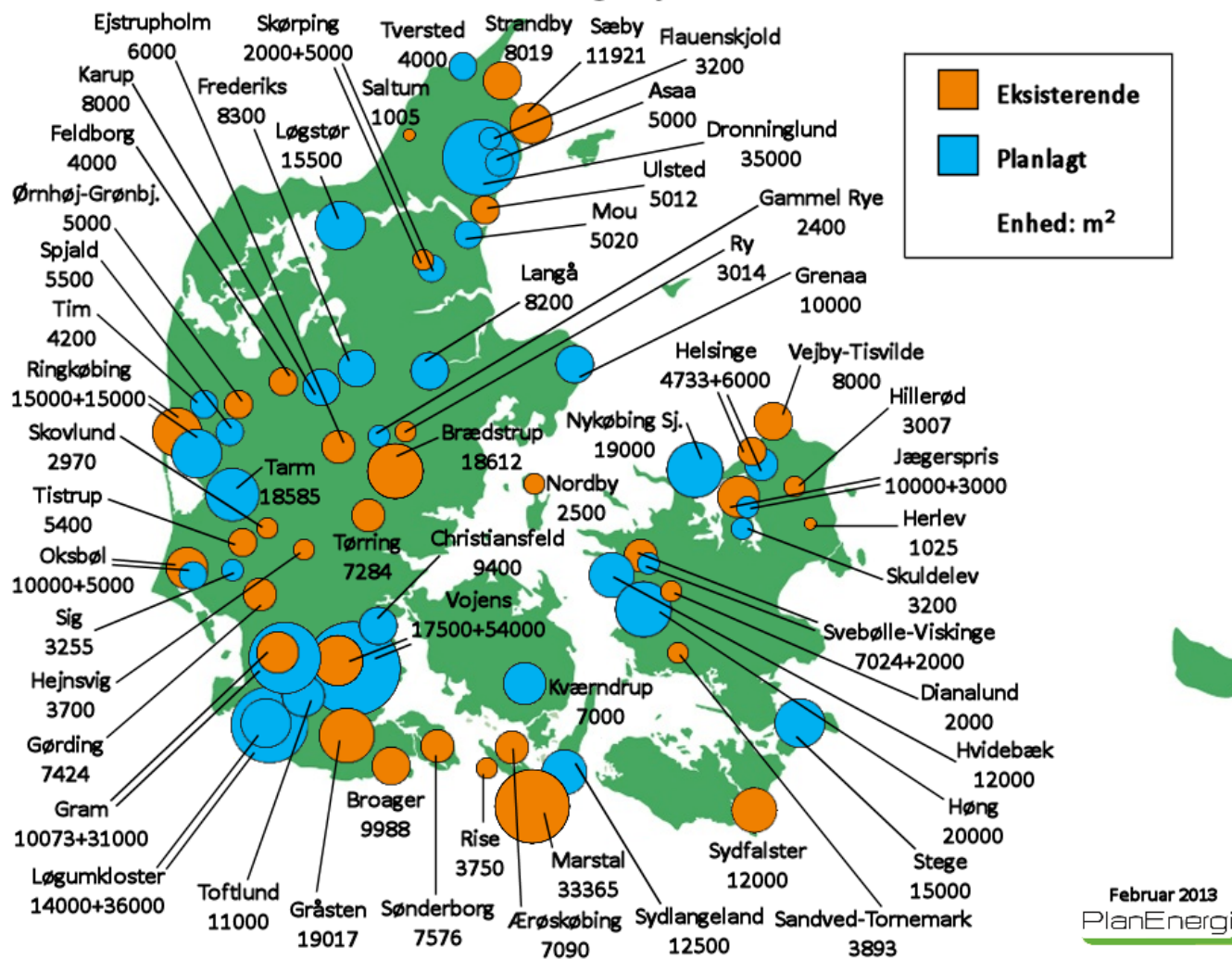


Solar district heating in Denmark



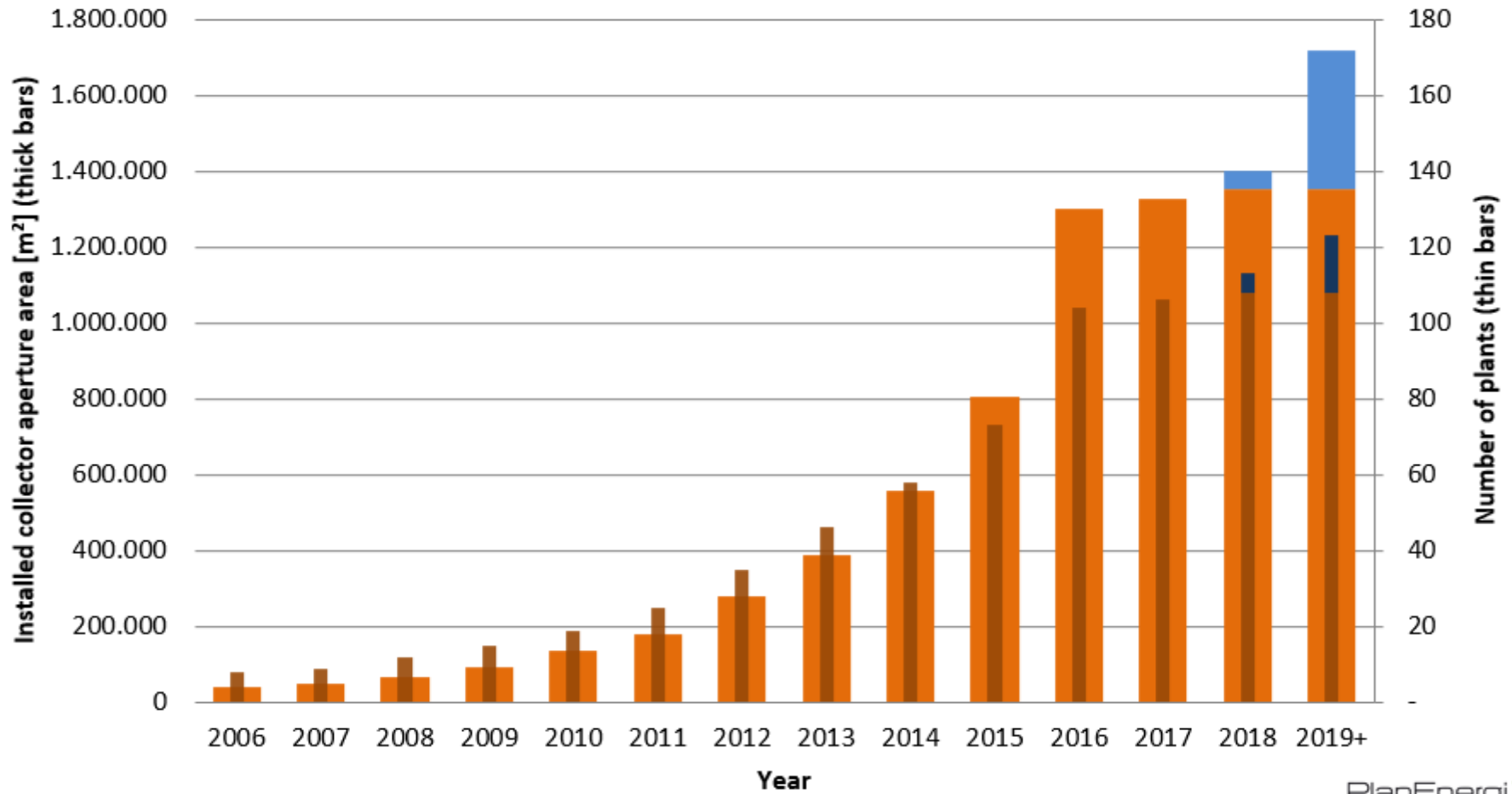
2010
PlanEnergi

Solvarmeanlæg i fjernvarmenet



Solar District Heating in Denmark

Sum of collector area and the number of **operating** and **upcoming** plants

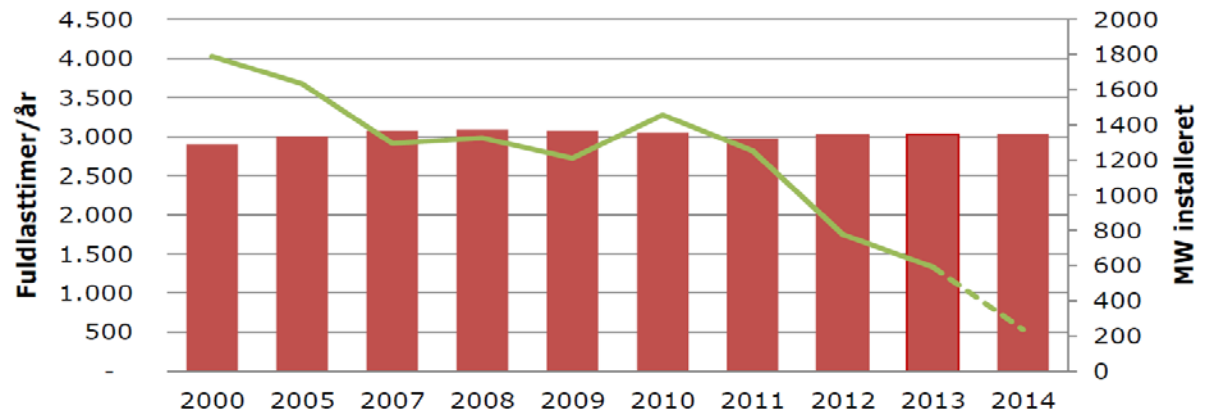


Genossenschaften bisher als treibende Kraft. Bedeutsame Voraussetzungen.

- **Transparenz:** Alle Berechnungen werden einer Generalversammlung vorgetragen, auf der sämtliche Mitglieder stimmberechtigt sind, worauf hin ein Investitionsbeschluss getroffen wird. Dänische **Fernwärmewerke dürfen keine Gewinne erwirtschaften** und alle Abrechnungen sind öffentlich zugänglich.
- **Vertrauen:** Das Fernwärmewerk wird von einem gewählten Vorstand geleitet. Die meisten Wärmeverbraucher kennen min. ein Vorstandsmitglied.
- **Besitztum:** Solarthermie gilt als grüne Maßnahme. Der Investitionsbeschluss wird gemeinschaftlich getroffen und die gemeinschaftliche Gesellschaft ohne Gewinnabsicht besitzt und betreibt die Anlage.
- **Landwirtschaftliche Flächen:** Gebiete können wenn nötig enteignet werden. Der Preis ist üblicherweise etwa 2-5 €/m².
- **Vertrauen in die Leistung des Produkts:** Erfahrungen von anderen Anlagen sind öffentlich zugänglich, z.B. auf: www.solvarmedata.dk

Verbreitung der Fernwärme in Dänemark

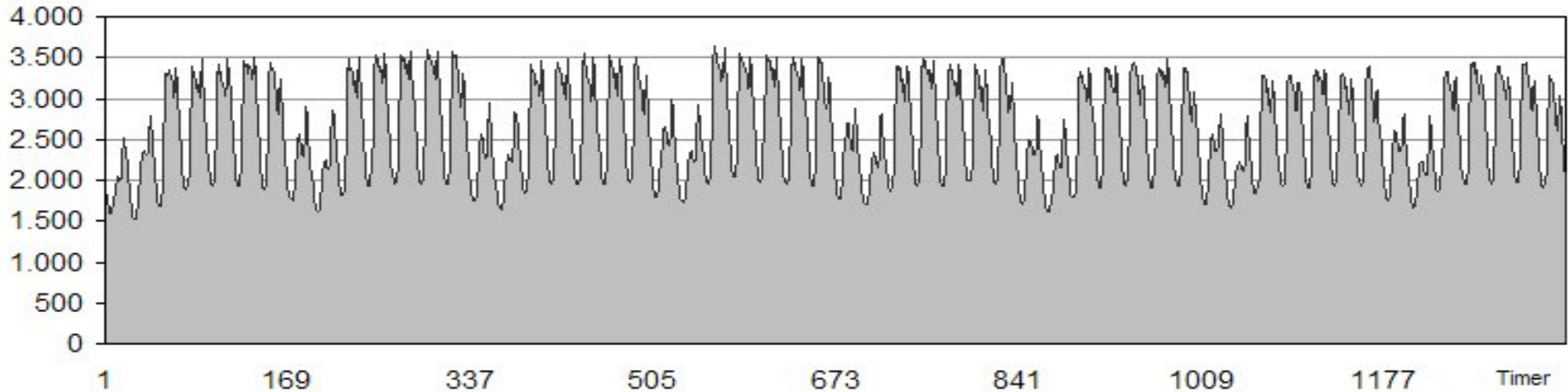
- 65% aller dänischen Haushalte sind FW-versorgt
- 54% des Heizbedarfs wird von Fernwärme gedeckt
- 50 Stadtwerke decken 70% des FW-Absatzes
- 340 Genossenschaften decken 30% des FW-Absatzes
- 250 Fernwärme-Anlagen werden mit Erdgas-KWK (Motor oder Turbine) beheizt



Balancing the powersystem DK1 ~ 50 % wind?

Demand first 8 weeks 2007 20.6 TWh per year

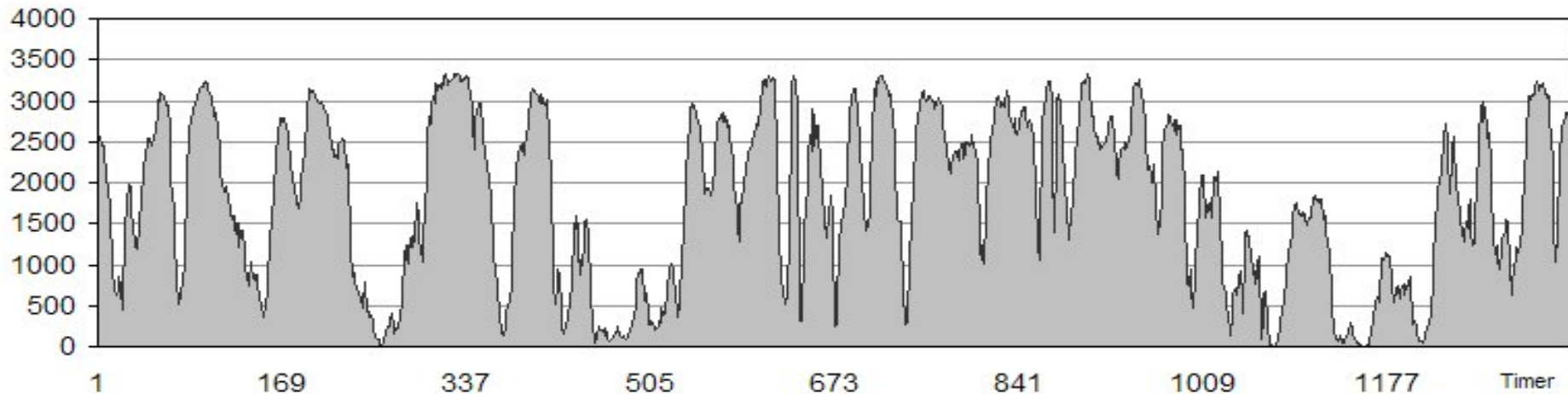
MW



10.3 TWh per year
(offshore 4.4 TWh)

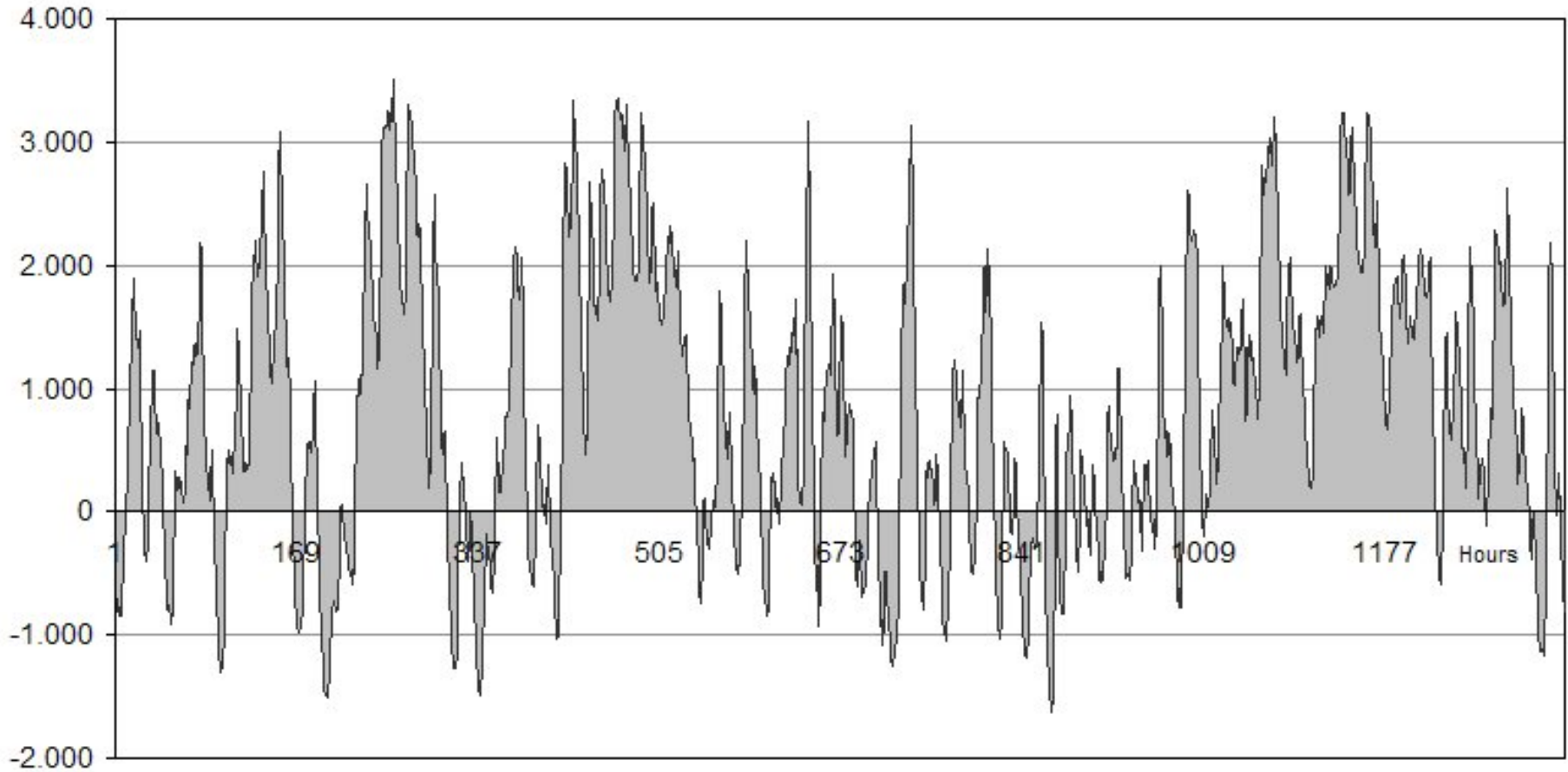
MW

Wind power first 8 weeks 2007



Subtracting wind power from demand leaves a residual demand and an overflow

Residual market first 8 weeks



Nationale Energiesystemanalysen

Energieplan 2030, IDA (Dänischer Ingenieurverband), 2006

Klimaplan 2050, IDA, 2009

Wärmeplan Dänemark, Branchenverband der dänischen Fernwärme, 2008, rev. 2010

4 2050-Szenarien, dänischer Netzbetreiber Energinet.dk, 2010

Bericht zur Energiewende, nationale Klimakommission, 2011

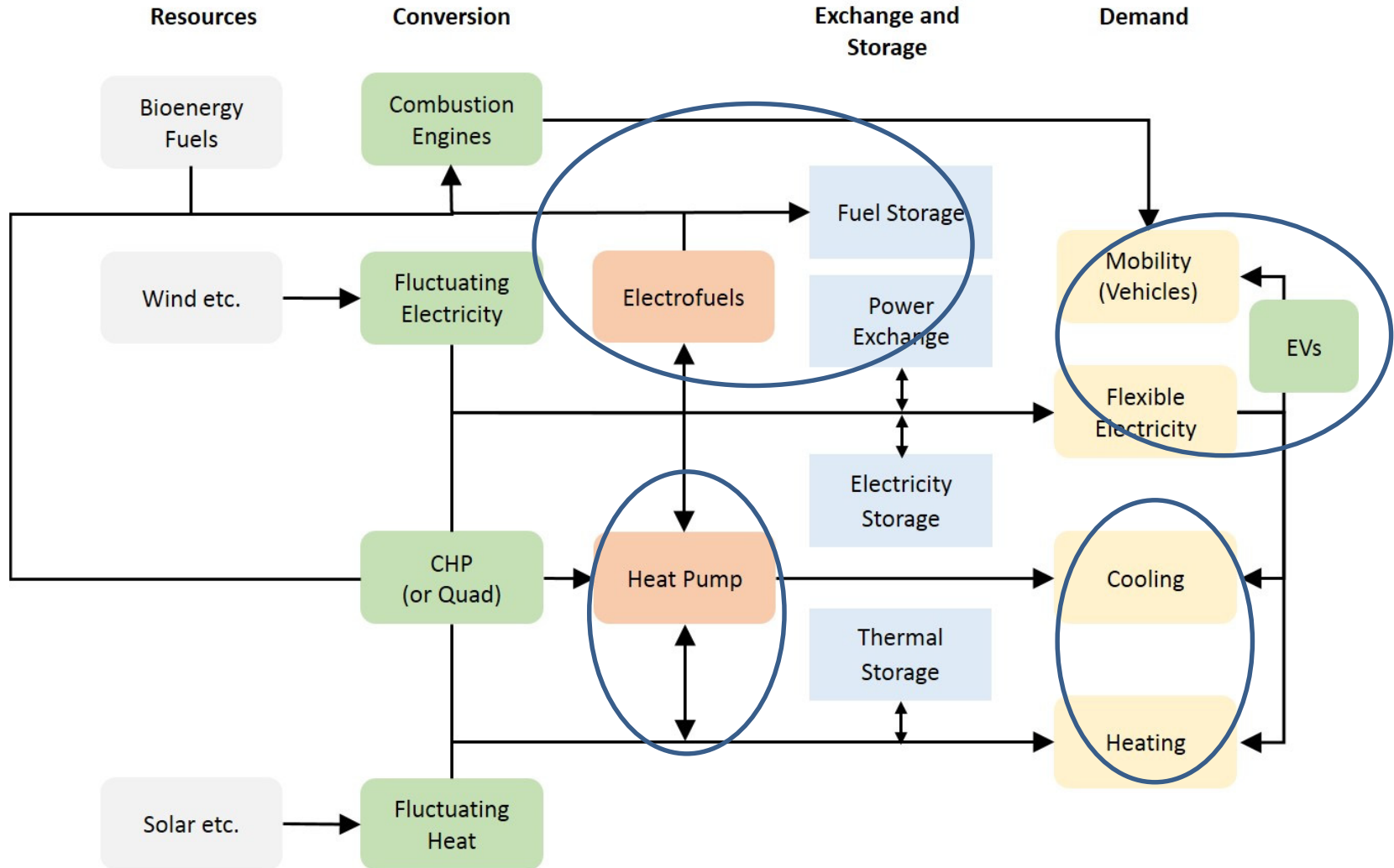
Alle Berichte und Analysen an Hand von stundenbasierten Modellierungen des dänischen Energiesystems die zeigten, dass eine 100% erneuerbare Energieversorgung machbar ist. **Fernwärmeversorgung sollte von derzeit 50% auf 70% des Heizbedarfs erweitert werden (volkswirtschaftlich vorteilhaft).**

Parlamentarische Einigung 2012 spätestens 2050 100% frei von fossilen Energieträgern zu sein. 2035 fossilfreie Strom- und Wärmegegwinning, 50% des Strombedarfs 2020 durch Windkraft.

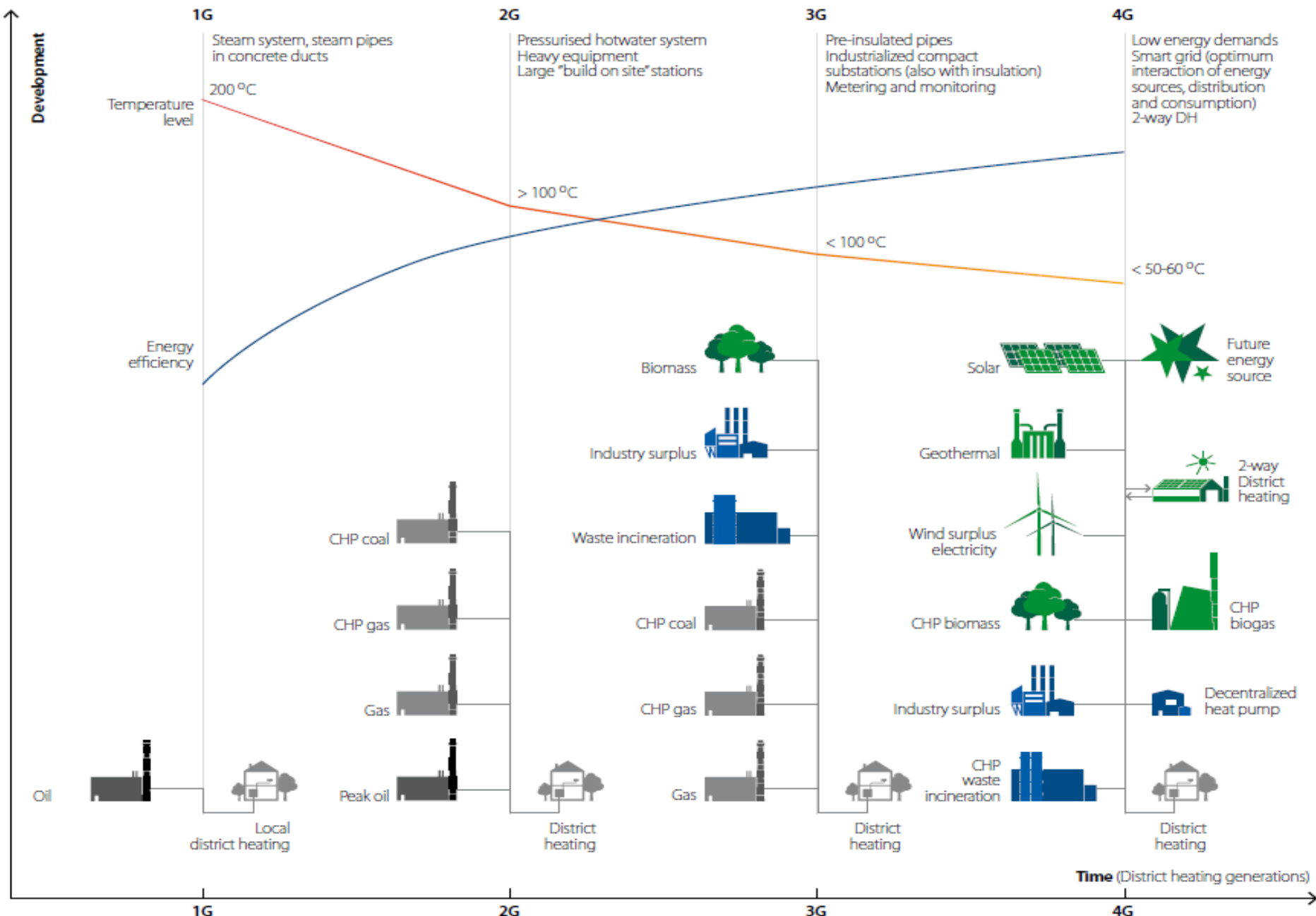
5 2050-Szenarien, dänische Energieagentur, 2014

Energievision 2050, IDA, 2015

Integrated Infrastructures Smart Energy System

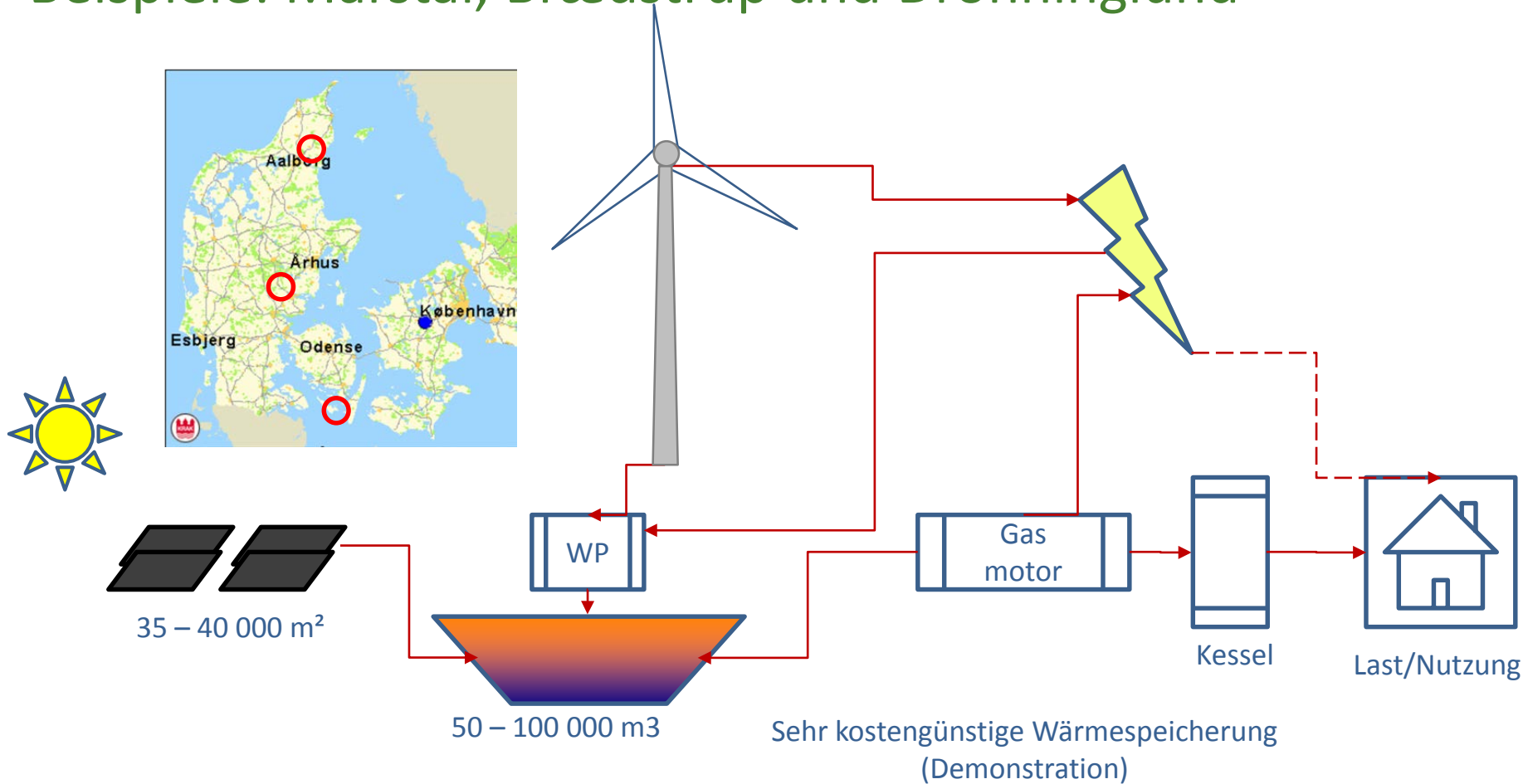


District heating from 1G to 4G



Das SUNSTORE Konzept

Beispiele: Marstal, Brædstrup und Dronninglund





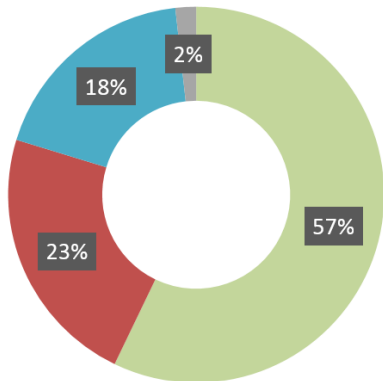




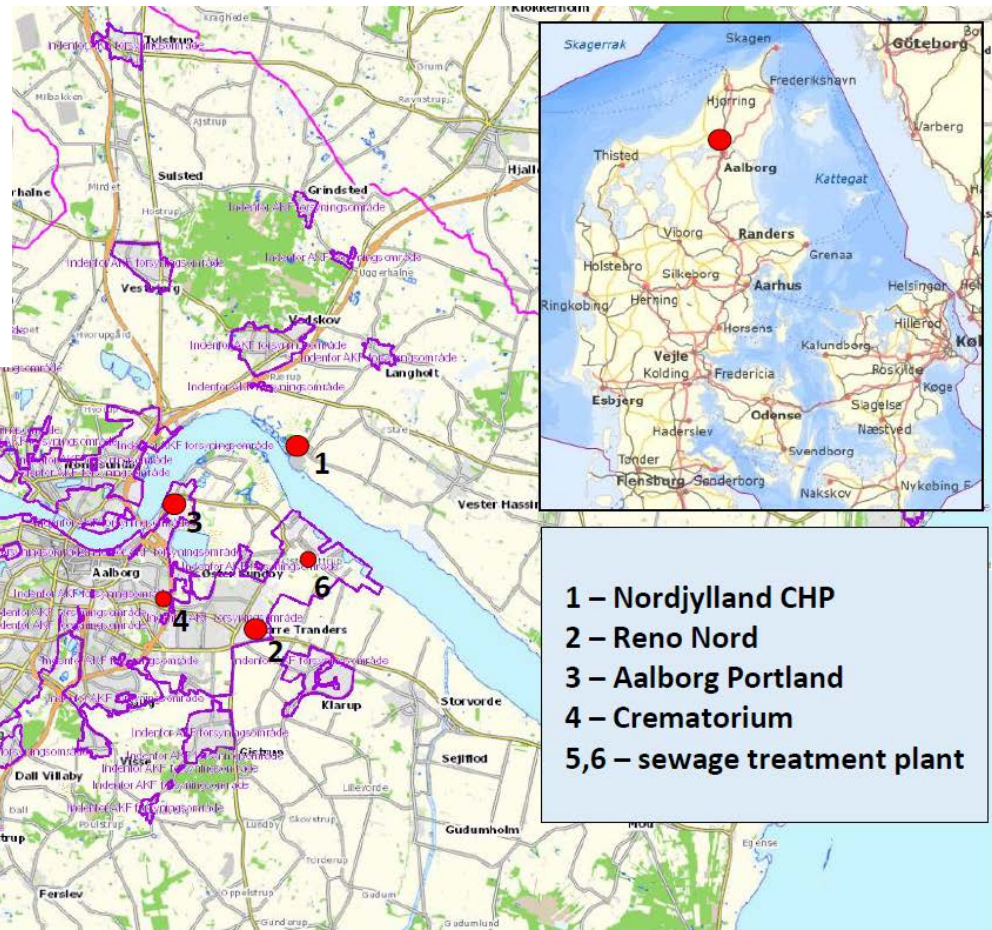
Die nächsten Schritte

- **2 Mio. m² Solarthermie 2020**
- **8 Mio. m² Solarthermie 2030 (10% der Fernwärme)**
- **Solarthermie + Biomasse (Holzhackschnitzel & Stroh) ohne förderung**
- **Solarthermie + Großwärmepumpe**
- **Solarthermie + größere Speicher = Höherer Deckungsgrad (bis 80%)**
- **Mehrvalente, flexiblere Hybridsysteme mit Abwärme und Speicher**
- **Solarthermie in größeren Fernwärmenetzen Beispiel Graz: 1.000.000 m³ Speicher und 200.000 m²**

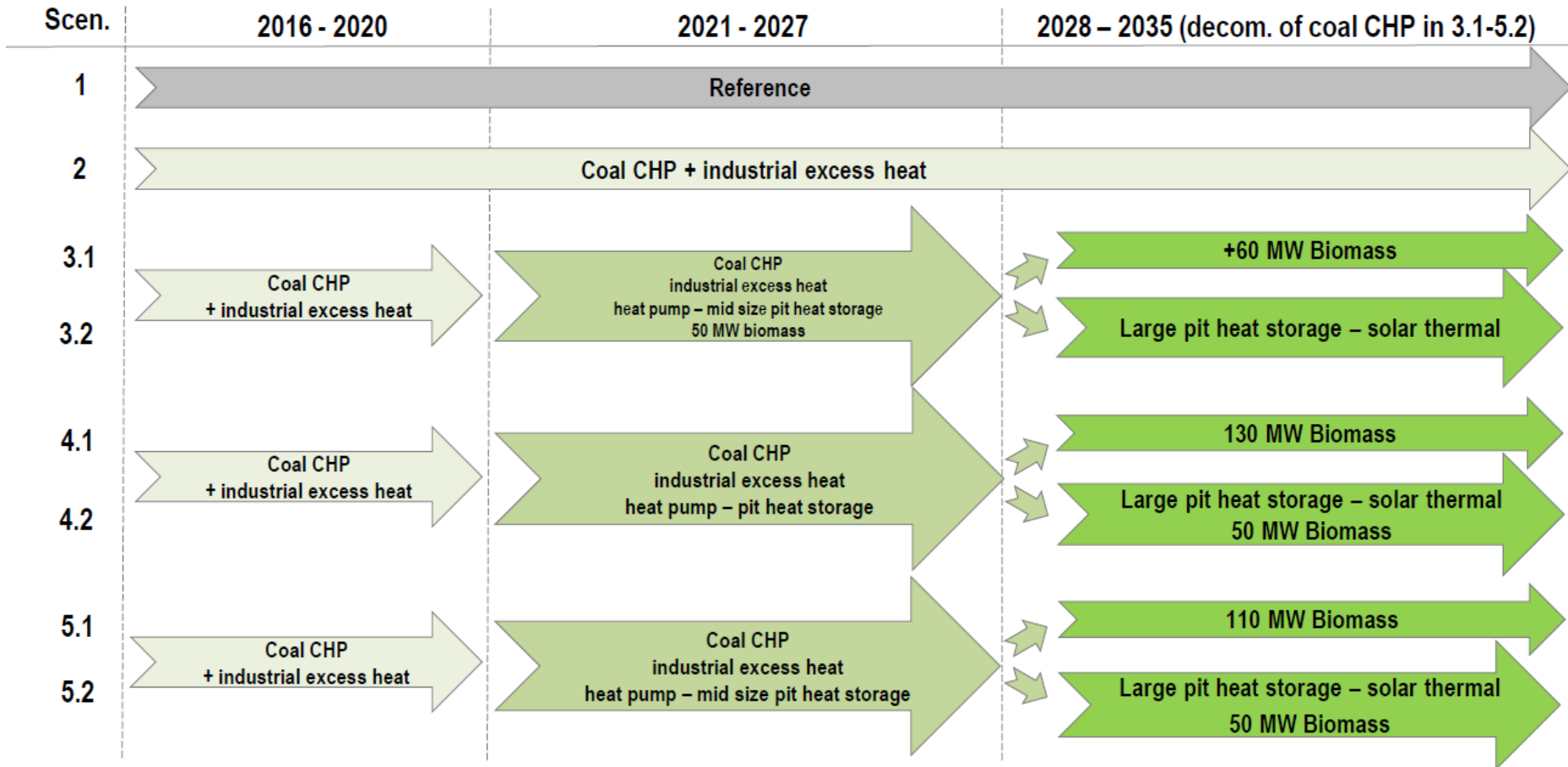
Fernwärmeproduktion und –versorgung in Aalborg (DK)



- Nordjylland CHP
- Reno-Nord
- Aalborg Portland ect.
- Reserve

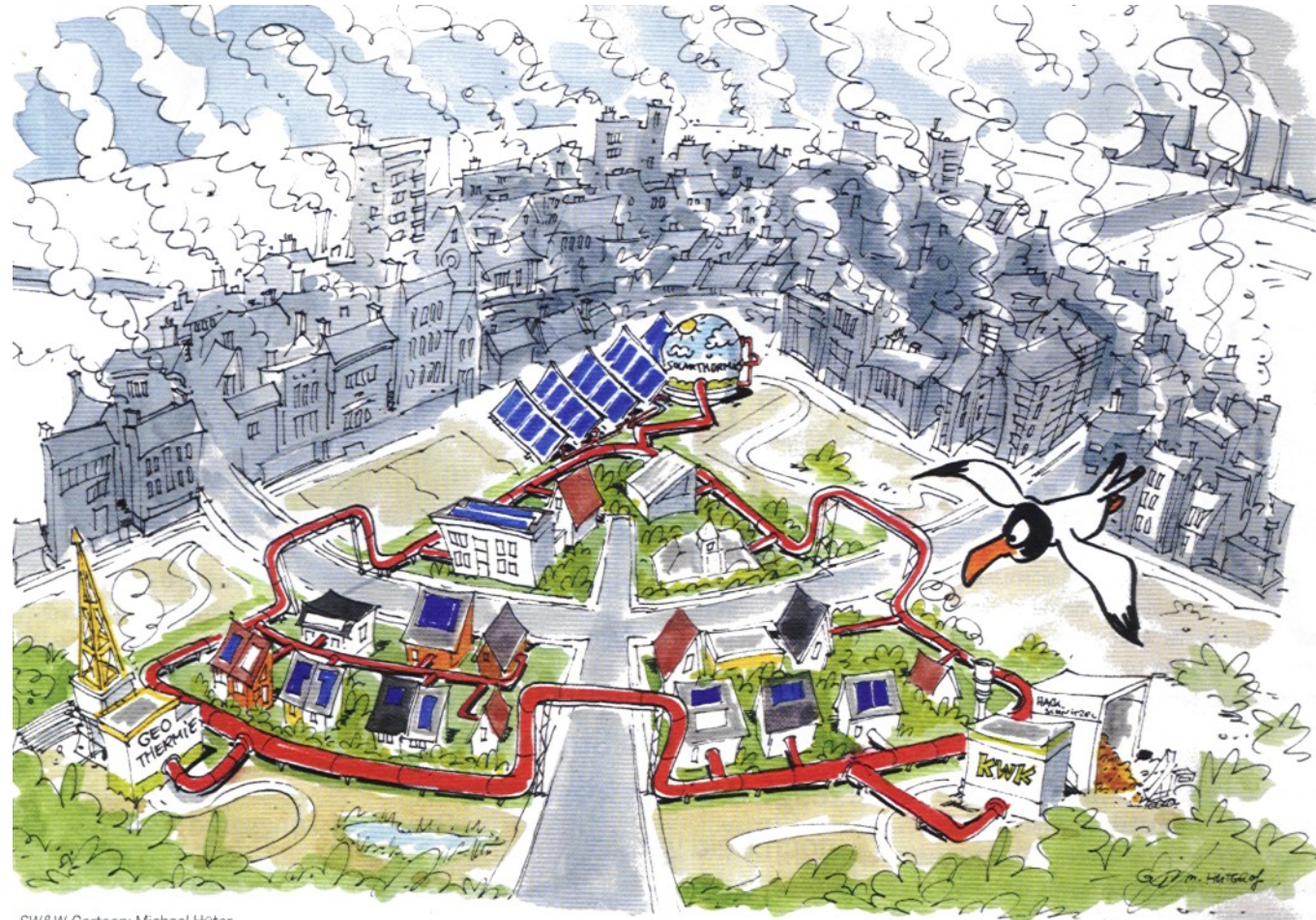


Future Scenarios for Aalborg



- ✓ Flexibel
- ✓ Erneubare
- ✓ CO₂-neutral
- ✓ Kostengünstig

Die Zukunft: Erneubare Fernwärme und Fernkühlung!?



SW&W-Cartoon: Michael Hüter

Vielen Dank für
Ihre
Aufmerksamkeit

Per Alex Sørensen
pas@planenergi.dk

Mehr Information:

www.planenergi.dk

www.solar-district-heating.eu

www.solvarmedata.dk

