

# **Erneuerbare Energien im Wärmemarkt unter besonderer Berücksichtigung von Wärmenetzen nach dänischem Vorbild**

**Michael Nast  
DLR, Stuttgart  
Institut für Technische Thermodynamik**

**Workshop**  
*Regenerative Wärme – wichtiger Baustein für die Energiewende im Gebäudesektor?*  
**Veranstaltet von der Deutschen Umwelthilfe am 22. Okt. 2015 in Berlin**

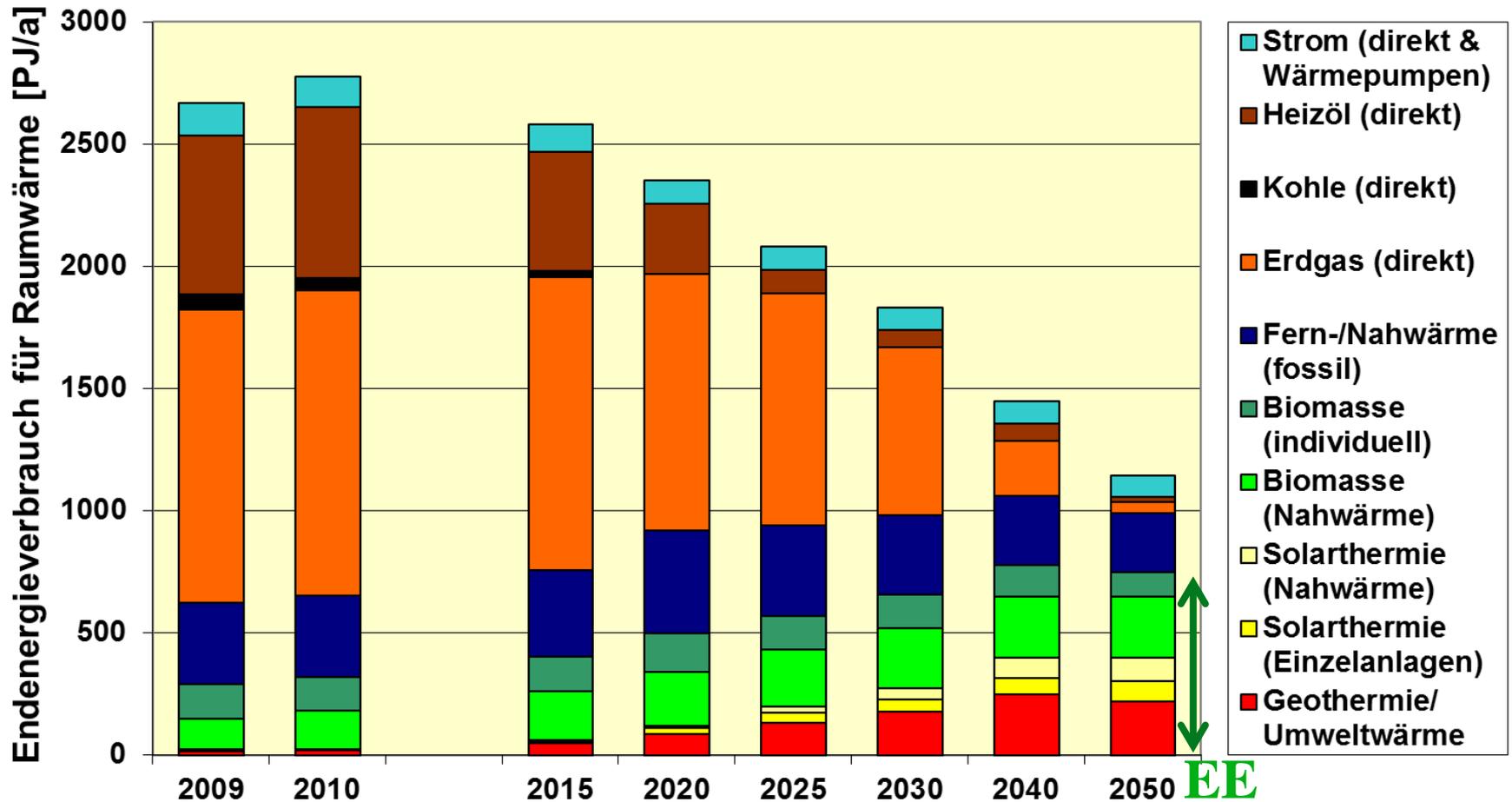


# Gliederung

1. Szenario für den Wärmemarkt
2. Problemfelder bei der Realisierung des Szenarios
3. Vorteile von Wärmenetzen
4. Dänische Ziele. Beispiel solare Nahwärme
5. Kommunale Wärmeplanung auch für Deutschland
6. Fazit



# Endenergieeinsatz für Raumwärme

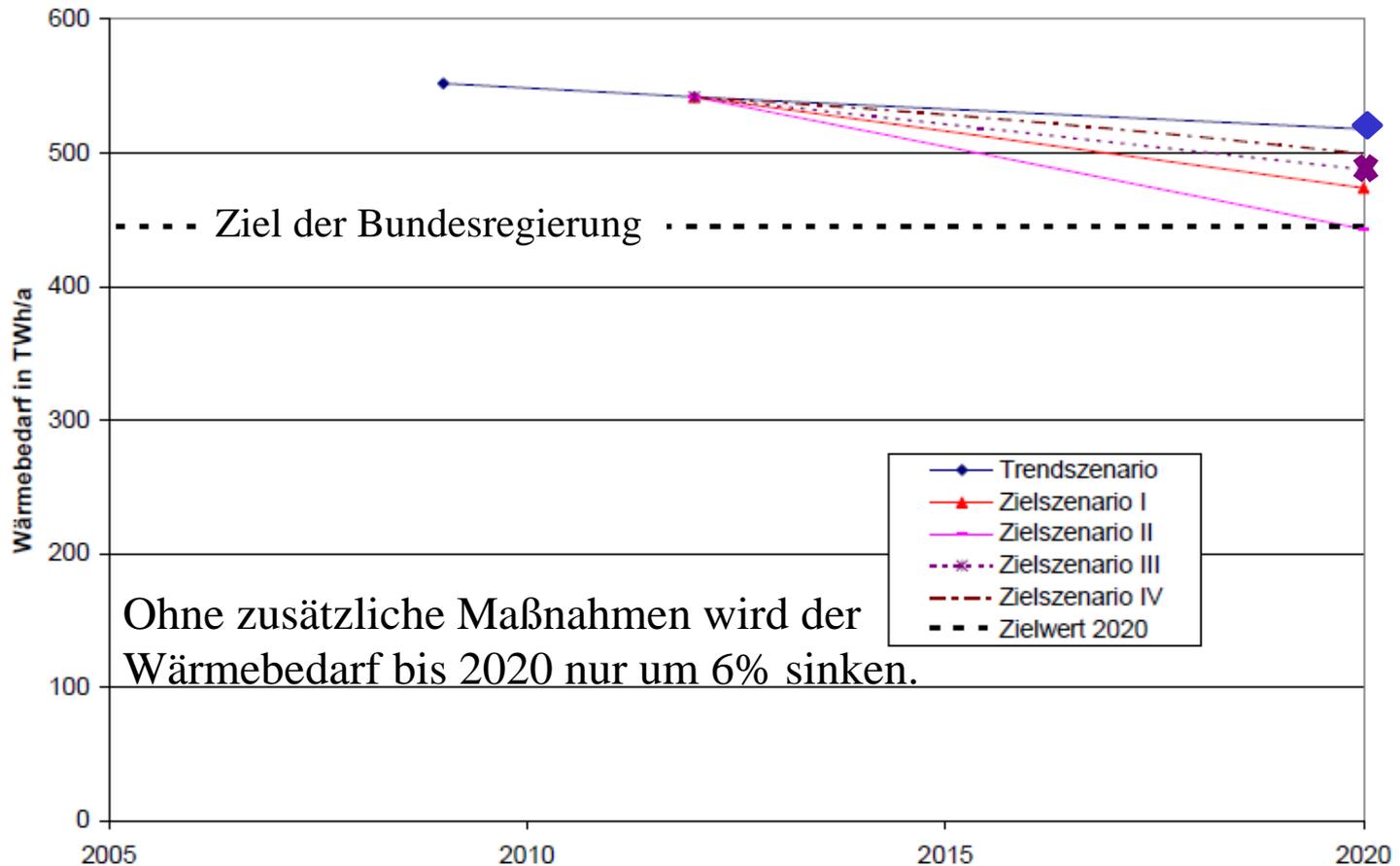


# Ausgewogener Mix bis zum Jahr 2050

- Wärmebedarf etwa halbiert
- Von verbleibendem Bedarf etwa die Hälfte aus erneuerbaren Energien gedeckt
- Anteil von Biomasse ist groß, aber ab 2020 konstant
- Anteil solarer Wärme ca. 12%. Davon knapp die Hälfte für Solare Nahwärme
- Hoher Anteil von Wärmenetzen für KWK (fossil und Biomasse), Tiefengeothermie und Solare Nahwärme

# Szenarien des IWU

## Abnahme des Wärmebedarfs aufgrund verbesserter Wärmedämmung



Quelle: IWU

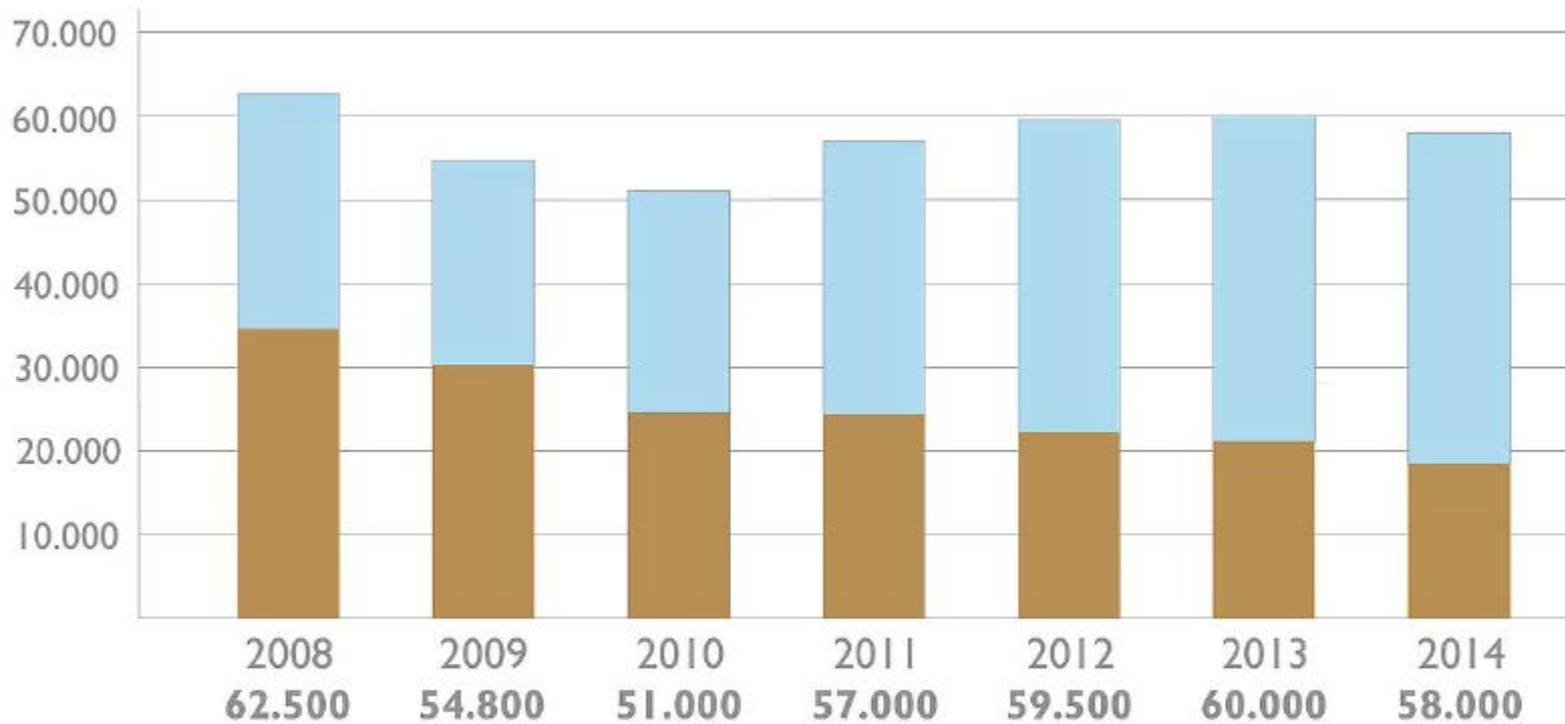
„Maßnahmen zur Umsetzung der Ziele des Energiekonzepts im Gebäudebereich – Zielerreichungsszenario“.

BMVBS-Online-Publikation, Nr. 03/2013

# Zwischenfazit zu Wärmedämmung

- Wärmedämmung ist eine sehr wirtschaftliche Maßnahme, wenn
  - a. Eine Sanierung ohnehin erforderlich ist
  - b. Bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung die volle Lebensdauer des sanierten Bauteils berücksichtigt wird.
- Zur Erreichung der Energiewende müssen die bisherigen Anstrengungen vervielfacht werden.
- Der spez. Förderbedarf ist derzeit bei Wärmedämmung höher als bei Erneuerbaren Energien.

## Absatzzahlen von Heizungswärmepumpen in Deutschland von 2008 bis 2014

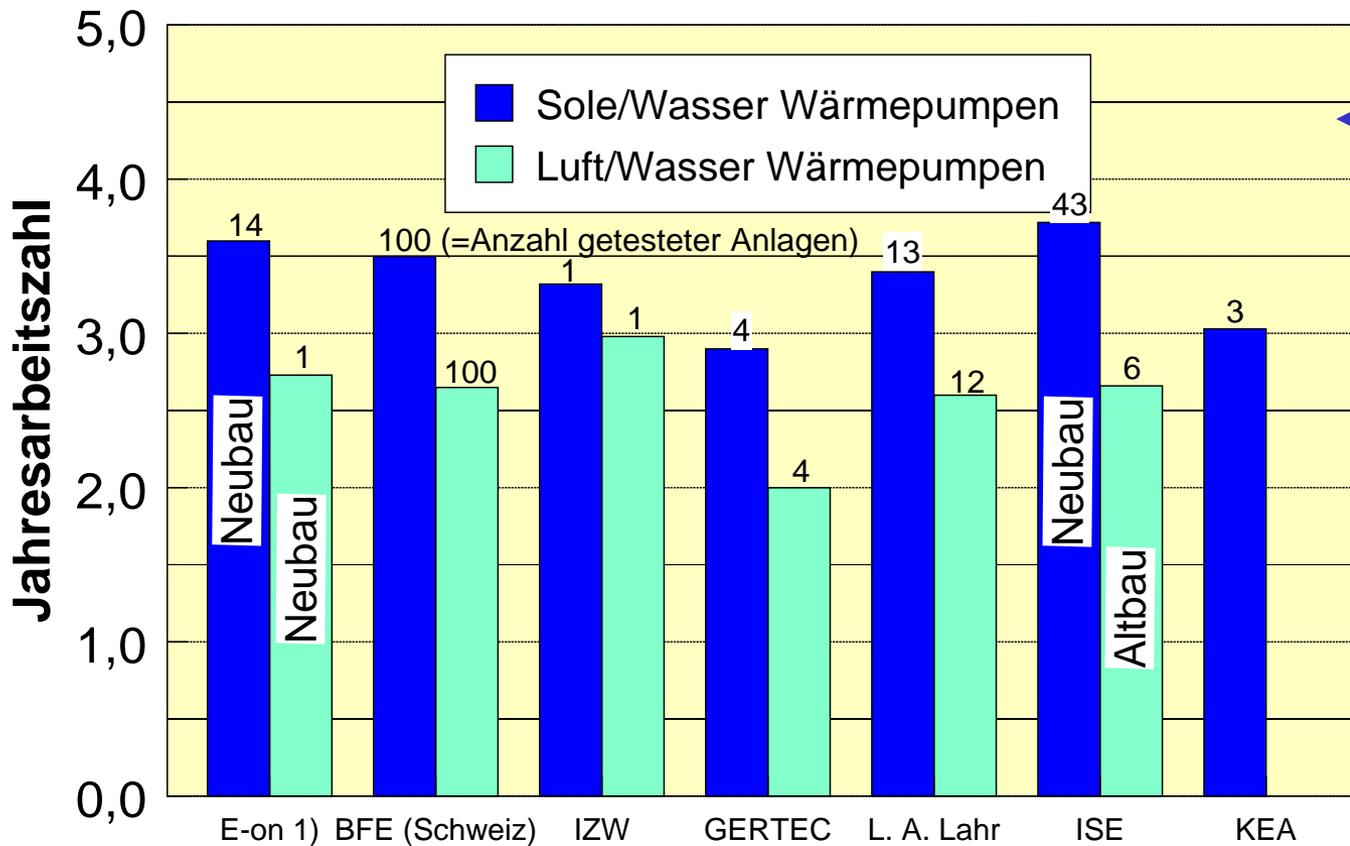


Luft/Wasser-Wärmepumpen  
Erdgekoppelte Wärmepumpen

**bwp** | Bundesverband  
Wärmepumpe e.V.

Der Absatz der effizienten erdgekoppelten Wärmepumpen nimmt (leider) ab.

# Messergebnisse für Jahresarbeitszahlen aus Feldtests



Von Fachunternehmern berechneter Mittelwert von 4,4 für die Jahresarbeitszahl von Sole/Wasser-Wärmepumpen

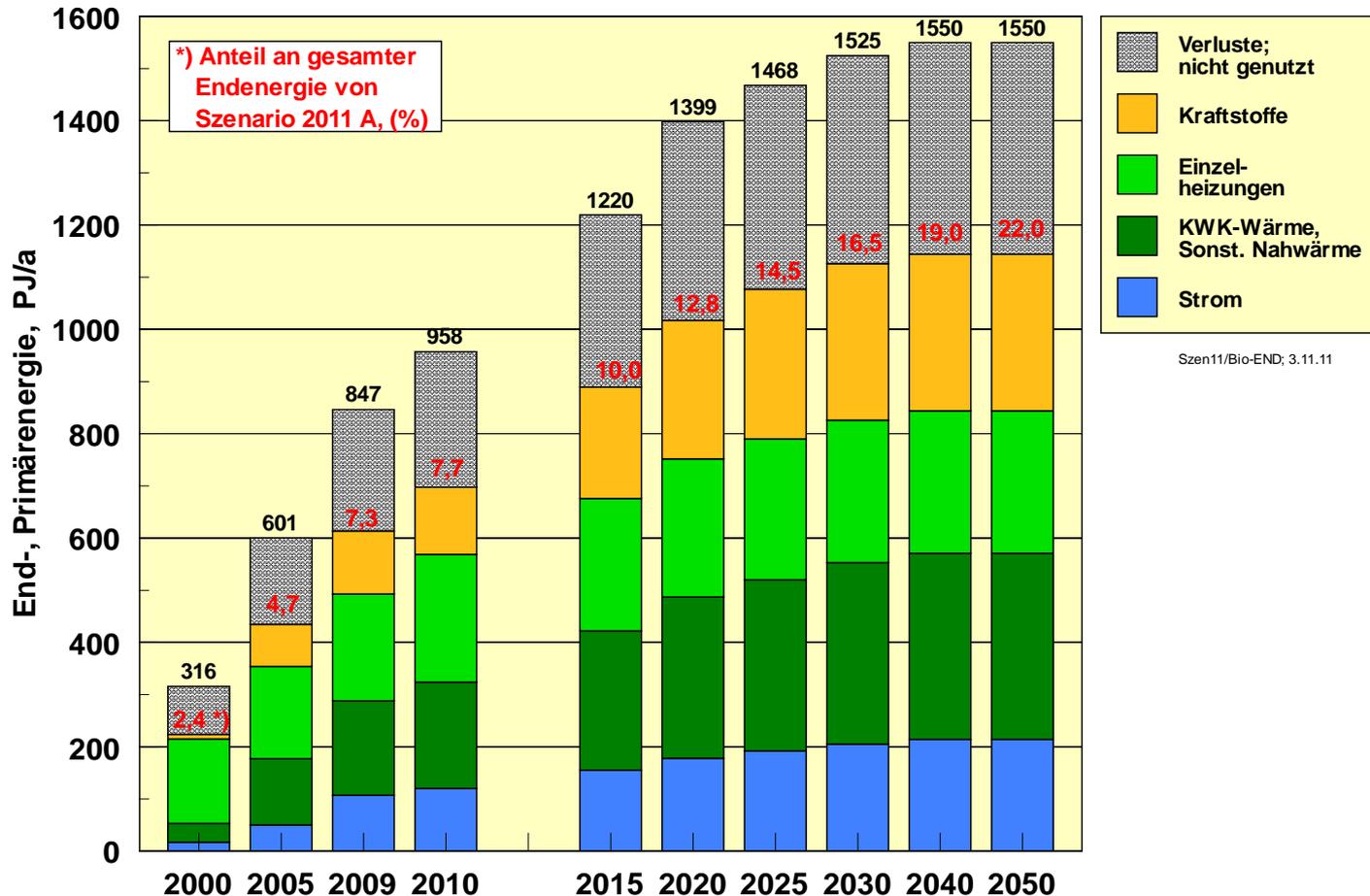
1) nur ausgewählte Anlagen wurden durch E.ON publiziert

Field-Te.pre

Quellen: F. Auer, Lokale Agenda Lahr; M. Miara, FhG-ISE; M. Sawillion, KEA

Wärmepumpen sollten heute wenigstens eine Jahresarbeitszahl von 3,5 aufweisen, um merklich zum Klimaschutz beizutragen.

# Nutzung von Biomasse in der Leitstudie



Das inländische Biomassepotenzial setzt sich aus Reststoffen (800 PJ/a) und Anbaufläche für Energiepflanzen (max. 4,2 Mio. ha) zusammen. Davon wird der größte Teil bereits genutzt.

# Absatzentwicklung Solarwärme in Deutschland

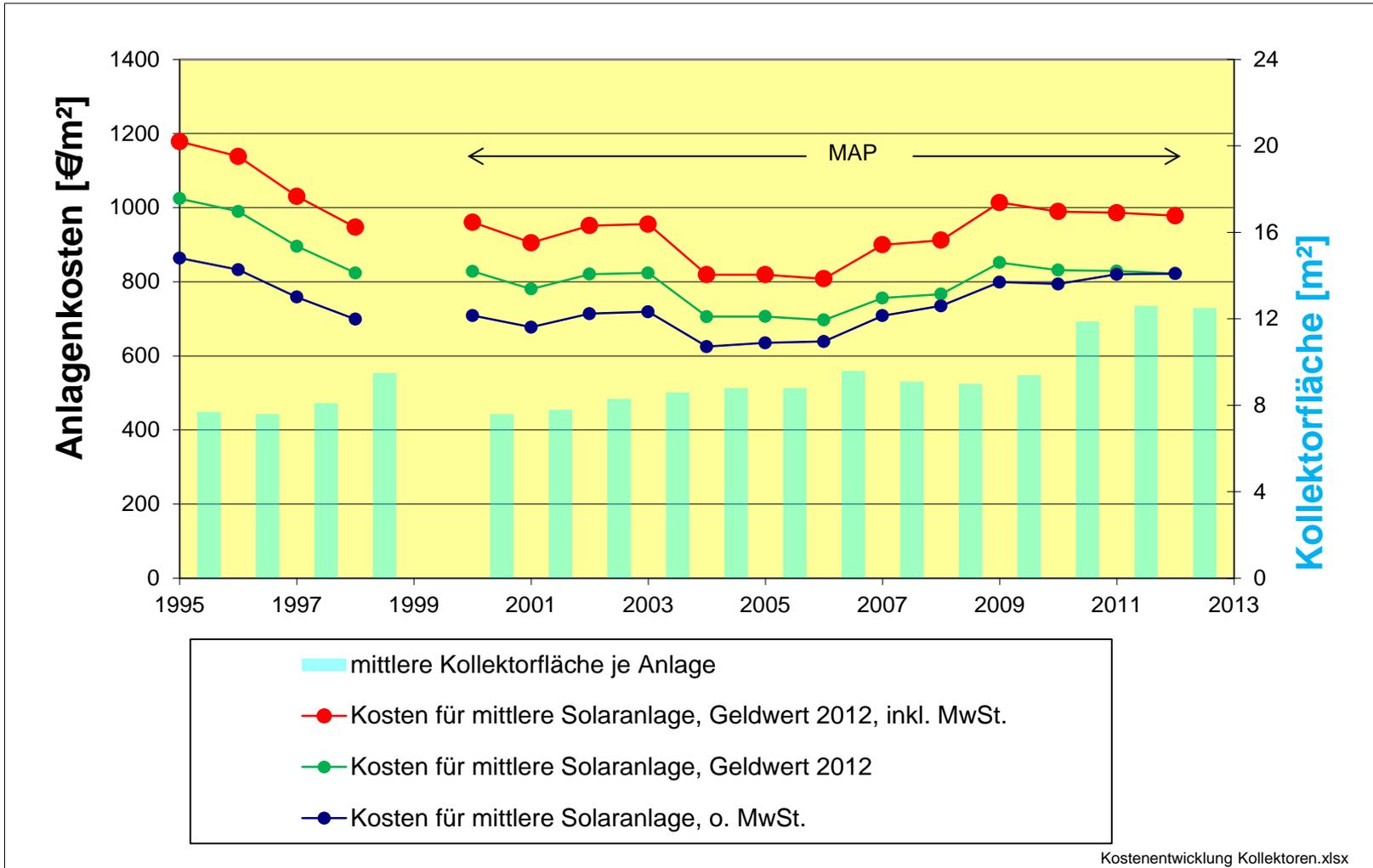


Der derzeitige Zubau liegt weit unter den in der Leitstudie definierten Zielen.

Quelle: BSW



# Kostenentwicklung von kleinen Solaranlagen



Quelle: Evaluationen des Marktanzreizprogramms (MAP) und dessen Vorgänger  
 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.  
 in der Helmholtz-Gemeinschaft

# Zwischenfazit Erneuerbare Energien in Deutschland

- Das Potenzial an Umweltwärme ist unbegrenzt. Bisher trägt aber nur der bessere Teil der Wärmepumpen merklich zum Klimaschutz bei.
- Das nationale Potenzial von Biomasse ist bereits zum größeren Teil ausgeschöpft
- Das Potenzial solarer Wärme ist nahezu unbegrenzt.
- Absatz von Solarwärme geht in Deutschland zurück. Eine Besserung ist nicht in Sicht
- In Dänemark boomt die Installation von Großanlagen für Wärmenetze

# Vor- und Nachteile von Wärmenetzen

## Vorteile

- kostengünstige Großanlagen bei solarer Wärme und Geothermie
- Saisonale Speicher werden möglich
- Wärme aus Biogas-BHKW kann genutzt werden.
- Biomasse-KWK mit fester Biomasse wird möglich.
- Kostengünstiger Brennstoff und saubere Abgase bei Holz- und Strohverbrennung
- höherer elektrischer Wirkungsgrad bei größeren, fossil befeuerten KWK-Anlagen
- Industrielle Abwärme kann genutzt werden.
- Große Wärmepumpen können günstige (Ab-)Wärmequellen nutzen
- Elektroheizer mit Wärmespeichern können jederzeit Überschussstrom aus EE nutzen.
- Flexibilität bei der Wahl von Technik und Brennstoff.

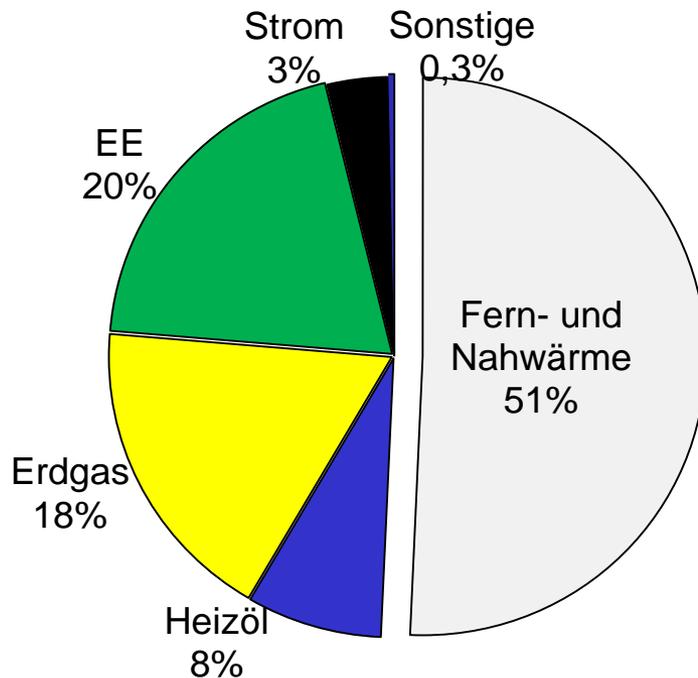
# Vor- und Nachteile von Wärmenetzen

## Nachteile

- Wärmeverluste! → Nur dort anwenden, wo die Vorteile die Verluste überwiegen.
- **Organisatorisches Problem: Kollektive Entscheidungen erforderlich.**

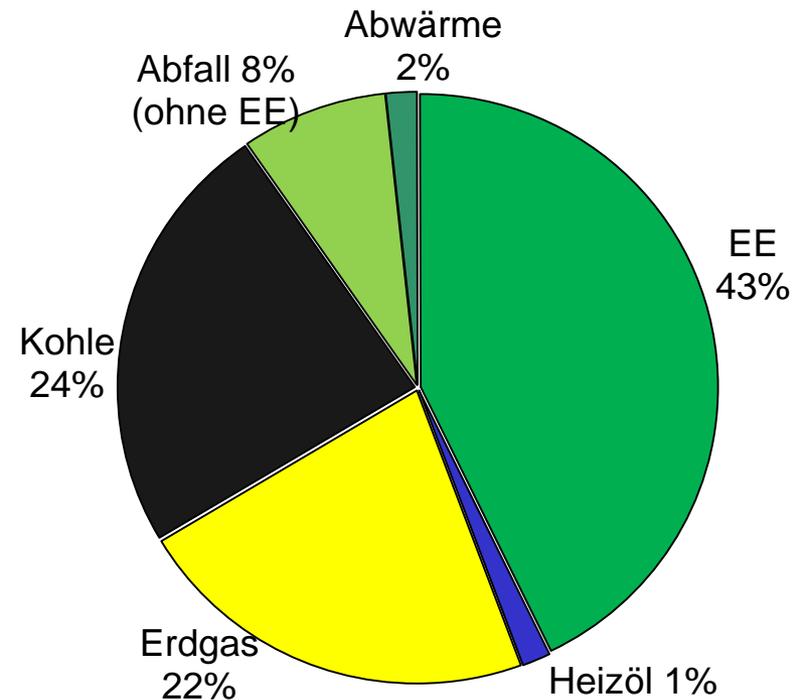
# Beheizungsstruktur Dänemark 2013

## Endenergie für Wärme in Haushalten und GHD



100% = 197 PJ

## Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern



100% = 135 PJ (inkl. Industrie und Netzverluste)  
(davon 73% aus Kraft-Wärme-Kopplung)

Fernwärme\_Dänemark\_2013 (Stand 16-10-2015).xlsx



Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

# Meilensteine der dänischen Energiepolitik

## The government's energy policy milestones up to 2050

In order to secure 100 pct. renewable energy in 2050 the government has several energy policy milestones in the years 2020, 2030 and 2035. These milestones are each a step in the right direction, securing progress towards 2050.

2020

Half of the traditional consumptions of electricity is covered by wind power

2030

Coal is phased out from Danish power plants  
Oil burners phased out

2035

The electricity and heat supply covered by renewable energy

2050

All energy supply – electricity, heat, industry and transport – is covered by renewable energy

The initiatives up to 2020 will result in a greenhouse gas reduction by 35 pct. in relation to 1990.

Kopiert aus: Our future energy. The Danish Government, November 2011.

# Quantifizierte Ziele im Energiekonzept der Bundesregierung

	2020	2030	2040	2050
Minderung der THG-Emissionen (bezogen auf 1990)	-40%	-55%	-70%	-80 bis 95%
Mindest-Anteil der EE am Bruttostromverbrauch	35%	50%	65%	80%
Mindest-Anteil der EE am (Brutto-) Endenergieverbrauch (BEEV)	18%	30%	45%	<b>60%</b>
Reduzierung des Wärmebedarfs (2020) bzw. des (EnEV-)Primärenergiebedarfs (2050) von Gebäuden **)	<b>-20%</b>			-80%
Mindest-Anteil von EE am Wärme- und Kälteenergiebedarf lt. EEWärmeG	<b>14%</b>			

\*) Steigerung Energieproduktivität um im Mittel 2,1% pro Jahr

\*\*) **Nebenziel: Verdopplung der energetischen Sanierungsrate von etwa 1% auf 2% pro Jahr**



# Wärmeplanung ermöglichte die dänischen Erfolge

- Ab 2016 darf keine Ölheizung mehr installiert werden. Gilt für Neubauten schon seit Anfang 2013
- Bis 2035 soll die gesamte Wärmeversorgung auf Erneuerbaren Energien beruhen (offizielles Ziel der Regierung)
- Diese Vorbildfunktion konnte nur erreicht werden, weil die Kommunen schon seit Beginn der 80er Jahre ordnend in die Wärmeversorgung eingreifen.
- Dazu wurde 1979 das erste Wärmegesetz erlassen. Die kommunalen Planungen wurden durch die Regierung unterstützt (u.a. mit einem 2000-seitigen „Versorgungskatalog“)
- Neuerdings werden Wärmenetze in die bisher der Gasversorgung vorbehaltenen Gebiete ausgedehnt.
- Lokal verfügbare Solare Nahwärme ersetzt zunehmend das Erdgas.

# Solare Nahwärme, Braedstrup, Dänemark

(Kollektorfläche 8 000 m<sup>2</sup>, Investition 220 €/m<sup>2</sup>, solare Wärmekosten 3-4 ct/kWh)

In Dänemark wird pro Kopf mehr Kollektorfläche in Fernwärmanlagen installiert als in Deutschland für alle Solarwärmanlagen zusammen genommen.



Foto: Michael Nast, DLR

# Kollektorfeld in Dronninglund (37.600 m<sup>2</sup>, 162 €/m<sup>2</sup>)



Foto: Michael Nast, DLR



# Bau des saisonalen Wärmespeichers in Marstal



Quelle: Leo Holm



Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

# Saisonaler Wärmespeicher in Marstal (75.000 m<sup>3</sup>, T<sub>max</sub> = 85°C)



Quelle: Leo Holm



Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

# Abdeckung des saisonalen Wärmespeichers in Dronninglund (62.000 m<sup>3</sup>, T<sub>max</sub> = 90°C)



Foto: Michael Nast, DLR



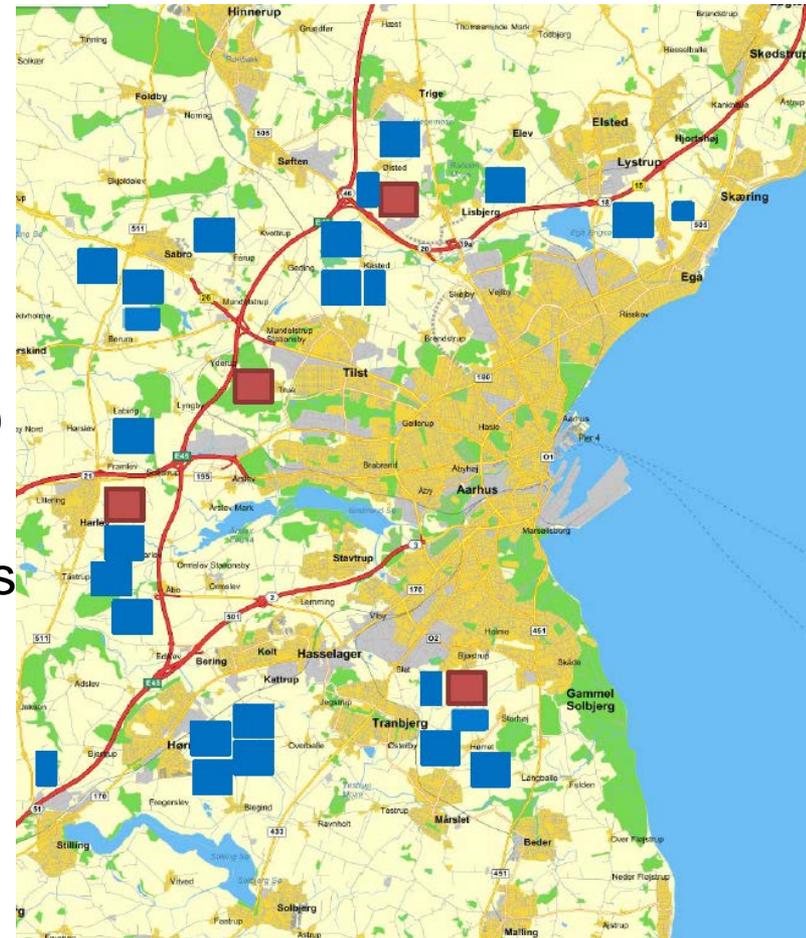


# Case study with 100% solar thermal!

- Aarhus – 260.000 citizens
- 8,500,000 m<sup>2</sup> collector area
- 37,000,000 m<sup>3</sup> pit heat storage
- Investment 1,600 M€  
(for comparison: Studstrup CHP 700 M€)

Blue = Solar fields  
Red = Pit heat storages

Die Erneuerung aller vorhandenen Heiz-  
(kraft)werke würde ähnlich viel kosten  
wie die Solaranlagen inkl. Speicher.



Quelle: PlanEnergi

# Eignung von Kommunen für die Erstellung von Wärmeplänen

- Gemeinschaftseinrichtung mit lokalem Bezug
- Zuständigkeit für Flächennutzungs- und Bauleitplanungen
- Daseinsvorsorge (Wasser, Abwasser, Klimaschutz...)
- Kenntnis des lokalen Potenzials erneuerbarer Energien
- Bürgermeister ist vertraut mit lokalen Befindlichkeiten und sozialen Strukturen
- Günstige Gelegenheiten können erkannt und genutzt werden (Straßensanierungen, lokale Bürgerinitiative...)
- Sanierungsgebiete können beschlossen, gefördert und gezielt beeinflusst werden
- Das EEWärmeG spricht die Träger kollektiver Entscheidungen bisher kaum an. Die vom EEWärmeG verpflichteten einzelnen Bauherren können kollektive Entscheidungen kaum beeinflussen.

# Anforderungen an deutsche Wärmepläne

Folgende Bedingungen sollten erfüllt sein, damit Wärmepläne eine größere Wirksamkeit entfalten als die bereits heute üblichen Energiekonzepte:

1. Flächendeckende Erstellung von Wärmeplänen für jede Kommune
2. Erstellung nach einer einheitlichen Struktur (das erlaubt sowohl das Aufaddieren der Klimaschutzbeiträge als auch Vergleiche zwischen beliebigen Kommunen)
3. Herunterbrechen der nationalen Ziele auf einzelne Gemeinden. (Dazu ist noch ein Verfahren zu entwickeln, welches den unterschiedlichen Möglichkeiten in ländlichen und städtischen Gemeinden gerecht wird.)

Eine einheitliche Struktur kann z.B. durch die Verwendung von Satellitendaten erreicht werden.

# Zusammenfassung und Fazit

- EE-Wärme kann und muss erheblich zur Energiewende im Gebäudesektor beitragen.
- Die heute bereits ergriffenen Maßnahmen sind gut, werden aber nicht ausreichen. Bspw. verbleiben die Sanierungsraten auf sehr geringem Niveau – trotz hohem Förderbudget.
- Zur kommunalen Daseinsvorsorge sollte auch die Sicherung der Wärmeversorgung gehören. In Dänemark gibt es schon seit den 80er Jahren eine flächendeckende kommunale Wärmeplanung.
- In bestehenden Wärmenetzen sollten Maßnahmen zur Senkung der Vor- und Rücklauftemperaturen ergriffen werden. Vorteile:
  - Effizienzgewinne bei Wärmepumpen und solarer Heizung
  - Geringere Wärmeverluste im Netz
  - Höheres Potenzial für Tiefengeothermie

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**



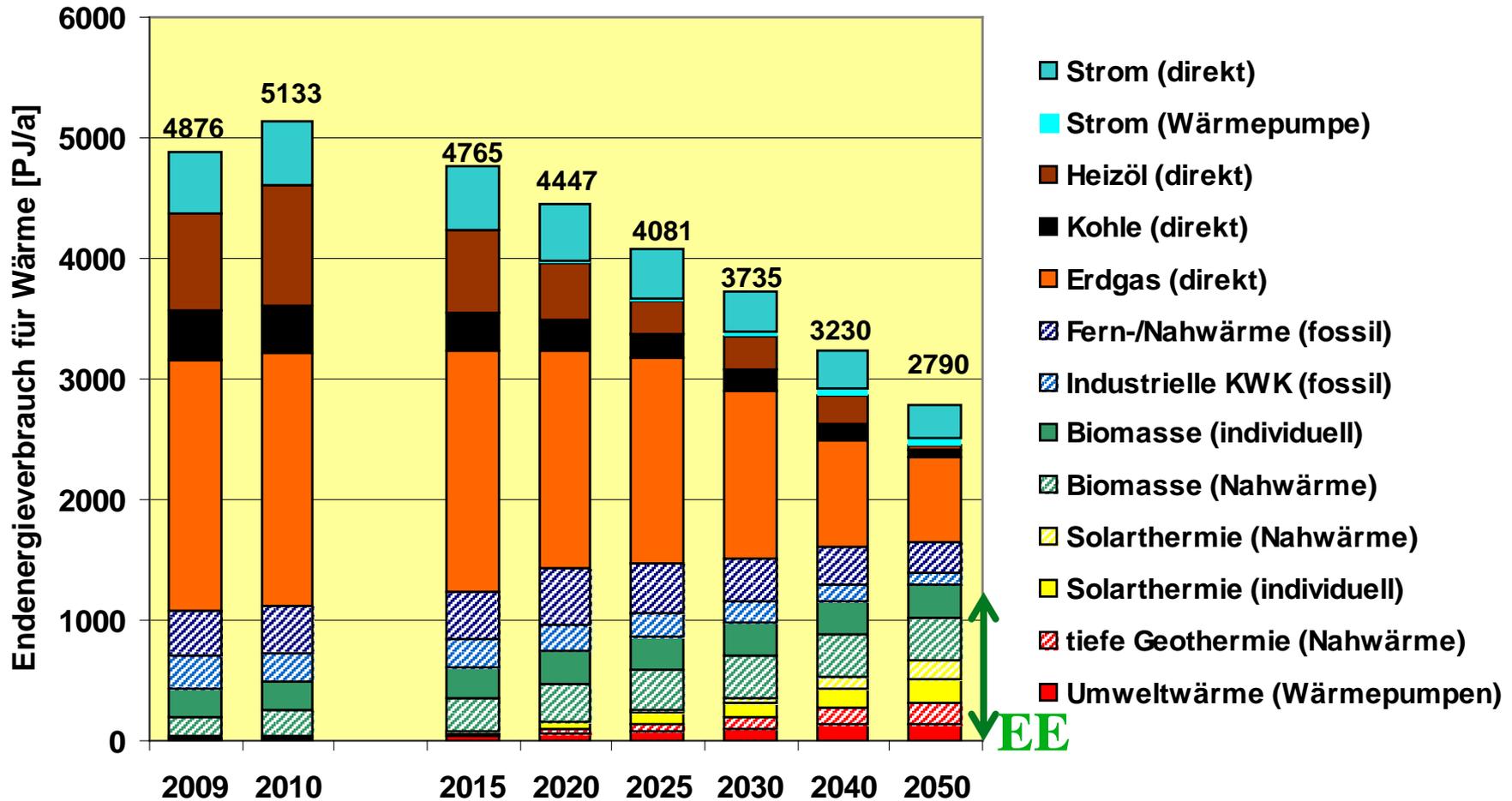
Es folgen

# Ergänzende Reservefolien



# Endenergieverbrauch für Wärme

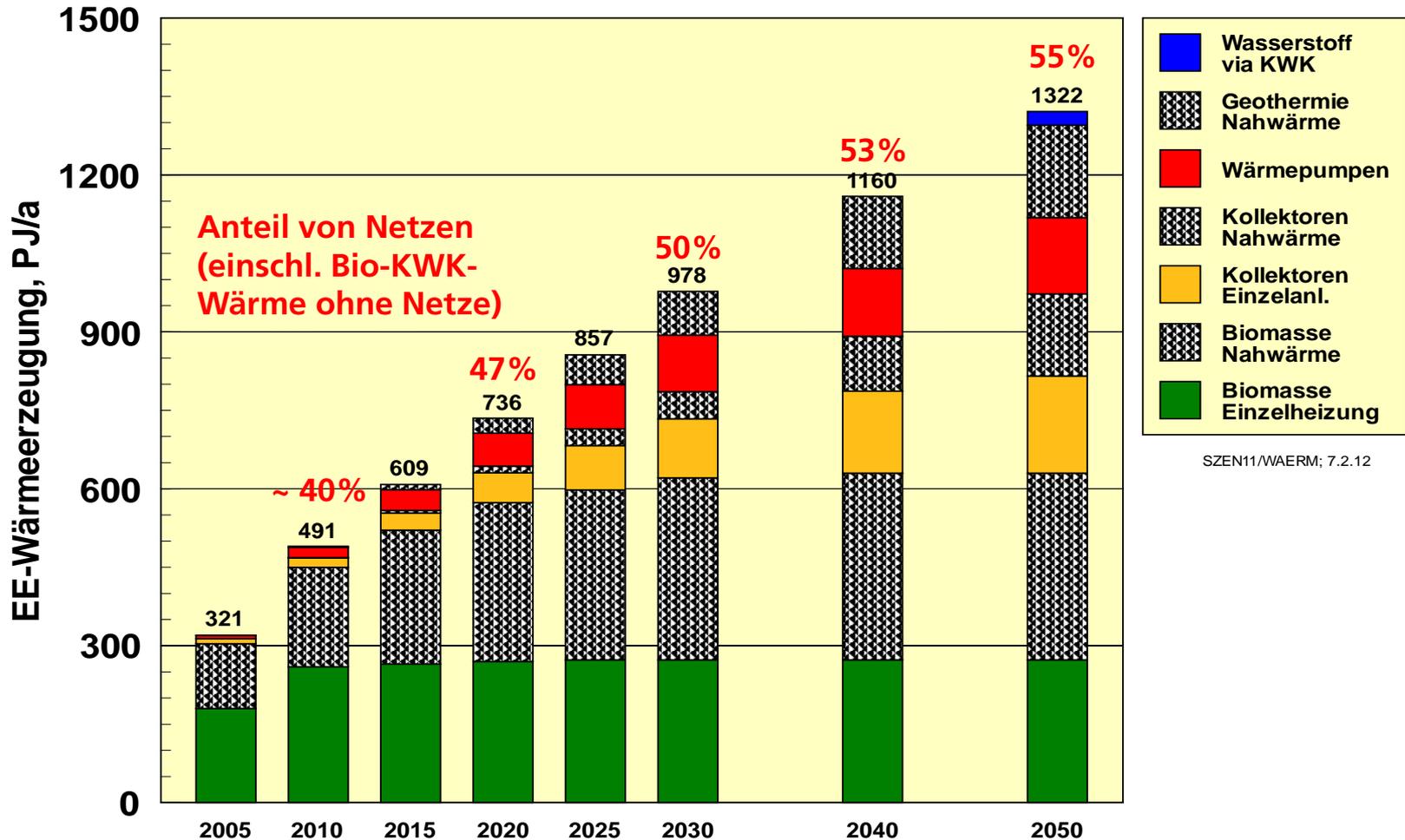
(einschl. Prozesswärme, einschl. Stromeinsatz für Wärme) Szenario A



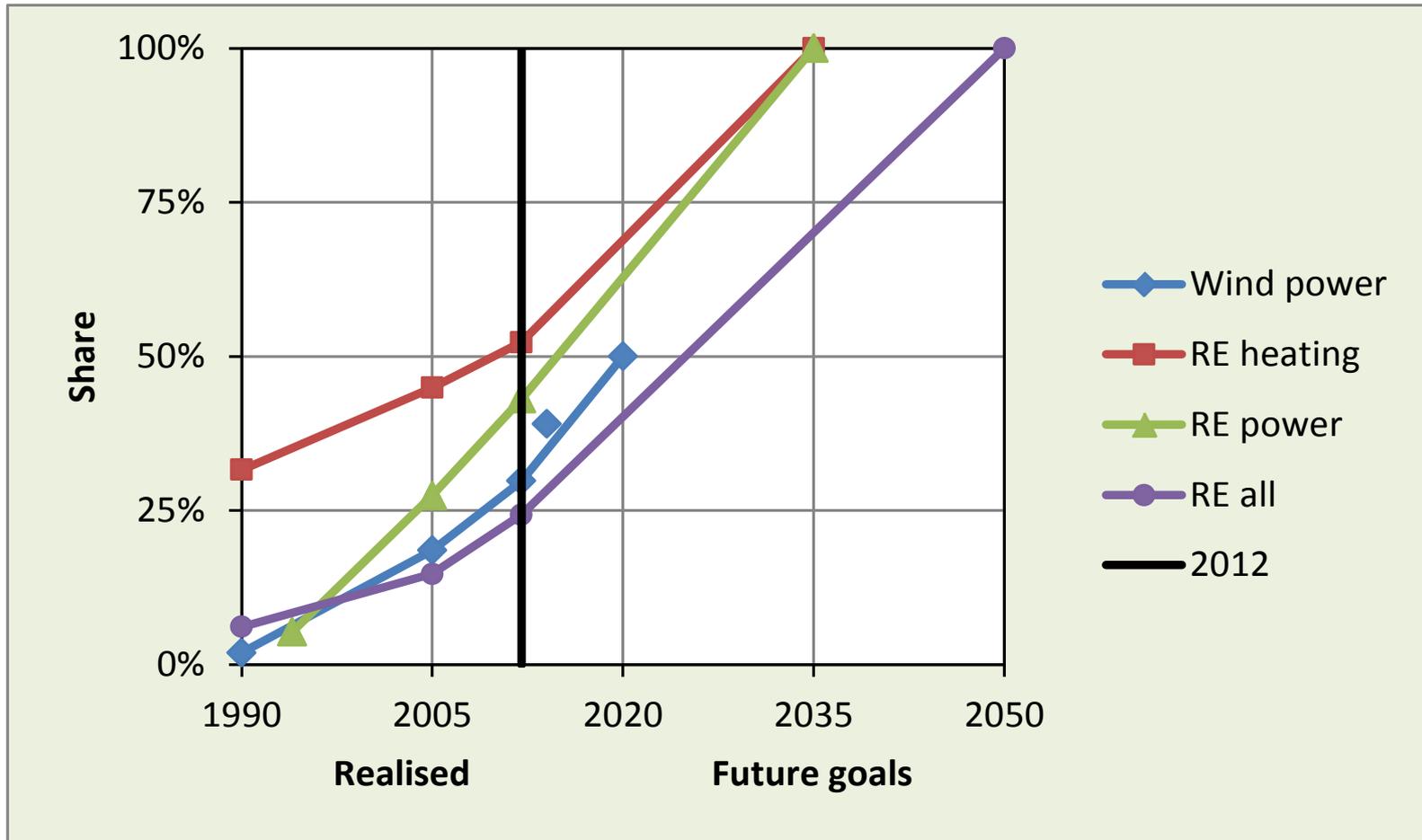
Ziele im Wärmesektor bis 2050: -45% Endenergie, 50% EE-Anteil, -75% CO<sub>2</sub>-Emission

# Erneuerbare Wärme aus Wärmenetzen und Einzelanlagen

- Szenario 2011 A -



# National climate goals in Denmark

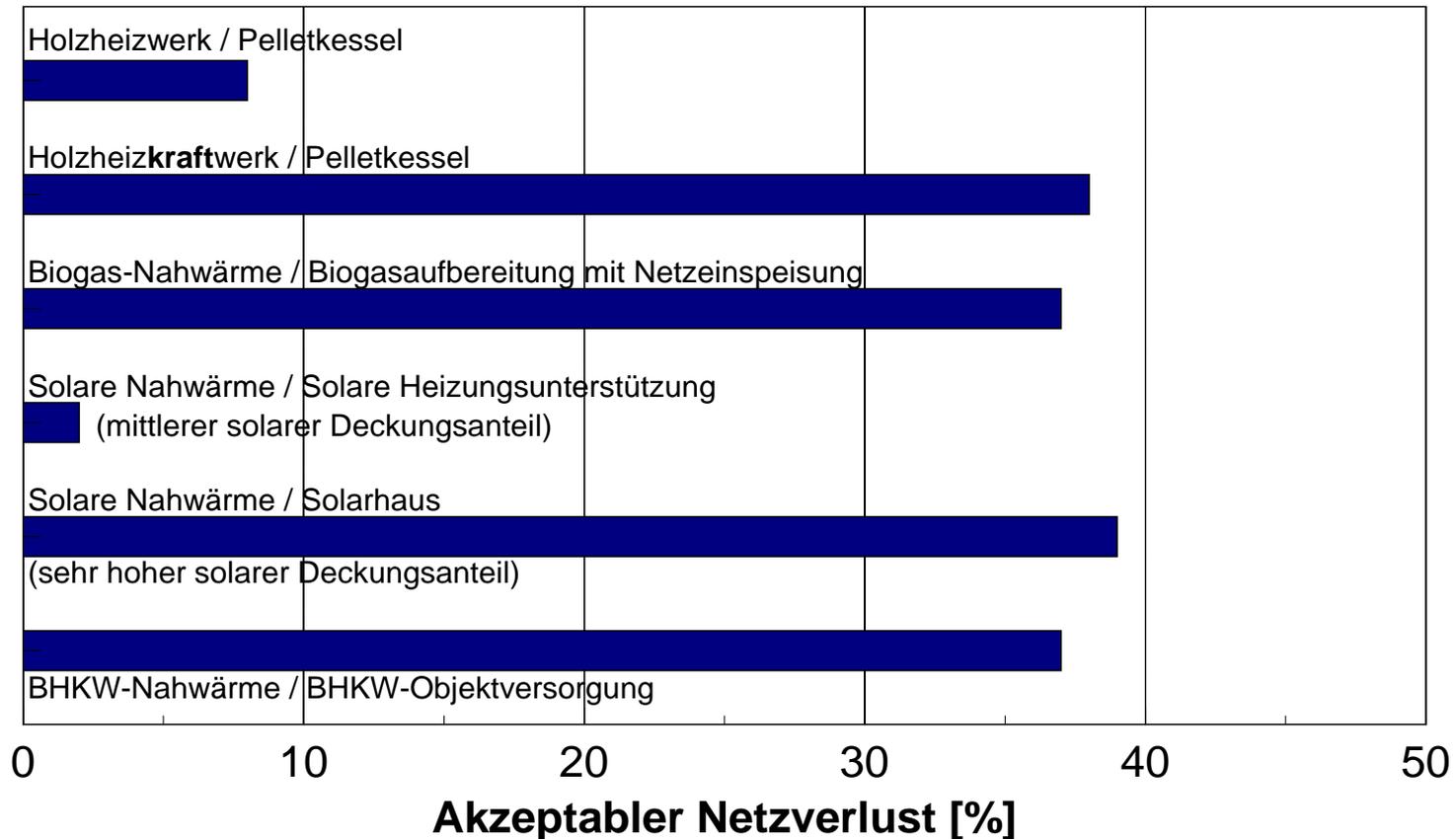


Quelle: PlanEnergi



Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

# Bewertung von Netzverlusten bei knappen Ressourcen durch den Vergleich von konkurrierenden Nutzungsmöglichkeiten



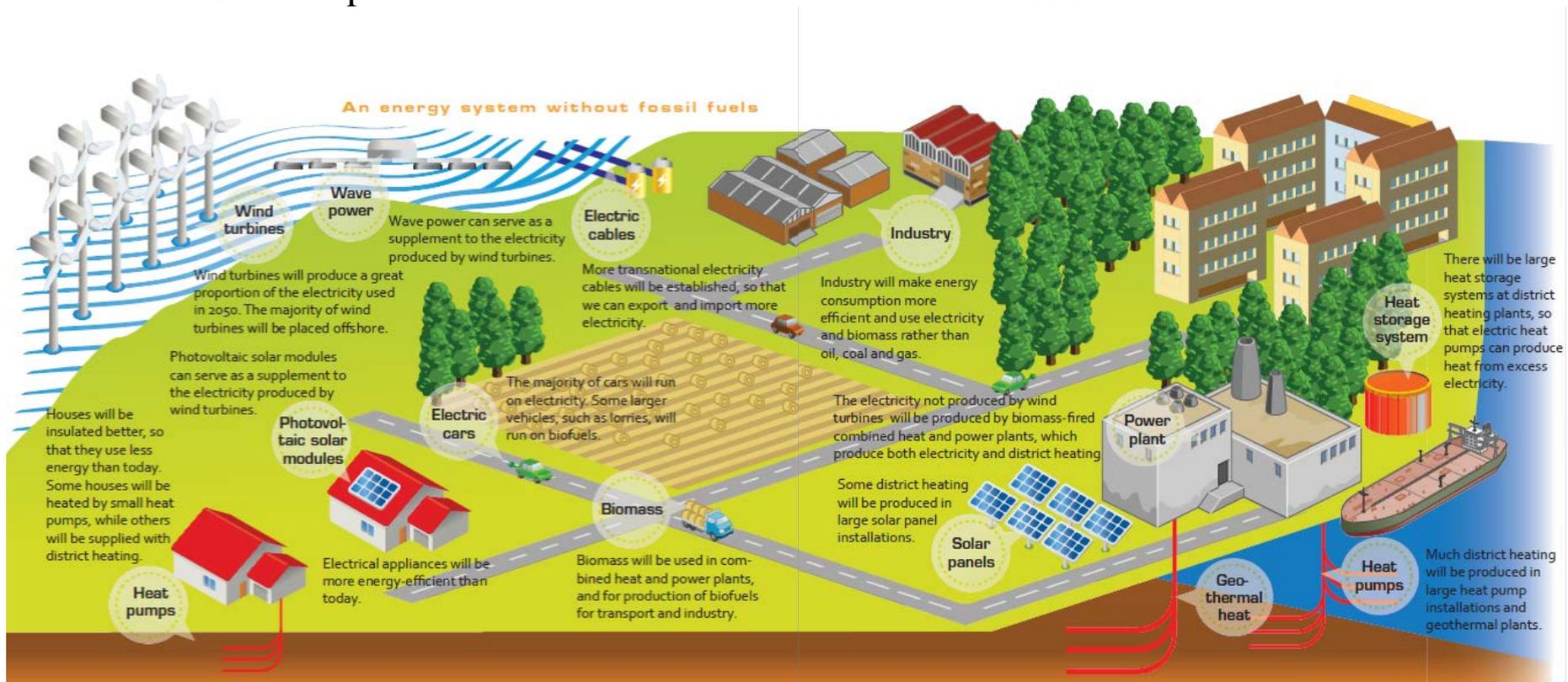
Der akzeptable Netzverlust gibt an, bis zu welchem Netzverlust die Brennstoffeinsparung des Nahwärmesystems höher ist als bei dem konventionellen Vergleichssystem.

Bei Biogasanlagen ist die Klimawirkung der Methanverluste, bei saisonalen Wärmespeichern der Herstellungsaufwand berücksichtigt.

# Die dänische Vision

Offizielle dänische Ziele:

- 100% Erneuerbare Energien für Wärme und Strom **bis 2035**
- Überhaupt keine fossilen Brennstoffe mehr nach 2050



Quelle: Klimakommissionen, Green energy – the road to a Danish energy system without fossil fuels.

# Mögliches Ablaufschema für eine kommunale Wärmeplanung

