



Wärmenetze im zukünftigen Energieverbund

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

**1. Energiespeichertagung
Umwelt-Campus Birkenfeld
27. Februar 2013**



Gliederung

1. Wärmespeicher im zukünftigen Energieverbund
2. Kopplung von Strom- und Wärmemarkt:
Das Beispiel Dänemark
3. Vorteile von Wärmenetzen
4. Tendenzen und Perspektiven
5. Fazit

Flexibilisierungsoptionen bei der Kopplung von Strom- und Wärmemarkt

- Aufgrund des zunehmenden Anteils an Strom aus fluktuierenden erneuerbaren Energien nimmt das Interesse an Stromspeichern zu.
- Wärme lässt sich für kurze Zeiträume (einige Tage) wesentlich kostengünstiger speichern als Strom.
- Für die Kopplung von Strom- und Wärmemarkt kommen KWK-Systeme, Wärmepumpen und Elektroheizungen in Frage.
- Bei Stromüberschuss können KWK-Anlagen zurückgefahren oder Wärmepumpen bzw. Elektroheizer zugeschaltet werden (geht meistens).
- Bei Stromknappheit können KWK-Anlagen zugeschaltet oder Wärmepumpen bzw. Elektroheizer vom Netz genommen werden.
- Wärmespeicher sind nötig, da die Flexibilisierung nur möglich ist, wenn die Anlagen nicht mehr wärme- sondern stromgeführt gefahren werden.

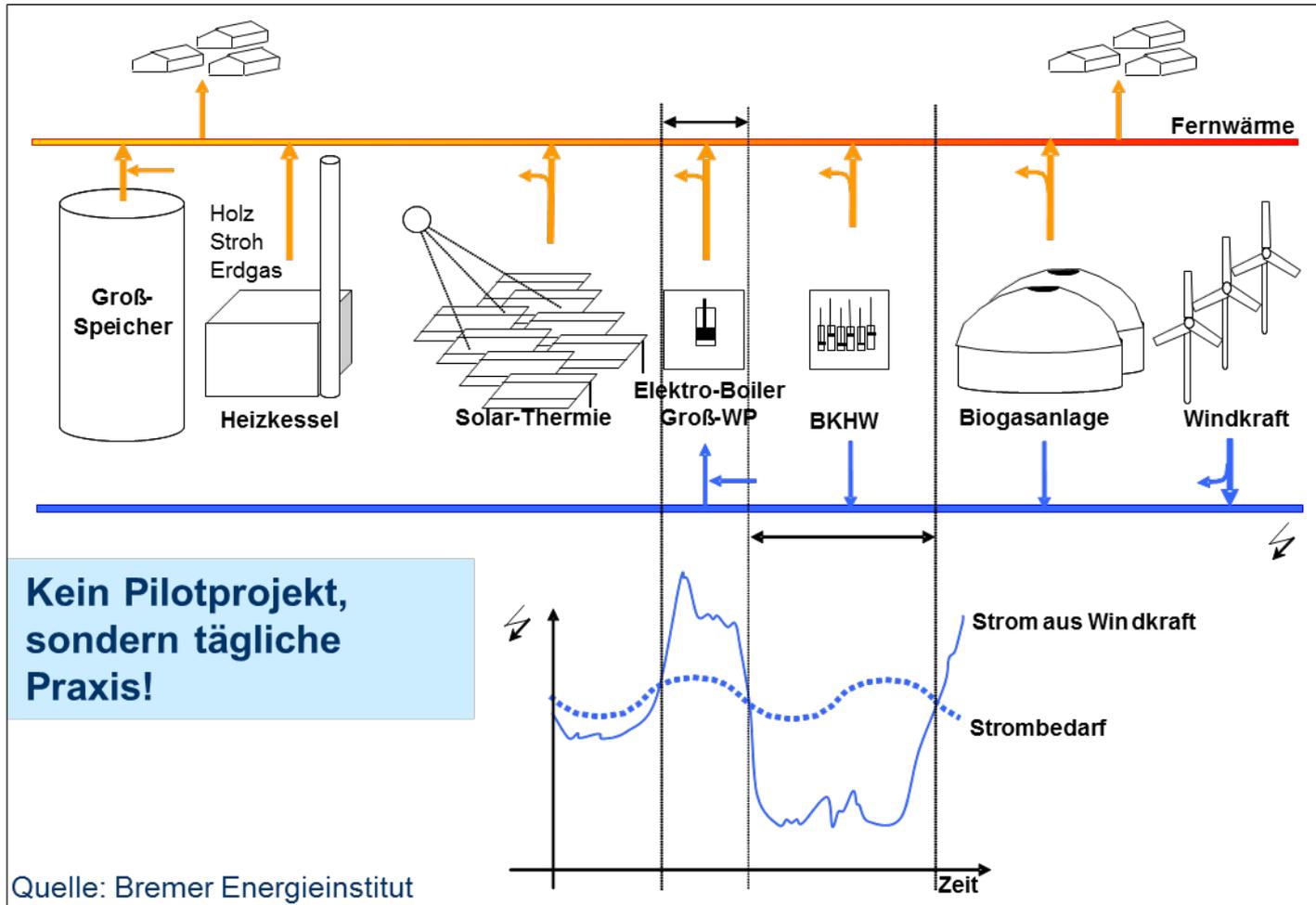
Kosten für die Flexibilisierung

- Betrachtet wird nur der (Wärme-)Speicherbedarf
- Um z.B. 1 MWh überschüssigen Strom nutzen zu können, ist
 - beim Einsatz von Elektroheizern eine Wärmespeicherkapazität von ebenfalls 1 MWh erforderlich
 - beim Einsatz einer KWK-Anlage sind in Abhängigkeit von der Stromkennzahl der Anlage eine Wärmespeicherkapazität von 1,0 – 2,0 MWh erforderlich
 - beim Einsatz einer Wärmepumpe ist bei einer Arbeitszahl von 3,5 eine Wärmespeicherkapazität von 3,5 MWh erforderlich.
- Die Temperaturspreizung bei Wärmepumpensystemen kann kaum 20 K übersteigen.
- Große Wärmespeicher sind spezifisch kostengünstiger als kleine.
- Fazit: Große Fernwärmespeicher eignen sich besonders gut für eine Flexibilisierung.

Anmerkung zu Nachtspeicheröfen

- Nachtspeicheröfen werden bereits stromgeführt betrieben. Ihre Speicherkapazität lässt sich kaum erweitern.
- Nur an wenigen Stunden im Jahr kann Überschussstrom genutzt werden, dies rechtfertigt eine Neuinstallation von Nachtspeicheröfen nicht.
- Bereits vorhandene Nachtspeicheröfen können aber im Rahmen ihrer Speichermöglichkeiten als kostengünstige Flexibilisierungsoption genutzt werden.

Skizze eines dänischen Fernwärmesystems mit verschiedenen Wärmequellen und Kopplung mit dem Strommarkt



Betrieb von BHKW, Gasspitzenkessel und Elektroheizer in Abhängigkeit von Strompreis während einer Kälteperiode

Skagen District Heating, Wednesday, 2011-01-05 to Saturday, 2011-01-08



THE EUROPEAN UNION
 The European Regional Development Fund
 Investing in your future

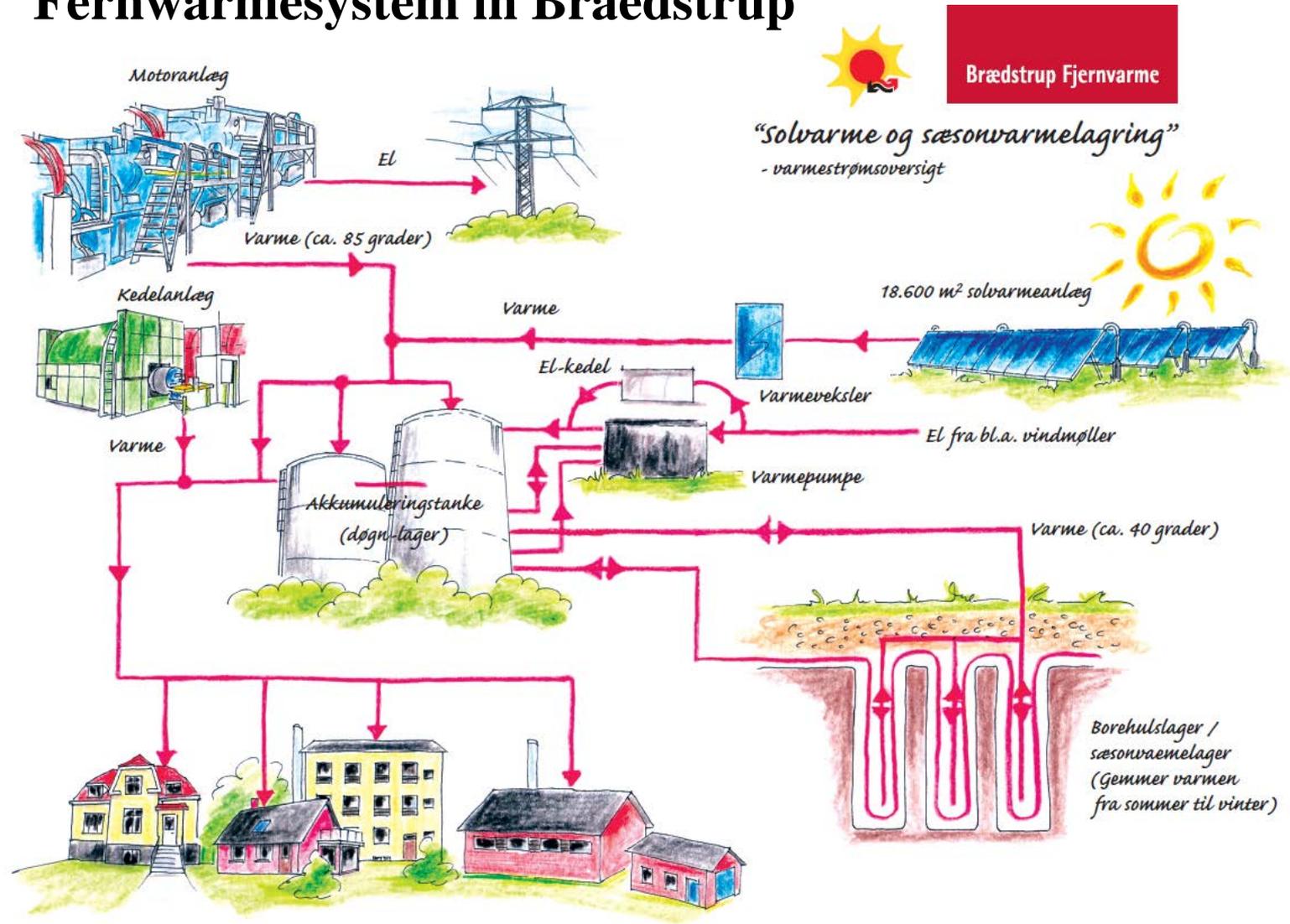
Skagen District Heating

Kennwerte des Fernwärmenetzes in Skagen

Jahreshöchstlast	22 MW_{th}
Gesamtleistung BHKW	17,7 MW _{th} (th. Effizienz = 52%, el. Effizienz = 41%), 1.380 h/a
Leistung Elektroheizer	11 MW _{th} , 360 h/a
Netzeinspeisung	80.000 MWh _{th} /a (100%)
davon aus BHKW	ca. 31%
aus Elektroheizer	ca. 5%
aus Gas-Spitzenkessel	ca. 10%
aus Abwärme (Müllver- brennung, Fischfabrik)	ca. 54%
Speichervolumen	4.150 m ³ (entsprechend 250 MWh _{th} oder 11 h Jahreshöchstlast)

Insgesamt sind in Dänemark bereits 300 MW Elektroheizer in Fernwärmenetzen installiert.

Fernwärmesystem in Braedstrup



Quelle: Per Kristensen, Braedstrup Fjernvarme

Solare Nahwärme, Braedstrup, Dänemark

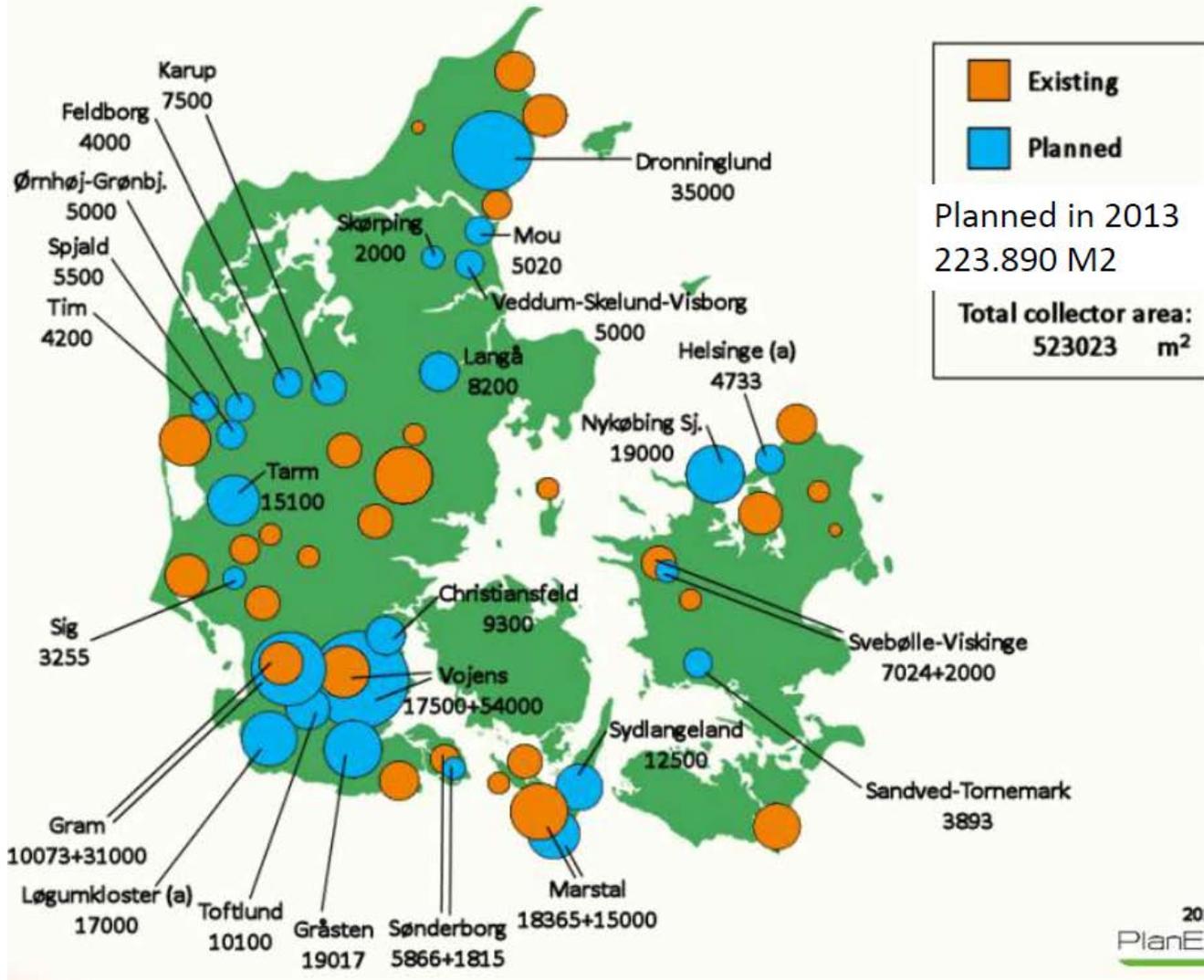
(Kollektorfläche 8 000 m², Investition 220 €/m², solare Wärmekosten 3-4 ct/kWh)



Foto: Michael Nast, DLR

Im Jahr 2012 werden in Dänemark pro Kopf mehr Fernwärmeanlagen installiert werden als in Deutschland für alle Solarwärmeanlagen zusammengekommen.

Solar district heating in Denmark



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

Wärmepumpe in Braedstrup (Sonderanfertigung)



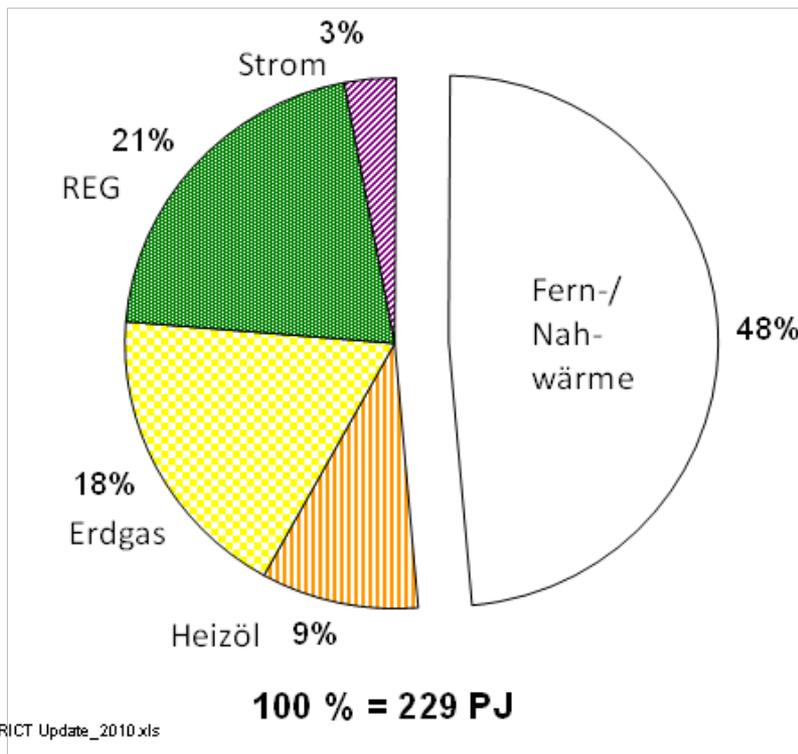
Foto: Helmut Böhnisch, KEA

Vorteile von Wärmenetzen

- kostengünstige Großanlagen bei solarer Wärme und Geothermie
- Saisonale Speicher werden mit Solarer Nahwärme möglich
- Biomasse-KWK wird möglich.
Kostengünstiger Brennstoff und saubere Abgase bei Holz- und Strohverbrennung
- höherer elektrischer Wirkungsgrad bei größeren fossil befeuerten KWK-Anlagen

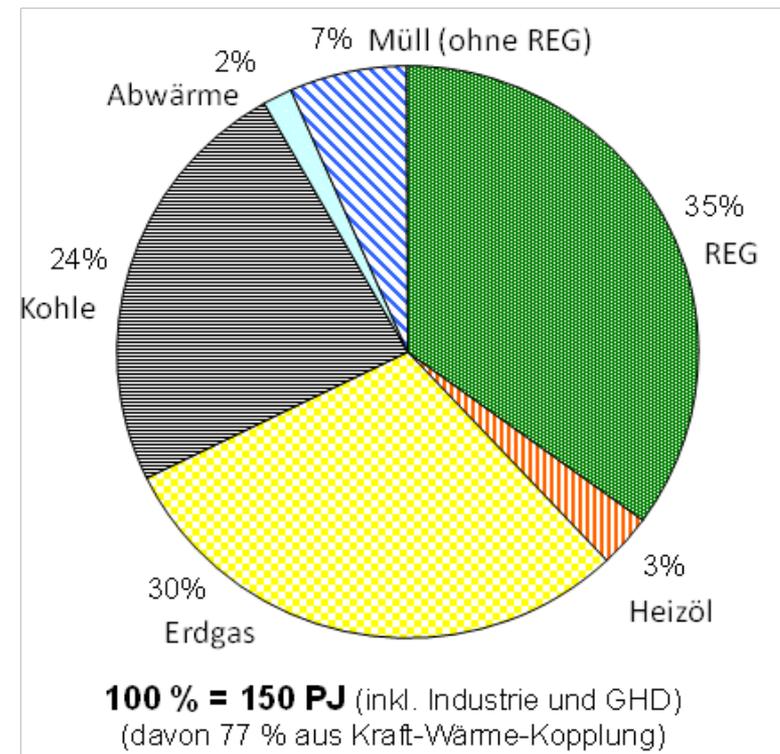
Beheizungsstruktur in Dänemark 2010

Raumwärme für Haushalt und Dienstleistung

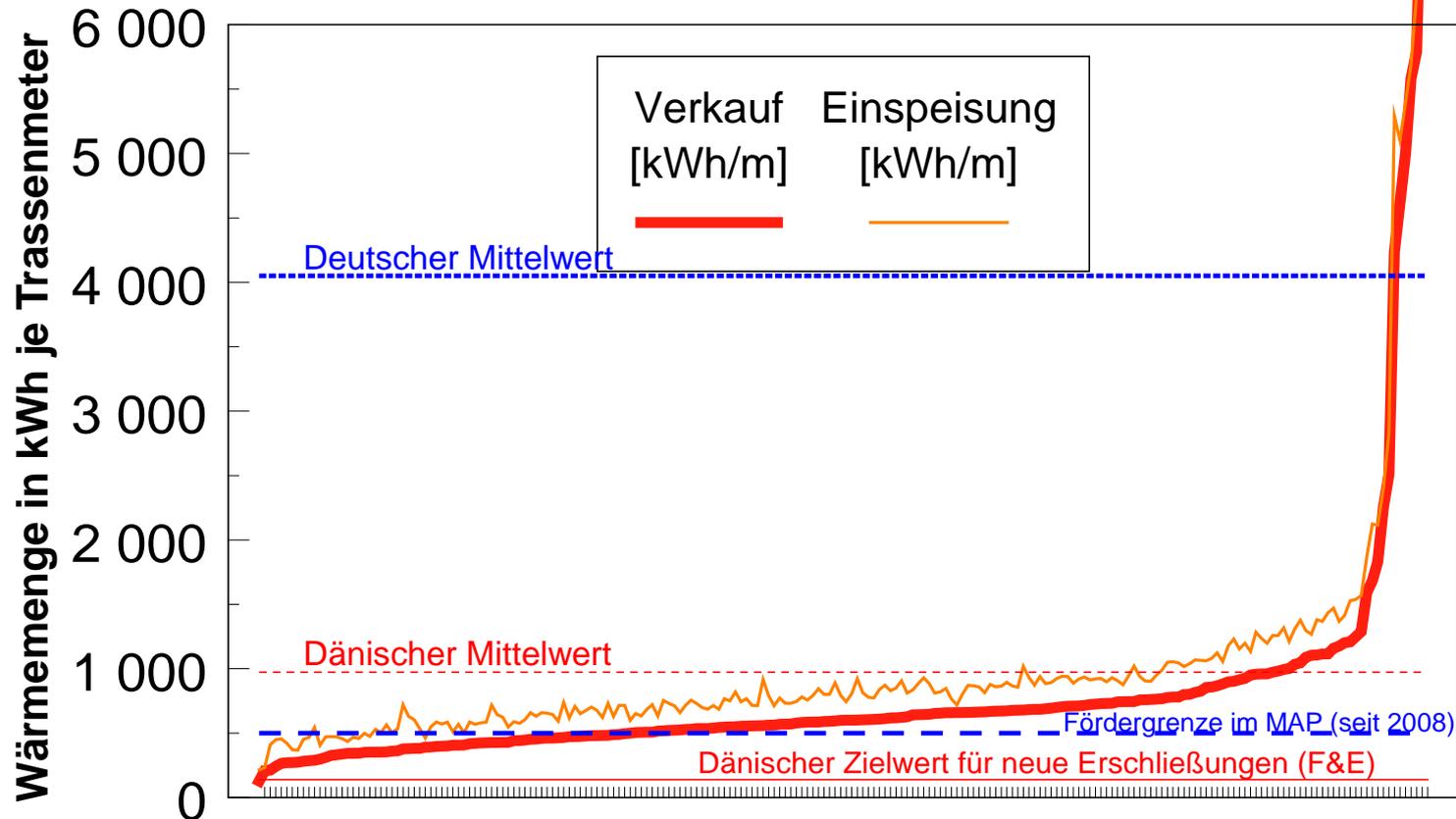


DISTRICT Update_2010.xls

Fern-/Nahwärme nach Brennstoffen



Wärmemengen je Trassenmeter in DK



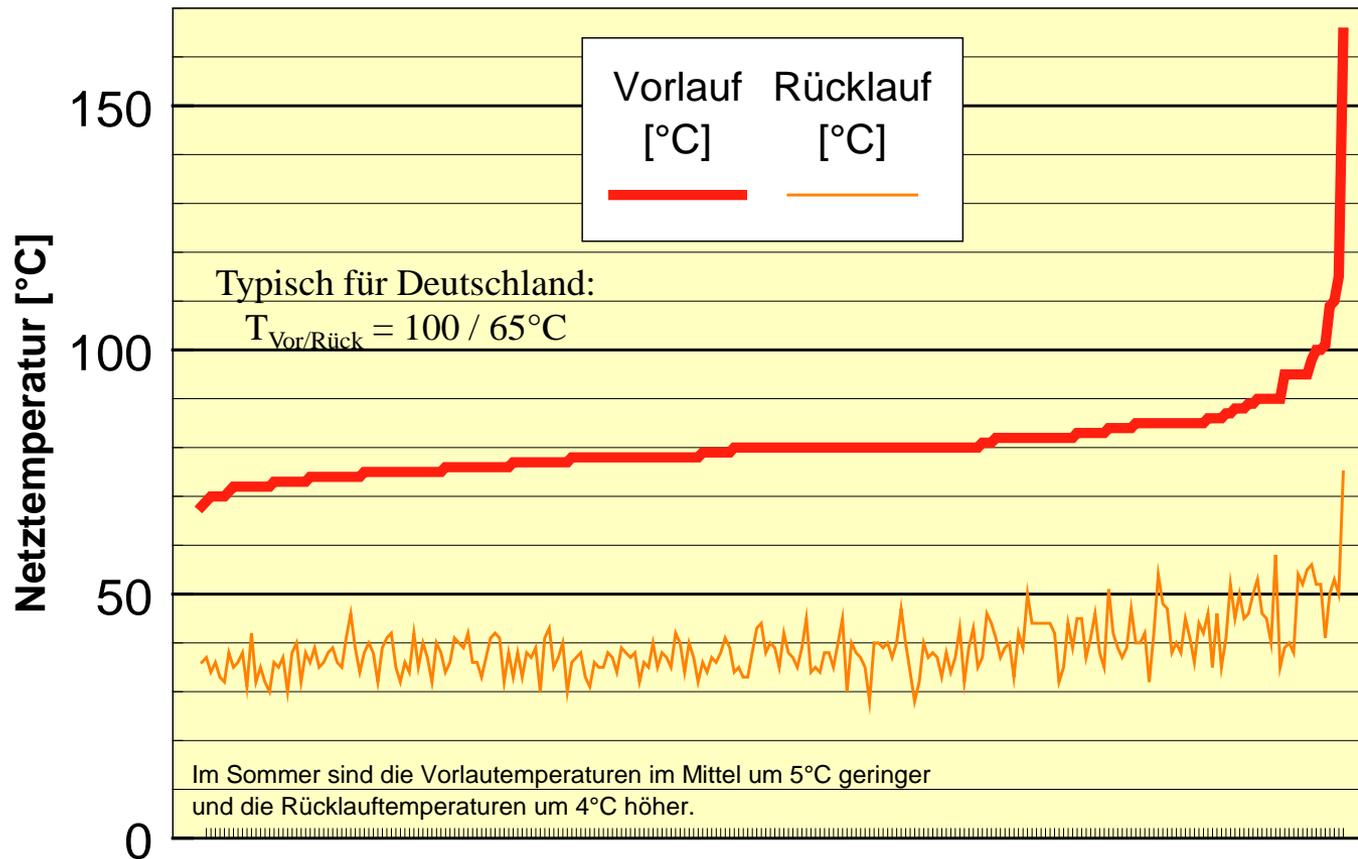
212 dänische Fernwärmeunternehmen

Quelle: Dansk Fjernvarme, 2005. Ohne 53 Netze mit unklarer Datenlage.

Trass-B.pre

In Dänemark werden auch Gebiete mit sehr geringen Wärmedichten für Wärmenetze erschlossen.

Netztemperaturen in Dänemark im Winter

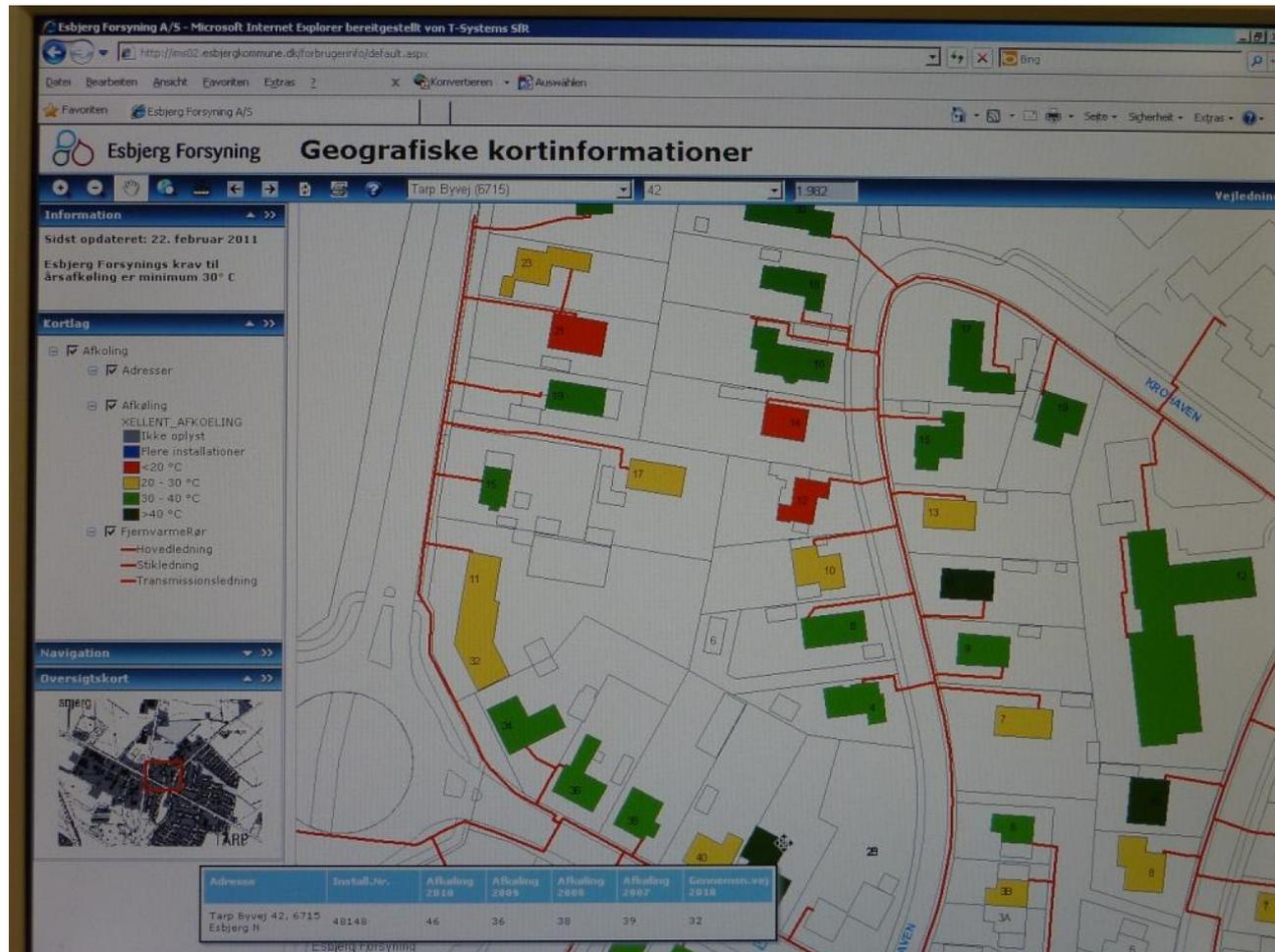


254 dänische Fernwärmeunternehmen

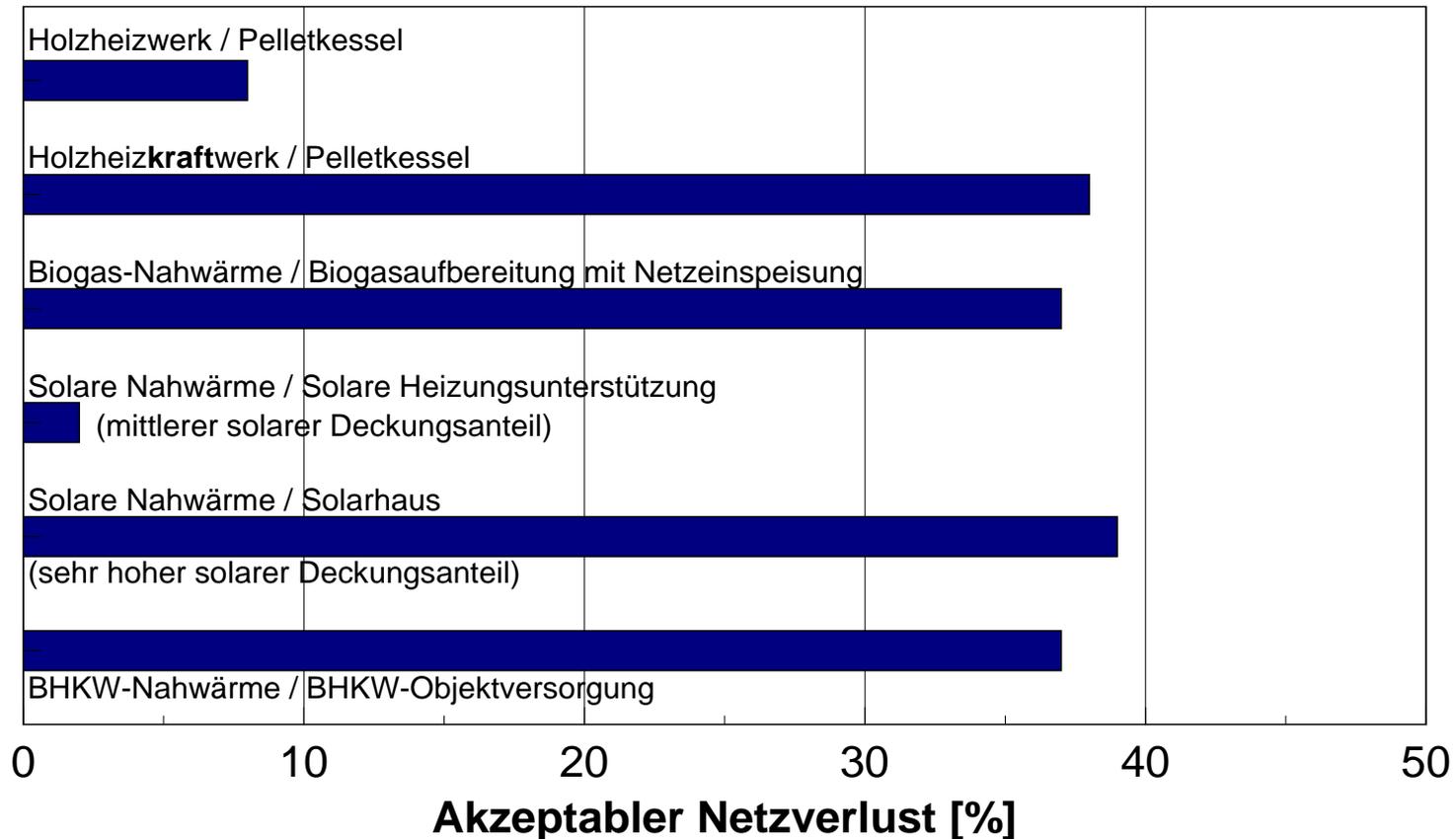
Quelle: Dansk Fjernvarme, 2005. Ohne 11 Netze mit fehlenden Temp.angaben

NetzTemp.pre

Minimierung der Rücklauftemperaturen in Dänemark durch Nutzung des Internets



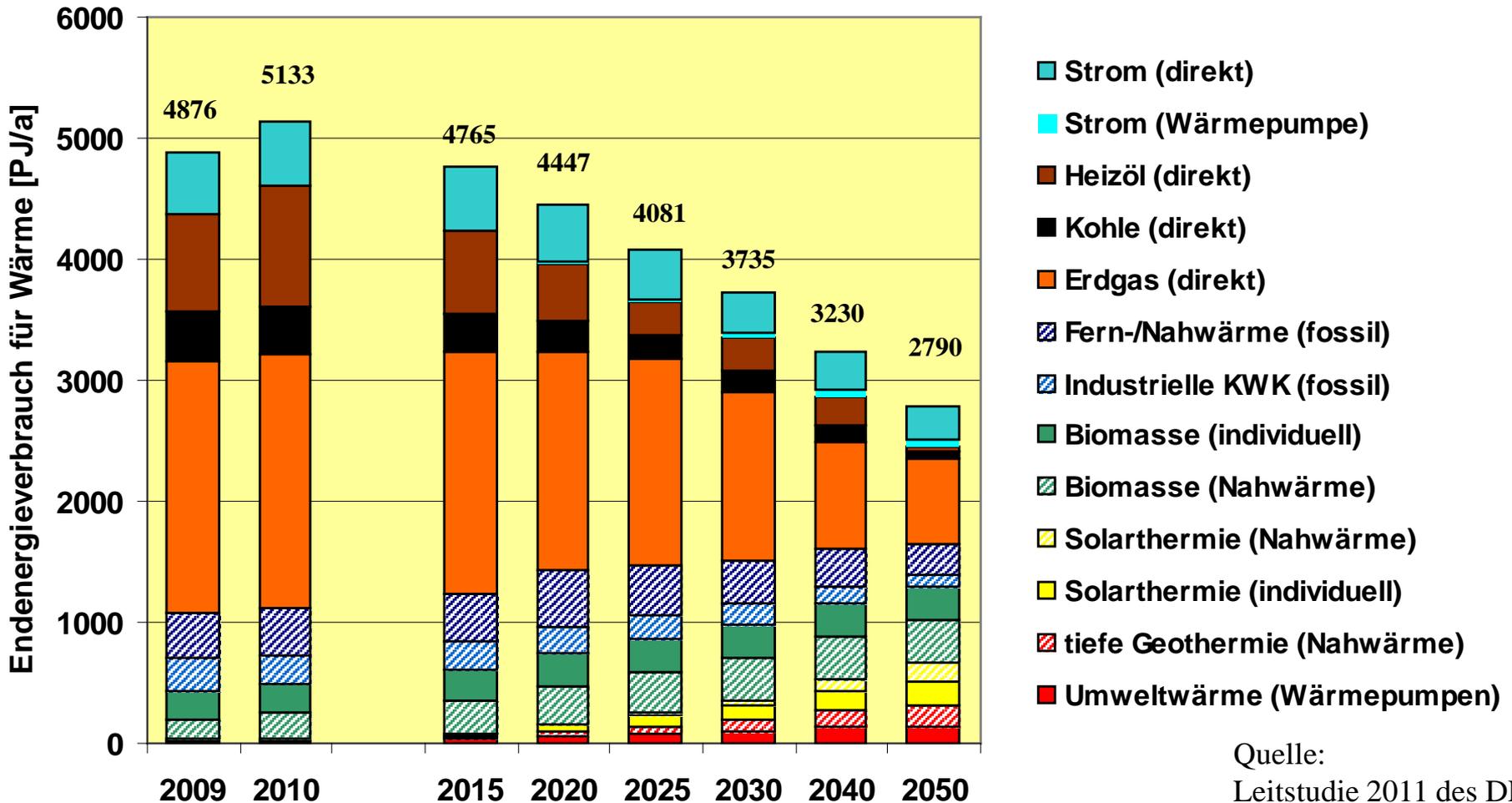
Bewertung von Netzverlusten bei knappen Ressourcen durch den Vergleich von konkurrierenden Nutzungsmöglichkeiten



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.

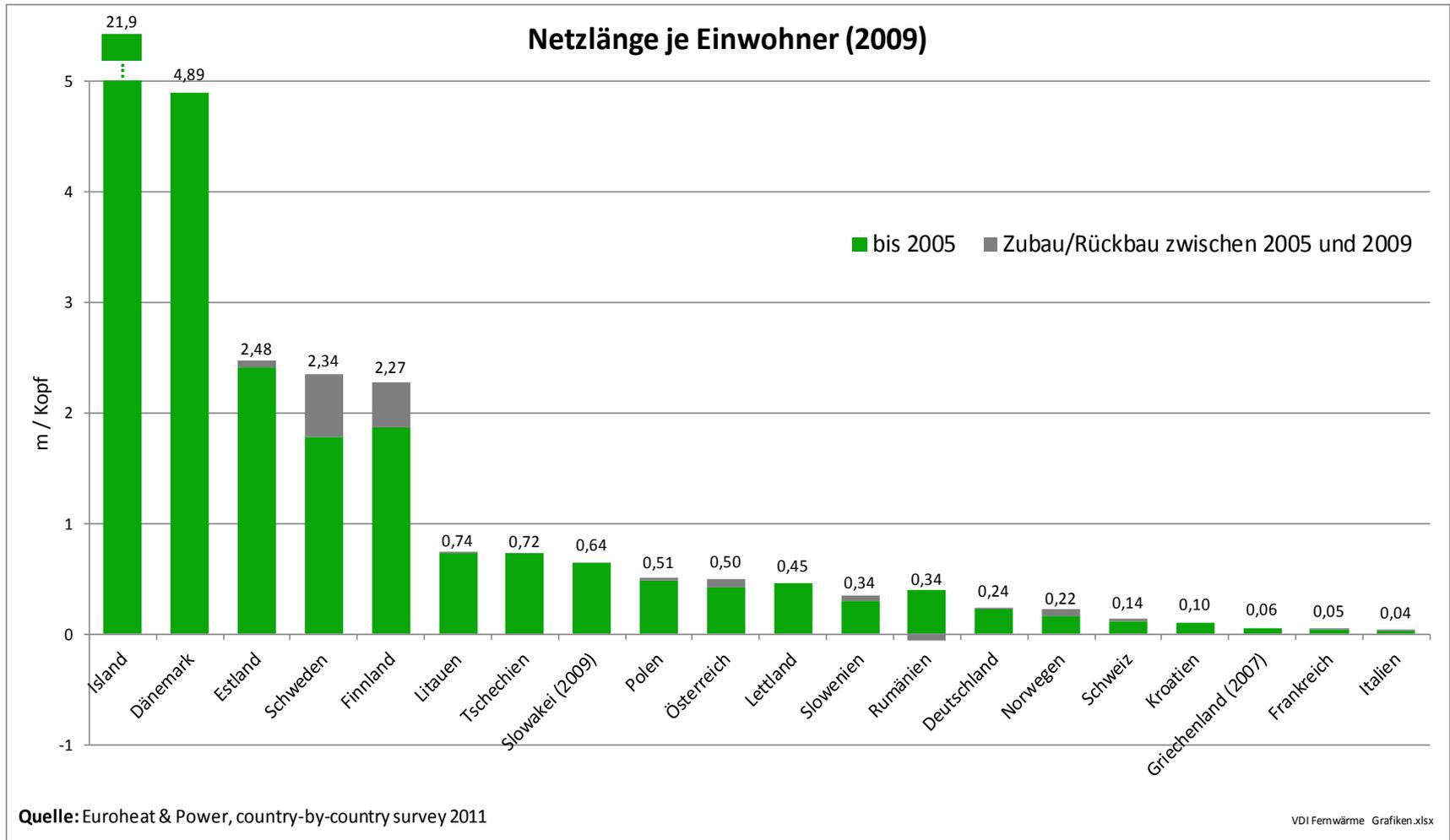
Energieeinsatz für Wärme bis zum Jahr 2050



Im Jahr 2050 werden 38% der Wärme über Netze verteilt.



Vergleich der Wärmenetzlängen pro Kopf der Bevölkerung



Durch das Marktanzreizprogramm (MAP) geförderte Wärmenetze

Durch das MAP wurden bis Ende 2012 6.278 Wärmenetze gefördert mit einer Netzlänge von insgesamt etwa 4.400 km. Nur mit erneuerbaren Energien betriebene Netze werden vom MAP gefördert.

Zum Vergleich:

Im Jahr 2008 betrug der Zuwachs aller Netze nur 154 km.

Quelle:

Bundeskartellamt: Abschlussbericht Sektoruntersuchung Fernwärme 2012.

	Wärmenetz		
	Teilbetrag Darlehenszusage in TEUR	Anzahl der Maßnahmen	zugewagtes TGZ-Volumen TEUR
1999	-	-	-
2000	-	-	-
2001	-	-	-
2002	-	-	-
2003	-	-	-
2004	-	-	-
2005	-	-	-
2006	-	-	-
2007	6.628	40	-
2008	29.044	226	12.141
2009	188.069	1.194	67.979
2010	194.529	1.302	67.818
2011	285.206	1.690	115.028
2012	272.164	1.826	94.535
Gesamt	975.640	6.278	357.500

Quelle: KfW

Fazit

- Die gegenseitige Abhängigkeit der Strom- und Wärmemärkte wird im zukünftigen Energieverbund zunehmen
- Wärmenetze spielen dabei eine wichtige Rolle
- Dänemark als Vorbild für den Ausbau von Wärmenetzen
- Zunehmender Anteil von EE-Strom führt zu volatilen Strompreisen. Flexibilisierung des Betriebs von KWK-Anlagen erforderlich
- Laufzeit von KWK nimmt wegen der zeitweise sehr geringen Strompreise ab
- Solare Wärme verdrängt zunehmend die Spitzenkessel. Dies ist ein Grund, warum Solare Nah-/Fernwärme in Dänemark boomt
- In Deutschland ist das Marktanreizprogramm sehr erfolgreich bei der Förderung von regenerativen Wärmenetzen.
- Aufgrund der zunehmenden Flexibilisierung beim Betrieb von KWK-Anlagen wird mittelfristig eine Anpassung von § 4 KWKG (vorrangige Einspeisung von KWK-Strom) sinnvoll sein.