

Zur rückläufigen Bedeutung der KWK in Dänemark Anpassung des Wärmesektors an den Stromsektor

Geht man davon aus, dass Dänemark uns im Wärmemarkt um rund 20 Jahre voraus ist, lohnt sich ein Blick auf die sukzessive Entwicklung der (politischen) Änderung der dänischen Rahmenbedingungen.

Seit Ende der achtziger Jahre erfolgte nicht nur ein forcierter Ausbau der Windkraft sondern auch der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung für die Fernwärmeversorgung. Wie in Deutschland wurde die KWK mit fixen Einspeisevergütungen gefördert. Der immer größer werdende Anteil der Windkraft an der Stromerzeugung führte **bereits 2005** zu einer Umstellung von der fixen zur variablen Förderung der KWK, um diese an den zunehmenden Flexibilisierungsbedarf anzupassen. Ergebnis: Die Volllaststunden der dezentralen KWK-Anlagen sind kontinuierlich gefallen, z.T. auf 400 h/a, im Durchschnitt auf 1.537 h/a (2013). Der KWK-Anteil liegt aber immer noch über 40 %.

Weil große Mengen „überschüssigen“ Windstroms zu Niedrigpreisen exportiert werden (müssen), zielt man in Dänemark auf einen zusätzlichen Baustein der Wärmebedarfsdeckung: Einsatz großer Wärmepumpen, die in Wärmenetze einspeisen. Die pragmatische kontinuierliche Anpassung der Rahmenbedingungen stockt derzeit etwas.

Diese Entwicklungen stehen uns im Grundsatz (vielleicht nicht im Detail) auch bevor – allerdings liegt der Windkraftanteil in Deutschland 2014 erst bei 8,6 % und in Dänemark bei 39,1 %.

Dieses Info basiert neben den angegebenen Quellen auf Interviews mit Michael Nast (DLR Stuttgart/IFEU Heidelberg) und Wolfgang Schulz (Fraunhofer IFAM Bremen). Darüber hinaus danke ich Per Alex Sørensen (Planenergi), Bjarne Rasmussen (Region Zealand), Sebastian Löck und Hans Eimannsberger.

Übersicht:

1. Ausbau der dezentralen KWK - Wandel der Stromerzeugungsstruktur in DK
2. KWK-Förderung
3. Vermarktung an der Börse (Nord Pool)
4. Teilnahme am Regelenenergiemarkt
5. Tripple-Tarif - Umstellung auf (zeit-) variable Vergütung
6. Entwicklung der Volllaststunden der KWK-Anlagen in DK
7. Zwischenfazit
8. Ziel: Einsatz von Großwärmepumpen
9. Fazit

Anlage: Stadtwerke Flensburg: Teilnahme am dänischen Regelenenergiemarkt 2013-2014

Dass Dänemark seit der Ölkrise 1970 versuchte, unabhängiger von fossilen Brennstoff-Importen zu werden, ist inzwischen bekannt; Stichworte Wärmeplanung etc. (vgl. [Wärmewende-Info 17](#)).

Der Wärmenetzaufbau bekam aber seinen ersten Schub bereits in den 60er-Jahren. Die seinerzeit beträchtlichen Preisunterschiede zwischen Schweröl einerseits und Heizöl (HEL) andererseits waren Anlass für den Aufbau gemeinschaftlicher Wärmeversorgungsanlagen auf Basis Schweröl (vgl. z.B. Dronninglund WWI-20). Seinerzeit war es mit der dänischen Umweltpolitik noch nicht so weit her. Vermutlich aus dieser stammt der bis in die neunziger Jahre kolportierte Spruch „von Dänemark lernen heißt rüchern lernen“.

Insgesamt kann man aber feststellen:

- Die dänische Energiepolitik der 1970er und -80er Jahre war primär von der Versorgungssicherheit und Energieunabhängigkeit geprägt.
- Die Politik der 1990er Jahre wurde bereits von umwelt- und klimapolitischen Motiven dominiert (u.a. mit dem 4. und 5. Energieplan mit ambitionierten klimapolitischen Zielsetzungen).

1. Ausbau der dezentralen KWK Wandel der Stromerzeugungsstruktur in DK

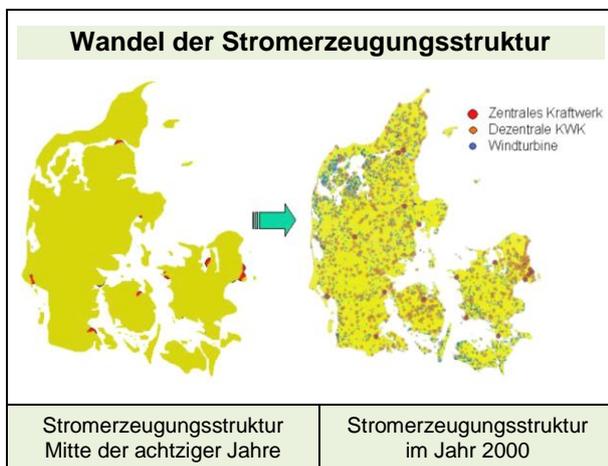
Zentrale KWK: die in Dänemark seit Jahrzehnten bestehenden **Großkraftwerke** (früher fast ausschließlich mit Kohle befeuert und teilweise als Kondensationskraftwerke betrieben, heute alle mit der Option der Wärmeauskopplung ausgestattet¹), vgl. Graphik: „Wandel der Stromerzeugungslandschaft“.

¹ Forciert wurde das durch die Allokationspläne über die Zuteilung von CO₂-Emissionen in Zusammenhang mit dem Emissionshandelssystem. In Dänemark wurde dabei wie in Schweden keine Differenzierung nach Kohle- oder Erdgas-einsatz getroffen (wie in Deutschland), sondern ein am Erdgas orientierter Wert festgelegt. Die für den Kohleeinsatz erforderlichen zusätzlichen Zertifikate konnten nur über die Wärmenutzung erzielt werden. Im Ergebnis gab es 2008 in Dänemark kein einziges Kohlekraftwerk mehr ohne Option der Wärmeauskopplung.

Dezentrale KWK: Der 3. dänische Energieplan von 1986 legte ein besonderes Gewicht auf die Nutzung einheimischer Energieträger (Erdgas und Biomasse) sowie den Ausbau dezentraler KWK. Er war auch Grundlage eines Abkommens zwischen der dänischen Regierung und den dänischen EVUs über ein Abkommen zur Schaffung von 450 MW_{el} zusätzliche dezentrale KWK-Kapazitäten auf der Basis von Erdgas und Biomasse/Biogas.

Mit dem **Wärmegesetz** von 1979 wurden nicht nur die Grundlagen für die kommunale Wärmeplanung, der Ausweisung von **Vorranggebieten für Wärmenetze** und dem forcierten Ausbau von Wärmenetzen gelegt. Das Wärmegesetz gab auch die **Maßgabe, Wärme vorrangig in KWK zu erzeugen** – soweit dies wirtschaftlich vorteilhaft war (§ 6 Abs. 4) Die Abwärmenutzung der zentralen Kraftwerke wurde bereits seit 1977 gefördert (Schulz/Brandstätter).

In Verbindung mit den weiteren Rahmenbedingungen (Fernwärmebetreiber als "Non-profit"-Unternehmen, regulierte Fernwärmepreise² etc.) wandelt sich der Stromerzeugungssektor deutlich.



Die Biomassenutzung (v.a. Stroh und Holz) und die dezentrale KWK wurden zum wesentlichen Treiber des Wärmenetzauf- und -ausbaus. Heizwerke ohne KWK spielten so gut wie keine Rolle mehr.

2. KWK - Förderung

Die Periode 1990 bis 2005 ist davon geprägt, dass durch ständig angepasste politische und fiskalische umfassende Maßnahmen der KWK-Ausbau forciert wurde und dies auch bei der Umsetzung der Liberalisierung abgesichert wurde³.

Dazu gehörten u.a. der Vorrang sämtlicher KWK-Anlagen bei der Laststeuerung (primary dispatch). Die Einspeisevergütungen selbst stellten aus deutscher

² D.h. der Endkundenpreis muss den Erzeugungskosten entsprechen (unter Berücksichtigung einer moderaten Eigenkapitalverzinsung). (Nast) Die wenigen privaten Investoren können jedoch kalkulatorische Zinsen in Höhe des Diskontsatzes + 2% einpreisen.

³ Vgl. hierzu **detailliert**: UBA Forschungsbericht (Fischedick u.a.): *Instrumente zum Klimaschutz in einem liberalisierten Energiemarkt unter besonderer Berücksichtigung der Kraft-Wärme-Kopplung*. Berlin April 2002 (S. 303 ff) <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2157.pdf> Berlin April 2002 (S. 303 ff)

Sicht mit seinerzeit 8,1 Pf/kWh (Seeland) bzw. 7,3 Pf/kWh (Jütland/Fünen) allerdings keinen besonderen Anreiz dar (sie lagen sogar unter denen der seinerzeit kritisierten deutschen Verbändevereinbarung). Ihre Wirkung ergab sich aber aus dem dänischen Strompreisniveau, das zu den niedrigsten innerhalb der EU zählte. Im Ergebnis wies Dänemark zur Jahrausendende den höchsten KWK-Anteil in Europa auf. KWK-Anlagen wurden im Wesentlichen wärmegeführt gefahren (etwa 4.000 Vollaststunden⁴).

Die **Abnahmeverpflichtung für KWK-Strom** wurde in Dänemark aber bereits 2005 für Neuanlagen **aufgehoben**. (Schulz/Brandstätter)

Seitdem gibt es dort 2 Fördersysteme⁵:

Für KWK-Anlagen kleiner 5 MW:

Vergütungen nach dem Triple-Tarif (s.w.u.)

Sie können sich aber auch entscheiden, den Triple-Tarif zu verlassen).

Für KWK-Anlagen größer 5 MW:

Vermarktung an der Börse,

der KWK-Strom erhält den Marktpreis + Subventionen/Umlagen + Kapazitätzuschlag, Zusätzlich ergibt sich die Option am **Regelenergiemarkt** teilzunehmen (s.w.u.).

3. Vermarktung an der Börse (Nord Pool)⁶

Über Nord Pool wird rund 70% des Strombedarfes der nordischen Länder abgewickelt (Energinet 2013), der Rest wird bilateral gehandelt. Die Preisverläufe werden im Wesentlichen von Wind- und Wasserkraftangebot beeinflusst (niedrige Preise in Jahren mit hoher Wasserkrafterzeugung in Norwegen, sowie niedrige Preise in Stunden mit hoher Windeinspeisung in Dänemark). Bei niedrigen Preisen hat KWK-Strom wenig Chancen.

Der **Day-Ahead** „Elspot“ umfasst den größten Teil des Börsenhandels. Der Durchschnittspreis betrug 2014 für Netzgebiet DK 1 **30,67 €/MWh** und für Netzgebiet DK 2 **32,15 €/MWh**⁷.

Im **Intra-Day**-Handel werden nur kleine Fehlmengen gehandelt. Im Juni 2015 lagen die Preise **zwischen 5 und 69 €/MWh**⁸.

Die Preise an der Nord-Pool werden im Wesentlichen von der Verfügbarkeit von Wind- und Wasserkraft beeinflusst. Zu Niedrigpreisen steigen KWK-Anlagen aus der Stromerzeugung aus, Strom wird v.a. in die Nachbarländer exportiert und in den letzten Jahren zunehmend auch stundenweise mit Hilfe von Elektroheizkesseln in Wärme umgewandelt.

⁴ In Deutschland hat die fixe Vergütung sowie v.a. die im alten KWK-G vorgesehene Laufzeit der Förderungsdauer auf 30.000 h zu „must-run“ Situationen geführt und tendenziell 6.000 Jahresnutzungsstunden bewirkt. Das wurde mit dem KWK-G 2012 geändert

⁵ Unabhängig davon: Tarif für **Minikraftwerke** (kleiner 20 kW): Einheitsvergütung 41,8 Ö/kWh (5,6 Ct./kWh).

⁶ **Nord Pool** ist die Energiebörse für die skandinavischen Länder (Norwegen, Dänemark, Schweden und Finnland) sowie für Litauen. <http://www.nasdaqomx.com/commodities>

⁷ <http://www.nordpoolspot.com/Market-data1/Elspot/Area-Prices/ALL1/Yearly/?view=table>

⁸ <http://www.nordpoolspot.com/Market-data1/Elbas/Market-data1/Market-data1/Overview/?view=table>

Zuschläge auf den Marktpreis

Neben dem realisierten Marktpreis erhalten die KWK-Anlagen Förderzuschläge (Subventionen/Umlagezuschüsse) sowie einen „Kapazitätszuschlag“⁹:

- Die **Subvention** von 0,9–1,1 Ct./kWh erhalten zentrale, mit Abfall, Erdgas oder nur teilweise mit Biogas befeuerte Anlagen;
- den attraktiveren **Umlagezuschuss** erhalten Anlagen auf Basis von EE-Brennstoffen für die **ersten 80 Mio. kWh oder 6 Jahre**. Dieser stockt den durchschnittlichen Marktpreis über einen Zeitraum von 20 Jahren auf rund 8 Ct./kWh auf.
- Für Anlagen, die nach dem Tripple-Tarif vergütet werden, wurde zusätzlich ein **Kapazitätszuschlag** eingeführt, der den durchschnittlichen Marktpreis für einen Übergangszeitraum auf die Höhe der dreigliedrigen Vergütung aufstockt, falls er unter 4,56 Ct./kWh fällt.

„elpatronordnungen“

Insbesondere in den Wintermonaten führten der hohe Anteil an wärmegeführten KWK-Anlagen und die weiter steigende Einspeisung aus den Windenergieanlagen immer häufiger zu einer negativen Residuallast. Gemäß **Verordnung zur Förderung von Elektroheizkesseln**¹⁰ von 2008 („elpatronordnungen“) wurden Elektroheizkessel für 4 Jahre von der PSO-Abgabe befreit und die Stromsteuer reduziert.¹¹

Wegen des nur mäßigen Ausbaus von Elektroheizkesseln wurde die Befristung 2010 aufgehoben. Zugleich wurden die Marktzugangsbedingungen zum Regelenergiemarkt vereinfacht (u.a. Senkung der Mindestangebotsgrößen auf 10 MW sowie Freigabe des poolings mehrerer Anlagen). Seitdem boomt die Installation von Eltkesseln, die installierte Leistung stieg von unter 50 MW in 2008 auf über 350 MW (2013) – davon 230 MW für Regelenergieinsatz¹².

4. Teilnahme am Regelenergiemarkt¹³

Um Abweichungen zwischen der verhandelten und tatsächlich bereitgestellten bzw. bezogenen Energiemenge auszugleichen, beschaffen die Übertragungsnetzbetreiber Regelenergie.

⁹ Vgl. Schulz/Brandstätt (Fn.10).

¹⁰ <http://www.skat.dk/SKAT.aspx?old=1972881>

¹¹ PSO-Abgabe (entspricht der EEG-Umlage), Wert 2015 = 2,92 Ct./kWh. Stromsteuer: Wert 2015: **11,37 Ct./kWh** (!). Befreiung um 6,68 Ct./kWh auf 4,69 Ct./kWh (Quelle: Per Alex Sørensen (Planenergi)).

¹² Dena: *Internationaler Einsatz von Lastmanagement* (Dez. 2014) - Analyse von Instrumenten und Maßnahmen zur Unterstützung der Erschließung von Demand Side Management in den Ländern Dänemark, Schweiz und Frankreich (S.12).

http://www.energiesysteme.de/fileadmin/user_upload/1_Fachmodule/Lastmanagement/141219_Analyse_Internationaler_Einsatz_von_Lastmanagement_final.pdf

¹³ Vgl. dena (Fn.9), Schulz/Brandstätt: „Flexibilitätsreserven aus dem Wärme-markt“, Dez. 2013.

http://www.bee-ev.de/fileadmin/Publikationen/Studien/Plattform/BEE-Plattform-Systemtransformation_Waermeflexibilitaeten.pdf (S.54/55) sowie zum Regelenergiemarkt in Deutschland: **Next-Kraftwerke**, ein Unternehmen, das in Deutschland dezentrale Kraftwerke poolt, hat mehrere leistungswerte Beiträge zum Regelenergiemarkt veröffentlicht: <https://www.next-kraftwerke.de/>

Wärmenetzbetreiber, die Elektrokessel einsetzen, nehmen mit ihren BHKW i.d.R. am Markt für **negative Regelenergie** teil.

- Die Teilnahme erfolgt dadurch, dass das eigene Kraftwerk nach Maßgabe der Regularien für negative Regelenergie vom Netz genommen wird, **aber für den Betrieb des Elektrokessels weiter läuft**.
- Es wird also i.d.R. für Power-to-heat (PTH) **kein Strom aus dem Netz entnommen**, ergo fallen auch keine Netzentgelte und Abgaben an.

Anders als in Deutschland wird in Dänemark z.B. die sog. Minutenregelung nur mit einem Arbeitspreis vergütet. Die Durchschnittspreise liegen knapp unter 30 €/MWh – Tendenz fallend. Mit dem steigenden Anteil an fluktuierender Erzeugung ist auch die Zahl der Anbieter von Regelenergie gestiegen, was zu tendenziell fallenden Preisen führt.

Vgl. den Überblick über die Teilnahme der STW Flensburg am dänischen Regelenergiemarkt (Anlage).

Aktuelle Rahmenbedingungen für power to heat in Wärmenetzen in Deutschland

Unabhängig davon, ob es sinnvoll ist, Strom zu verheizen, wenn auch zu Zeiten eines „Überschusses“ immer noch große Mengen fossiler Energien im Netz sind, ist zu beachten:

- Schwanken des Börsenpreises haben nur marginale Auswirkungen auf den Strompreis für PTH.
- Soweit für den Einsatz eines Elektrokessels Strom **aus dem Netz** bezogen wird, fallen Netzentgelte, Steuern und Abgaben an:

Netzentgelte, Steuern und Abgaben auf den Strompreis	2015 Ct./kWh
Börsenstrompreis (29.06.2015*)	2,00
Netzentgelt (Mittelspannungsebene)	≈ 2,2
Konzessionsabgabe SV	0,110
Stromsteuer	2,050
KWK-Zuschlag	0,254
EEG-Umlage	6,170
§ 19 Umlage	0,237
Offshore-Haftungsumlage	0,250
Umlage abschaltbare Lasten (§ 18 AbLaV)	0,009
Summe Entgelte/Abgaben/Umlagen/Steuern	11,280

* https://www.proteus-solutions.de/~Photovoltaik/Strompreis:IM,F06ISM_EX1.asp

- Unterschiedliche Abnehmer werden nach derzeitiger Rechtslage zwar unterschiedlich von den Abgaben befreit, diese Befreiung ist aber marginal:
 - Das Netzentgelt kann bei „netzdienlichem Nutzungsverhalten“ auf minimal 20 % der üblichen Netznutzungskosten gesenkt werden.
 - Von der EEG-Umlage sind nur bestimmte Industrieunternehmen befreit (das sind i.d.R. aber nicht potentielle PTH-Betreiber).
 - Weder das KWK-G (für die KWK-Umlage) noch die Konzessionsabgabenverordnung (KAV) enthalten Ausnahmetatbestände, die PTH-Strom sicher begünstigen.
- Angesichts der Steuern- und Abgabenbelastung unabhängig von der Höhe des Strompreises **gibt es keinen wirtschaftlichen Anreiz** für den Einsatz von Börsenstrom für PTH.

• Deshalb findet PTH i.d.R. nur für die Bereitstellung von Regelenergie statt.

Unabhängig davon:

- Der Einsatz von **Elektrokesseln** zielt auf eine Peak-Stromnutzung von etwa 200 h pro Jahr (vgl. Anlage Flensburg) und ist **exergetisch „suboptimal“**.
- Optimal wäre der Einsatz von Strom im Wärmesektor in **Groß-Wärmepumpen** mit hoher Effizienz. Wärme-

- pumpen sind aber auf Dauerbetrieb ausgelegt:
- o Einen Dauerbetrieb von Großwärmepumpen mit (gesichert) erneuerbaren Energien gibt der Strommarkt noch nicht her.
 - o Darüber hinaus gibt die bestehende Steuern- und Abgabenbelastung auch keinen wirtschaftlichen Anreiz für den Einsatz von Großwärmepumpen.
 - o Für die Mobilisierung der Flexibilitäts Optionen ist eine Umgestaltung der Rahmenbedingungen erforderlich.

5. Tripple-Tarif Umstellung von fixer auf (zeit-) variable Vergütung

Bereits 2005 wurde in Dänemark angesichts des zunehmenden Windstromanteils im Netz der Flexibilisierungsbedarf angegangen. Insbesondere wurde die Einspeisevergütung von KWK-Strom von fixen auf (zeit-) variable Tarife umgestellt.

Der Tripple-Tarif richtet sich an Betreiber von KWK-Anlagen kleiner 5 MW (die können sich aber auch entscheiden, den Tripple-Tarif zu verlassen und mit dem Strom an die Börse zu gehen).

Tripple-Tarif Einspeisevergütung für KWK-Anlagen 01.07.2015			
1 øre=0,134 Ct	Schwachlast	Mittellast	Spitzenlast
Winter Oktober-März	21.00 – 06.00	06.00 – 08.00 12.00 – 17.00 19.00 – 21.00	08.00 – 12.00 17.00 – 19.00
Sommer April-Sept.	21.00 – 06.00	06.00 – 08.00 12.00 – 21.00	08.00 – 12.00
Verteilung der Zeiten*	45,9%	33,5%	20,6%
Einspeisung in Spannungsebene			
A1/A2			
60/10 kV	19,4 øre/kWh	46,0 øre/kWh	62,4 øre/kWh
50/10 kV	2,60 Ct./kWh	6,17 Ct./kWh	8,37 Ct./kWh
B12/B2			
10-0,4 kV	19,6 øre/kWh	48,2 øre/kWh	66,1 øre/kWh
	2,62 Ct./kWh	6,46 Ct./kWh	8,46 Ct./kWh
C			
0,4 kV	20,2 øre/kWh	51,7 øre/kWh	72,3 øre/kWh
	2,71 Ct./kWh	6,93 Ct./kWh	9,70 Ct./kWh

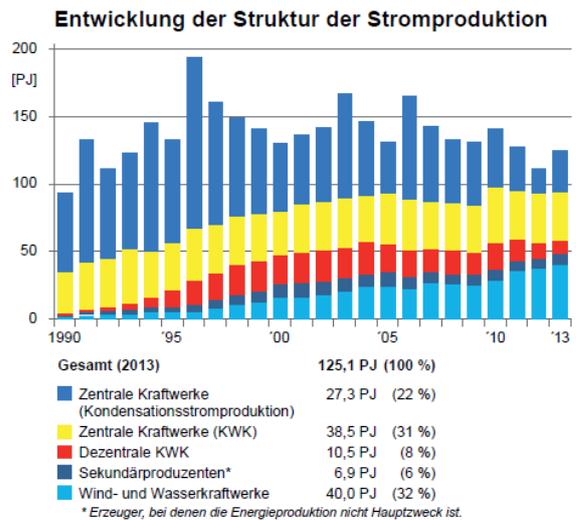
* Energinet.dk
Quelle: <http://www.energinet.dk/DA/El/Engrosmarked/Tariffer-og-priser/Sider/Treledstariffen.aspx>
Die Vergütungen werden jedes Quartal angepasst.

Mit dieser Vergütung wurde ein Anreiz gesetzt, KWK-Anlagen um bis zu 50% größer auszulegen als dies

zur reinen Wärmeversorgung erforderlich wäre. Zugleich wurde die Wärmespeicherkapazität erweitert. Damit konnte man flexibel auf die Verdienstmöglichkeiten beim Stromverkauf eingehen (Schulz/ Brandstätt S.52). Im Ergebnis wurde der **Wechsel von wärmegeführter auf stromgeführte Fahrweise** forciert.

6. Entwicklung der Volllaststunden der KWK-Anlagen in Dänemark

Die Abbildung zeigt, dass die Kondensationsstromerzeugung zentraler Kraftwerke (ohne Wärmenutzung) nicht nur zurückgeht sondern aufgrund von Schwankungen im Außenhandel mit Strom auch stark variiert.



Quelle: <http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/info/tal-kort/statistik-noegletal/aarlig-energistatistik/energistatistik2013.pdf> (S.11).

Die Abbildung zeigt ebenso, dass auch der Anteil der dezentralen KWK stark rückläufig ist. D.h. sie orientiert sich stärker am Markt und passt sich besser der ansonsten zeitgleichen Windeinspeisung an. Das zeigt sich insbesondere an der **Entwicklung der Volllaststunden** der dezentralen KWK:

Entwicklung der Volllaststunden der zentralen und dezentralen KWK in Dänemark

Zentrale Anlagen		1980	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Stromproduktion										
Zentrale KWK	TJ	52.056	80.639	96.216	73.809	74.932	83.940	67.397	53.978	65.598
Leistung zentrale KWK	MW				6.731	6.877	6.335	6.335	6.335	4.852
Mittlere Volllaststunden	h/a				3.046	3.027	3.681	2.955	2.367	3.755
Wärmeproduktion	TJ	30.757	51.511	64.388	56.271	58.248	69.955	58.436	60.521	60.636
Mittlere Stromkennzahl		1,69	1,57	1,49	1,31	1,29	1,20	1,15	0,89	1,08

Dezentrale Anlagen		1980	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Stromproduktion										
Dezentrale KWK	TJ	18	988	11.869	21.547	21.254	19.216	16.154	12.006	10.451
Leistung dezentrale KWK	MW				1.462	1.579	1.819	1.816	1.829	1.889
Mittlere Volllaststunden	h/a				4.094	3.739	2.934	2.471	1.823	1.537
Wärmeproduktion	TJ	30	2.145	19.665	33.027	32.727	28.462	24.841	20.571	29.923
Mittlere Stromkennzahl		0,60	0,46	0,60	0,65	0,65	0,68	0,65	0,58	0,35

DLR-Berechnungen - Auf Basis von: „Energistyrelsen“ - Data, tabeller, statistikker og kort - **ENERGISTATISTIK 2013**
<http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/info/tal-kort/statistik-noegletal/aarlig-energistatistik/energistatistik2013.pdf>

Ergebnis: Die Zahl der jährlichen Betriebsstunden für die dezentralen KWK-Anlagen auf Basis von Gasmotoren und Gasturbinen hat sich in den letzten fünfzehn Jahren mehr als halbiert. Nach durchschnittlich 4.100 Betriebsstunden (Vollaststunden) pro Jahr im Jahr 2000 erreichen einige BHKW heute nur noch wenige hundert h/a, der Durchschnitt liegt gemäß Energiestatistik 2013 bei **1.537 h/a**. Der Grund liegt in den fallenden Strompreisen und dem zunehmenden Wettbewerb erneuerbarer Energiequellen, die von der hohen Energiesteuer auf fossile Brennstoffe befreit sind.

Selbst nach Auffassung von Danks Fjernvarme, dem Verband der dänischen Fernwärmeunternehmen, ist dies betriebswirtschaftlich aber kein gravierender Schaden für die KWK-Anlagenbetreiber (Nast), da die Anlagen (1.) größtenteils in den 1990er Jahren errichtet wurden und heute abgeschrieben sind. (2.) Die Fernwärmeerzeugung im Durchschnitt bereits zu 50 % auf EE (incl. biogener Abfall) basiert und (3.) Erlöse über die Regelenergiemärkte erzielt werden.

Danks Fjernvarme

Danks Fjernvarme ist der Verband der dänischen Fernwärmeunternehmen. Er vertritt (nach eigenen Angaben) mit 405 Mitgliedern 99 % der Branche. 90 % der Mitglieder sind als AMBA – also genossenschaftlich – organisiert.

Dansk Fjernvarme

Merkurvej 7 - 6000 Kolding - Denmark
mail@danskfjernvarme.dk
<http://www.danskfjernvarme.dk/>

2012 wurde ein **Think Tank "Green Energy"** gebildet, der das Know-how über nachhaltige Energiesysteme im Verband – aber auch im Ausland (!) – verbreiten soll. Vorsitzender des Think Tank ist Anders Eldrup.

7. Zwischenfazit

Die Orientierung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die dezentralen KWK-Anlagen auf **Marktpreise (+ Zuschläge)** sowie die **zeitvariablen Tripple-Vergütungen** führten zu folgenden Ergebnissen:

- Die dezentralen KWK-Anlagen sind von ursprünglich wärmegeführter auf **stromgeführte Fahrweise** umgestellt worden. Die Vollaststunden der KWK-Anlagen sind um mehr als die Hälfte zurückgegangen. Die dezentrale KWK hat sich schrittweise an den weiter steigenden Anteil an fluktuierendem Windstrom im Stromnetz angepasst.
- Der Anteil der dezentralen KWK an der Stromerzeugung ist ebenso rückläufig wie der Anteil der KWK-Wärme an der Wärmebereitstellung. Heute wird mehr Wärme aus Spitzenkesseln als aus KWK-Anlagen bereitgestellt, wobei in den Kesseln aufgrund der Besteuerung anstatt fossiler Brennstoffe (unterschiedliche) Biomasse eingesetzt wird (Bio-Öl, Holzpellets etc.). D.h. den Wärmelieferverpflichtungen einerseits und den Klimaschutzziele andererseits wird durch Einsatz kostengünstiger (steuerbefreiter) erneuerbare Wärmequellen nachgekommen.
- Auch die zentralen KWK-Anlagen werden aufgrund der Besteuerung zunehmend auf Biomasse umgestellt.

- In neue dezentrale KWK-Anlagen wird nicht mehr investiert, selbst Modernisierungen werden kaum noch vorgenommen.
- Die KWK-Anlagen sind überwiegend in den 1990er Jahren errichtet worden und sind inzwischen abgeschrieben. Die (zeitlich befristeten) Zuschlagsregelungen für die Einspeisung von KWK-Strom sind entweder bereits abgelaufen oder ihr Auslaufen steht an. Schon deshalb haben die KWK-Anlagenbetreiber ein hohes Interesse, diese nur bei höchsten Börsenpreisen einzusetzen.
- Darüber hinaus bieten die meisten Betreiber ihre Anlagen auf dem Regelenergiemarkt an und erzielen hier zusätzliche Erlöse.
- Dieses Umfeld hat bereits seit Jahren zum Ausbau von großvolumigen Pufferspeichern geführt, die in Dänemark um den Faktor 4-6 kostengünstiger sind als in Deutschland.
- Zugleich sind damit die Weichen für die große Solarthermie gestellt worden (überwiegend als „Additiv“ mit solaren Deckungsgraden von etwa 15-20 %, zunehmend unter Einsatz von Saisonspeichern mit solaren Deckungsgraden von rund 50 %).
- Der klassische Aufbau der Wärmeversorgung über ein Wärmenetz mittels Erdgas-BHKW/Erdgas-Spitzenkessel hat sich grundlegend geändert: heute stellen i.d.R. **multivalente Wärmeversorgungssysteme** die Versorgungssicherheit her.
- **Insgesamt nimmt der Erdgasabsatz stetig ab - und damit sinken auch die Steuereinnahmen.** Deshalb gibt es bereits Überlegungen, die bisherige völlige Befreiung von Biomasseanlagen von der Energiesteuer aufzuheben.

8. Ziel: Einsatz von Großwärmepumpen

Im Rahmen der Analysen für EcoGrid.dk ist festgestellt worden, dass während der Jahre 2000 bis 2008 70 % bis 85 % der dänischen Windstromerzeugung nicht in das dänische System integriert werden konnten, sondern – zu niedrigsten Preisen - exportiert werden mussten¹⁴.

EcoGrid.dk

EcoGrid-dk ist ein Projekt unter Leitung von energinet.dk (Beginn 2007). Ziel war es, die Herausforderungen eines Anteils von 50 % Windenergie im Netz für das Design des dänischen Stromsystems für die folgenden 10-15 Jahre neu zu bewerten (unter Berücksichtigung technisch/wirtschaftlicher Lösungen sowie einer Optimierung von Versorgungssicherheit und Umweltzielen).

<http://www.energinet.dk/DA/FORSKNING/Energinet-dks-forskning-og-udvikling/Projekter/EcoGrid-dk/Sider/default.aspx>

Das in Phase 1 und 2 gesammelte Know-how wird in einem Demonstrationsprojekt auf Bornholm getestet: <http://ecogridbornholm.dk/>

2.000 Bornholmer Verbraucher erproben dort ein Stromsystem mit stark fluktuierendem Angebot, das über den Strompreis gesteuert wird.

¹⁴ Vgl.: Erdmann/Dittmar: *Technologische und energiepolitische Bewertung der Perspektiven von Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland* – Berlin 2010, S. 85
https://www.ensys.tu-berlin.de/fileadmin/fg8/Downloads/Sonstiges/2010_KWK_Studie_Langversion_FGEnsys_TUBerlin.pdf

Obwohl die dezentrale KWK bereits seit 2005 durch die Vermarktung über die Börse bzw. Tripple-Tarif immer flexibler eingesetzt wurde, wurde sie (einerseits) als wesentliche Ursache dafür gesehen. Andererseits wurde auch der Beitrag der Fern- und Nahwärmesysteme zur Lösung herausgestellt, nämlich den windbedingtem Überschussstrom für die Umwandlung in Wärme (durch Wärmepumpen) zuzulassen.

Der Einsatz von **Elektrodenkesseln** zielt auf eine Peak-Stromnutzung von wenigen h pro Jahr, er erfordert vergleichsweise geringe Investitionen und bietet zusätzliche Erlöse über die Teilnahme am Regelenergiemarkt. Aus Sicht der Betreiber sind das hochflexible Investitionen, die die Gegebenheiten des Strommarktes für die Sicherstellung der Wärmeversorgung ausschöpfen.

Exergetisch sind sie aber suboptimal.

Der Einsatz von Strom im Wärmesektor über **Groß-Wärmepumpen** mit hoher Stromkennzahl ist auch exergetisch sinnvoll. **Im bi- oder mehrvalenten Betrieb sind sie auch deutlich weniger auslastungssensibel als monovalent eingesetzte dezentrale Wärmepumpen (Schulz).** Sie sollten aber keinesfalls so takteten (müssen) wie Elektrokessel und bedürfen aufgrund der deutlich höheren Investitionen längerer Laufzeiten. Diese wiederum werden durch Belastung des eingesetzten Stromes mit Steuern und Abgaben derzeit noch behindert.

Vergleich der Steuern und Abgaben auf Strom, der dem Netz entnommen wird - 2015		
Komponente	Deutschland	Dänemark
Konzessionsabgabe (SV)	0,110 Ct./kWh	
EEG-Umlage	6,170 Ct./kWh	
KWK-Umlage	0,254 Ct./kWh	
Offshore Umlage	0,250 Ct./kWh	
§ 19 Umlage	0,237 Ct./kWh	
Umlage abschaltbare Lasten (§ 18 AbLaV)	0,009 Ct./kWh	
PSO-Abgabe (entspricht EEG-Umlage)	-	2,92 Ct./kWh
Energiesparabgabe	-	0,63 Ct./kWh
Stromsteuer*	2,050 Ct./kWh	11,37 Ct./kWh
Gesamt	11,280 Ct./kWh	14,92 Ct./kWh

* Stromsteuer 2015 = 87,5 Öre = 11,73 Ct/kWh

<http://www.skm.dk/skattetal/satser/satser-og-beloebgraenser/elafgiftsloven/>

Reduzierung von Steuern und Abgaben für den Strom-einsatz in Elektrokesseln und elektrischen Wärmepumpen 2015

	PSO-Abgabe	Stromsteuer
Elektrokessel	Befreiung	Reduziert auf 2,12 Ct./kWh
Elektrische Wärmepumpe	Keine Befreiung	Reduziert auf 4,69 Ct./kWh

„Ergrünung“ der dänischen Fernwärme

Mitte Nov. 2014 hat die dänische Regierung mit einem Teil der Opposition eine Vereinbarung über die weitere „Ergrünung“ der dänischen Fernwärme getroffen (vgl. auch **Wärmewende-Info 14**). Begründet wird das Programm damit, dass „Überschüsse“ dänischen Windstroms derzeit **zu oft ins Ausland „verramscht“ werde**, statt in Dänemark die Fernwärme zu „vergrünen“.

<http://www.danskiernvarme.dk/vi-mener/pressemeddelelser/141112finanslovsaftale-aabner-den-groenne-doeer-til-geotermi-og-store-varmepumper>

- Ein Baustein ist die Forcierung der Anwendung von **Großwärmepumpen in Wärmenetzen** durch ein Förderprogramm.
- Ein zweiter ist die Untersuchung, **wie** die Verwendung großer elektrisch betriebener Wärmepumpen für Fernwärme marktorientiert vorangetrieben werden kann.

Wärmepumpen in Wärmenetzen

Nach Angaben von Planenergi gibt es 7 größere **elektrisch** angetriebene Wärmepumpen (>1 MW_{th}), die bei Vorlauftemperaturen zwischen 75 und 90°C in Wärmenetze einspeisen.

Darüber hinaus gibt es derzeit (1. Quartal 2015) 18 **thermisch** angetriebene Groß-Wärmepumpen (überwiegend mit den Abgasen von Gas-Kesseln oder Gas-KWK-Anlagen als Wärmequelle angetrieben, z.T. mit Biomasse). Sie dienen meist dazu, die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf zu vergrößern und damit die Voraussetzung für eine höhere Effizienz der Solarthermie zu schaffen. Planenergi geht davon aus, dass diese Anlagen mittelfristig umgerüstet werden müssen, da es Wärmequellen auf der Basis von Erdgas nicht mehr geben wird.

Die Integration von Wärmepumpen in Wärmenetze wird derzeit konzertiert angegangen (Beratung, Förderung, Änderung wirtschaftlicher Rahmen – s.o. und w.u.).

Diskussion der Befreiung erneuerbarer Energien von Steuern und Abgaben

Parallel bestimmt der inzwischen immer weiter steigende Anteil des fluktuierenden Windstroms, der zunehmende Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmesektor und das damit verbundene verringerte Energiesteueraufkommen aktuell die Debatte um Anpassungen im dänischen Energiesystem.

- 2012 wurde eine „**Versorgungssicherheits-Abgabe**“ für den Einsatz fossiler Brennstoffe zu Raumheizzwecken eingeführt. Schon damals wurde auch die **Einbeziehung von EE in die Besteuerung erörtert, aber letztlich nicht umgesetzt.**
- Die Energiebesteuerung wird derzeit in zwei Kommissionen überprüft.
- Der Vorschlag, die besonders hohe **Stromsteuer** (z.Zt. 11,37 Ct./kWh) variabel zu gestalten, in dem sie sich nach dem Angebot an Windstrom im Vergleich zur Stromnachfrage orientiert, ist bisher am Widerstand des Finanzministeriums gescheitert. Bei zeitvariabler Erhebung könnten die Steuereinnahmen nicht mehr sicher vorhergesagt werden.
- Überlegungen, die **bisherige Befreiung von Biomasseanlagen von der Energiesteuer aufzuheben** (es wird z.B. immer mehr Energieholz kostengünstig importiert) scheitern (noch) an verwaltungstechnischen Hürden (Nast).

9. Fazit

Trotz rückläufiger Tendenz liegt der KWK-Anteil immer noch über 40 %. Aber das dänische Energiesystem befindet sich insofern in einer Krise, als es den (geförderten) Windstrom nur unzureichend im eigenen Land nutzen kann und einen sehr großen Teil zu Niedrigstpreisen exportieren muss.

Der sehr hohe Anteil an fluktuierendem Windstrom macht weitere Anpassungen des Systems erforderlich.

Eine Lösung wird von nahezu allen Institutionen v.a. in der Nutzung dieses Stroms durch Großwärmepumpen gesehen, die in die bestehenden Wärmenetze einspeisen. Hier sind sie auch deutlich weniger auslastungs-sensibel als monovalent eingesetzte dezentrale Wärmepumpen

Als wesentliches wirtschaftliches Hemmnis dafür gilt, dass von Großwärmepumpen eingesetzter Strom weiterhin zur PSO-Abgabe (2,92 Ct./kWh) veranlagt wird und nur teilweise von der Stromsteuer befreit ist (aktuell 4,69 Ct./kWh), also insgesamt 7,61 Ct./kWh an Steuern und Abgaben anfallen.

Diskutiert werden:

- Grundsätzlich die Höhe der Besteuerung fossiler Brennstoffe (rund 3,8 Ct./kWh) bzw. die (teilweise) Einbeziehung erneuerbarer Energieträger,
- eine Befreiung oder Reduzierung von der PSO-Abgabe von Strom für den Wärmepumpeneinsatz,
- eine Flexibilisierung der Stromsteuer an die aktuelle Erzeugung („dynamic tax“): Hohe Besteuerung bei hohem fossilen Energieeinsatz, niedrige Besteuerung bei großem Windkraftanteil. Eine solche variable Stromsteuer scheitert bisher am Widerstand des Finanzministeriums, da über eine zeitvariable Besteuerung die Steuereinnahmen nicht mehr sicher vorhersagbar sind (Nast).

Welche der Maßnahmen tatsächlich zum Tragen kommen wird, ist auch nach der jüngsten Wahl schwer zu prognostizieren. **Mit Sicherheit wird die Entscheidung aber den marktgesteuerten Einsatz von Großwärmepumpen für die Einspeisung in Wärmenetze auf den Weg bringen.**

Was heißt das für unsere hiesigen "Kümmerer", die derzeit z.B. genossenschaftliche oder kommunale Lösungen auf den Weg bringen:

- die Rahmenbedingungen für BHKW werden sich auch in Deutschland verändern,
- allerdings ist uns Dänemark um 2 Jahrzehnte voraus, der Windkraftanteil beträgt dort 2014 **39,1 %** <http://www.euractiv.de/sections/energie-und-umwelt/daenemark-ist-weltmeister-der-windenergie-311103> und in Deutschland lediglich **8,6 %**: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/239528/umfrage/anteil-der-stromerzeugung-aus-windkraft-in-deutschland/>
- Zeitvariable Vergütungen sind absehbar,
- Bei der Platzierung und Dimensionierung von Heizhäusern sollte der Platzbedarf größerer Module, von größeren Wärmespeichern und der von multivalenten Techniken zumindest perspektivisch berücksichtigt werden.

V.i.s.d.P.:

Ralf Radloff 23701 Eutin Wilh.-Wisser-Str. 2a

Nachdruck mit Genehmigung und gegen Belegexemplar gestattet.

Bericht der Landesregierung:

Energiewende und Klimaschutz in SH Ziele, Maßnahmen und Monitoring 2015

Drs. 17/2384 und Drs. 18/750

<http://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl18/drucks/3000/drucksache-18-3074.pdf>

Aussagen zum Wärmesektor: S. 18-29 sowie 58-66
Power to Heat: S. 34 ff

Wolfgang Schulz, Christine Brandstätt

Flexibilitätsreserven aus dem Wärmemarkt

Herausgegeben vom BEE und AGFW - Dez. 2013

<http://www.bee->

[ev.de/fileadmin/Publikationen/Studien/Plattform/BEE-Plattform-Systemtransformation_Waermeflexibilitaeten.pdf](http://www.bee-ev.de/fileadmin/Publikationen/Studien/Plattform/BEE-Plattform-Systemtransformation_Waermeflexibilitaeten.pdf)

In eigener Sache:

Energieblog **ecoquent positions**

Interview von Cornelia Daniel-Gruber am 25.06.2015 mit „**Mr. Wärmewende-Info**“:

<http://www.ecoquent-positions.com/mister-waernewende-info-daenemark-ist-uns-jahrzehnte-voraus/>

EnergieAgentur.NRW

Klimaschutz made in nrw

Studienreise "Fernwärme in Dänemark"

Die EnergieAgentur.NRW veranstaltet in Kooperation mit dem NRW-Klimaschutzministerium und der Dänischen Energieagentur eine Studienreise in den Großraum Kopenhagen. Zeit: 18.-19.8.2015

[http://www.energieagentur.nrw.de/studienreise-fernwaerme-in-daenemark-27024-27031.asp?find=.](http://www.energieagentur.nrw.de/studienreise-fernwaerme-in-daenemark-27024-27031.asp?find=)

Plädoyer für Wärmenetze:

- **Der Wärmedämmung im Bestand sind ökonomische Grenzen gesetzt.**
- Wärmenetze sind der Schlüssel für den Einsatz und die Nutzung von effizienten KWK-Anlagen und für den großvolumigen Einsatz erneuerbarer Energien.
- Versorgungsseitige Lösungen lassen sich durch das Handeln weniger Akteure bewerkstelligen, während Wärmeschutzmaßnahmen von Entscheidungen einer Vielzahl von Hausbesitzern abhängig sind, die zudem zu einem großen Teil keine guten Voraussetzungen für die Durchführung der Maßnahmen zur Verfügung haben
- Eine Wärmeversorgung ohne fossile Energien muss berücksichtigen, dass erneuerbare meist nur unsterblich zur Verfügung stehen, eine gesicherte „Rest“-Wärmeversorgung erfordert deshalb i.d.R. **multivalente Wärmeversorgungssysteme.**
- Wärmepumpen, Abwärme, Solarwärme und Tiefengeothermie lassen sich hervorragend in Wärmenetze integrieren.
- Der bloße Einsatz der Solarthermie zur Brauchwassererwärmung führt nur zu einem mäßigen jährlichen Deckungsbeitrag bei der Brauchwassererwärmung. Die Einbindung großer Anlagen in Wärmenetze in Verbindung mit Saisonspeichern führt dagegen zu einer annähernd vollständigen Ausnutzung der besonders kostengünstig gewonnenen Solarwärme.
- Solche multivalenten Wärmeversorgungssysteme dem Einzelnen zu überlassen, verteuert die Wärmewende für Jeden.
- **Eine gemeinschaftlich organisierte Wärmeversorgung über Wärmenetze ermöglicht eine erneuerbare „Rest“-Wärmeversorgung - unabhängig vom Investitionsvermögen der einzelnen Haushalte.**
- **Ein Engagement der Kommunen für die Wärmewende ist deshalb ein Engagement für ihre Bürger, die kosteneffizienteste Form der Wärmewende auf den Weg zu bringen.**
- Aber: das Werben für Wärmenetze ist ein Werben für natürliche Monopole. Weil wir aber immer noch einen miserablen Verbraucherschutz für Fernwärmekunden haben, sind genossenschaftliche Lösungen absehbar der beste Verbraucherschutz.

Stadtwerke Flensburg: Teilnahme am dänischen Regenergiemarkt 2013-2014

Die Stadtwerke Flensburg haben bereits 2012/13 einen 25.000 m³ früheren Öltank zu einem Wärmespeicher umgebaut (Kapazität 1.100 MWh) und mit einem Elektrodenheizstab (30 MW) ausgestattet. Sie beteiligen sich damit am dänischen Regenergiemarkt, weil sie bereits seit Jahrzehnten mit dem dänischen Netz verbunden sind und noch nicht für den deutschen Markt „präqualifiziert“ waren.

- Die Teilnahme erfolgt dadurch, dass das eigene Kraftwerk nach Maßgabe der Regularien für negative Regenergie vom Netz genommen wird, **aber für den Betrieb des Elektrokessels weiter läuft**.
- Es wird also i.d.R. für PTH **kein Strom aus dem Netz entnommen**, ergo fallen auch keine Netzentgelte und Abgaben an.

- Für wenige Sommerstunden im Jahr (wenn der Fernwärmebedarf gering ist) fällt die Nettostromproduktion allerdings auf etwa 10 MW, so dass bei einem Abruf von 30 MW Regenergie Strom aus dem Netz bezogen wird und für diese relevanten Viertelstunden Netzentgelte und EEG-Umlage gezahlt werden müssen.

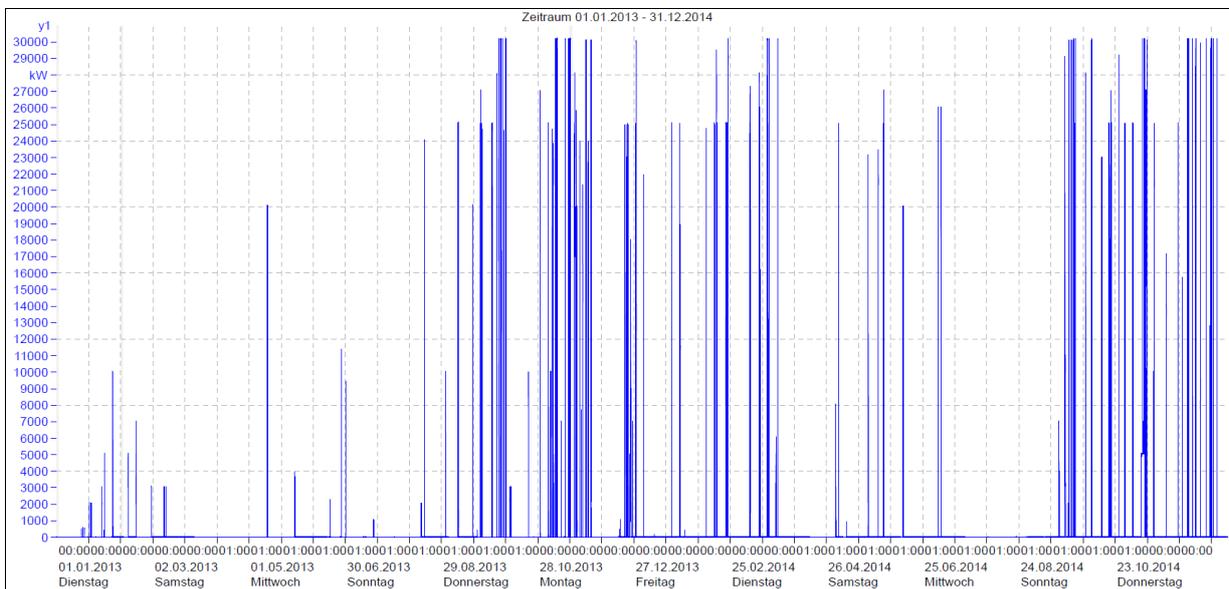
Die Jahresstunden des Elektrodenheizkessels betragen:

- 2013: ca. 3400 MWh à rund 110 Volllaststunden
- 2014: ca. 5500 MWh à rund 180 Volllaststunden

Über die Erlöse geben die Stw. FL keine Auskunft.

Quelle: Persönliche Mitteilung von Dr. Claus Hartmann, Stw Flensburg GmbH, Abteilungsleiter Energiemanagement Netznutzungsmanagement.

Elektrodenkessel - Einsätze 2013 + 2014



Zum Beispiel: Wüstenrot

Die Gemeinde **Wüstenrot** ist eine Gemeinde im Landkreis Heilbronn (Baden Württemberg) mit etwa 6.600 Einwohnern, mehr als die Hälfte davon in eingemeindeten kleineren Dörfern.

<http://www.gemeinde-wuestenrot.de/>

Der Nachbarort **Mainhardt** hat rund 6.000 Einwohner.

http://www.mainhardt.de/index.php?id=172&no_cache=1

Beide haben 2007 **begonnen**, ein gemeinsames Energieunternehmen aufzubauen (realisiert 2010/12), die **Energieversorgung Mainhardt Wüstenrot GmbH & Co KG** (Mainhardt und Wüstenrot halten jeweils 26,2 %, die **Stadtwerke Schwäbisch Hall** 47,6 %):

<http://www.emw-energie.de/>

Vgl. Weg zur eigenen kommunalen Energieversorgung:

<http://www.emw-energie.de/unternehmen/unser-weg.html>

envisage-wüstenrot: "Fahrplan" für **Plusenergiegemeinde**, → **Energienutzungs-Plan**, Realisierung bis 2020:

<http://www.envisage-wuestenrot.de/projekt-envisage/uebersicht>

Meilenstein **Plusenergiesiedlung**, → **kalt Nahwärmenetz** mit „Agrothermie-Kollektorfeld“.

Vgl. auch Option „Energiegenossenschaft Wüstenrot“

<http://www.envisage-wuestenrot.de/teilprojekte/energiegenossenschaft-wuestenrot>

<http://www.envisage-wuestenrot.de/teilprojekte/energiegenossenschaft-wuestenrot>

Wärmewende-Infos mit dem Thema Dänemark:

03	Juli 2014	Große Solarthermie in Wärmenetzen Beispiel DK – in D Alternative zu Biogas
14	Jan.2015	Gråsten Fjernvarme: 100 % erneuerbar für 8,5 Ct./kWh
15	Jan.2015	Weltgrößte Solarthermieranlage in Vojens
16	Febr.2015	Entwicklung der großen Solarthermie in DK
18	März 2015	DK: Wärmenetzausbau im Bestand Kostenbeispiel Løgumkloster
19	Mai 2015	Løgumkloster Fjernvarme 45 % solarer Deckungsgrad
20	Juni 2015	Dronninglund Fjernvarme Solarthermische Deckungsrate von 41 %
21	Juli 2015	Zur rückläufigen Bedeutung der KWK in DK Anpassung des Wärmesektors an den Stromsektor

Die Wärmewende-Infos können abgerufen werden

- bei der **Aktiv-Region Schwentine/Holsteinische Schweiz** unter „Entwicklungsstrategie 2014“
<http://www.aktivregion-shs.de/entwicklungsstrategie/waermewende-aktivregion.html>
- bei den **Energiebürgern SH** unter:
<http://www.energiebuergern.sh/nuetzliches/downloads/de>
- bei der **Energiegenossenschaft Föhr eG** unter newsblog:
<http://energiegenossenschaft-foehr.de/blog/>

beim Kreis Stormarn unter: <http://www.kreis-stormarn.de/service/lvw/leistungen/index.html?lid=469>