

Paul-Frederik Bach

<http://pfbach.dk/>

Einblicke in die Nutzung von „Power to Heat“ im dänischen Energieversorgungssystem

IKEM Workshop

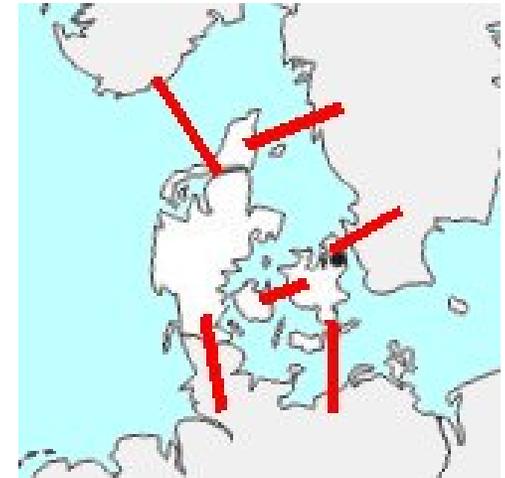
„Power to Heat“ - Raum schaffen für erneuerbare Energien!

10. April 2013, IKEM, Berlin



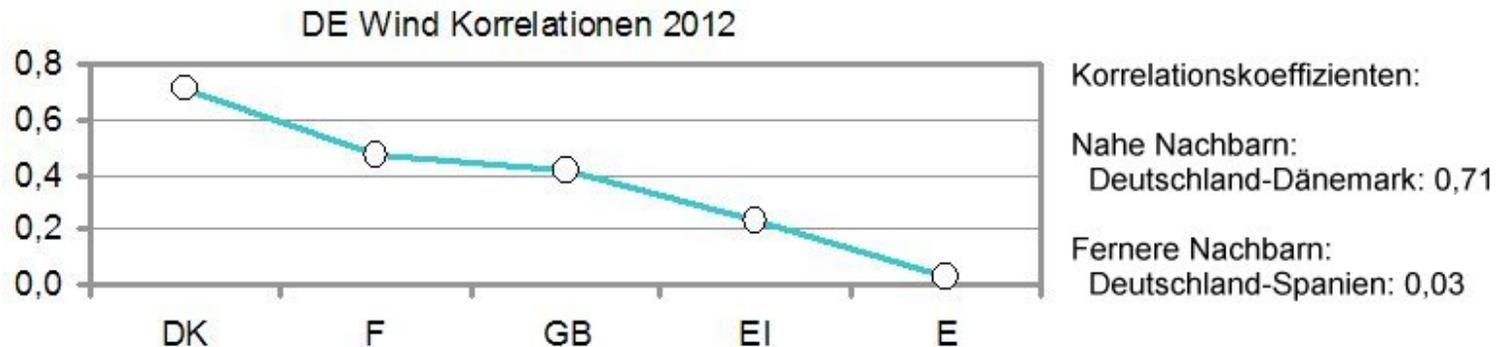
Dänemark ist mit den Nachbarn eng verbunden

- Dänemark ist seit 1965 die elektrische Brücke zwischen Skandinavien und Deutschland
- Die nationale Ziele im Energiepolitik:
 - 2020: 50 % Windstrom
 - 2035: 100 % EE für Strom und Heizung
 - 2050: 100 % grüne Energie
- Der Dänische Netzbetreiber, Energinet.dk, ist verantwortlich für Betriebssicherheit und für Integration von Windenergie
- Die Dänische Strategie (22. März 2013):
 - Die Auslandverbindungen sollen die Nutzung von Windenergie sichern
 - Ein Markt für Kraftwerkskapazität in Dänemark wird nicht geplant
- Dänemark scheint damit zu rechnen, dass die notwendige Reserven in anderen Länder vorhanden sind

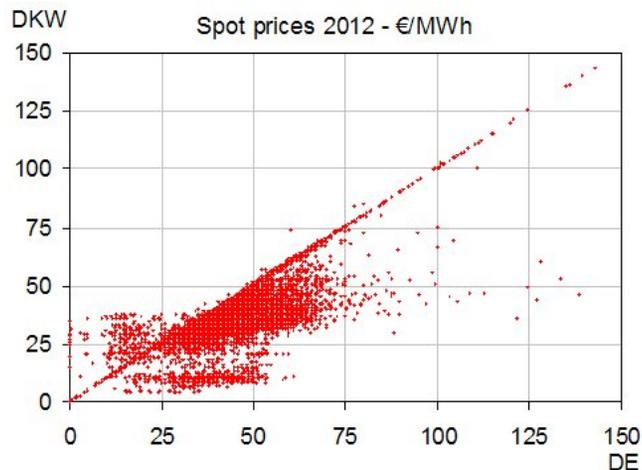


Besondere Deutsch-Dänische Relationen

Gleichzeitig Überschuss und Defizit von Windstrom:

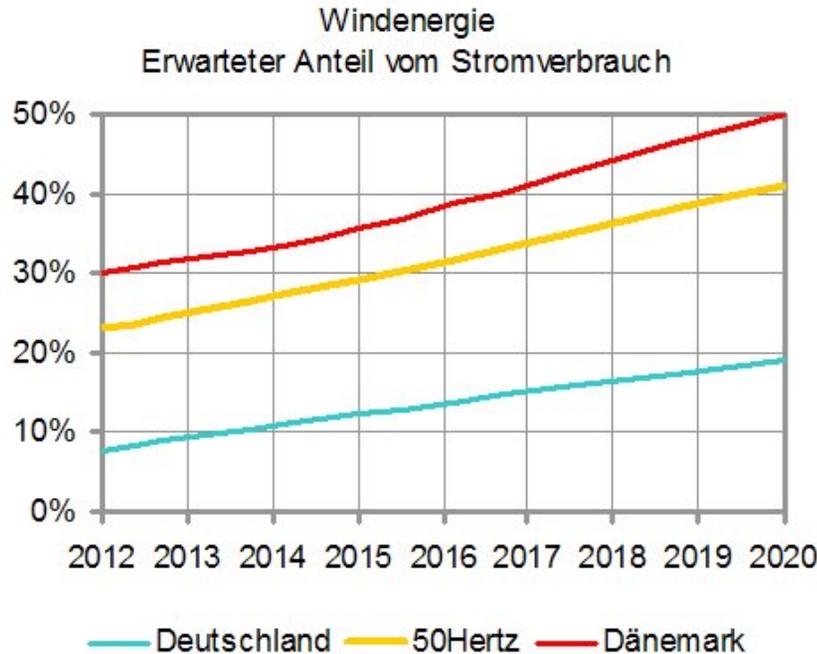


Eng verbundene Spotmärkte :



- Die 2 Spotmärkte:
 - Nordpool in Skandinavien und EEX in Deutschland
 - Marktkopplung verbindet die zwei Märkte
- Beispiel: Westdänemark und Deutschland
 - Identische Preise in 27 % der Stunden in 2012
 - Preisunterschiede bedeuten Engpässe
 - Hauptverkehrsrichtung nach Süden in 2012

Mehr Windenergie in Aussicht



Es gibt Netze in Deutschland mit sehr hohen Anteilen von Windenergie

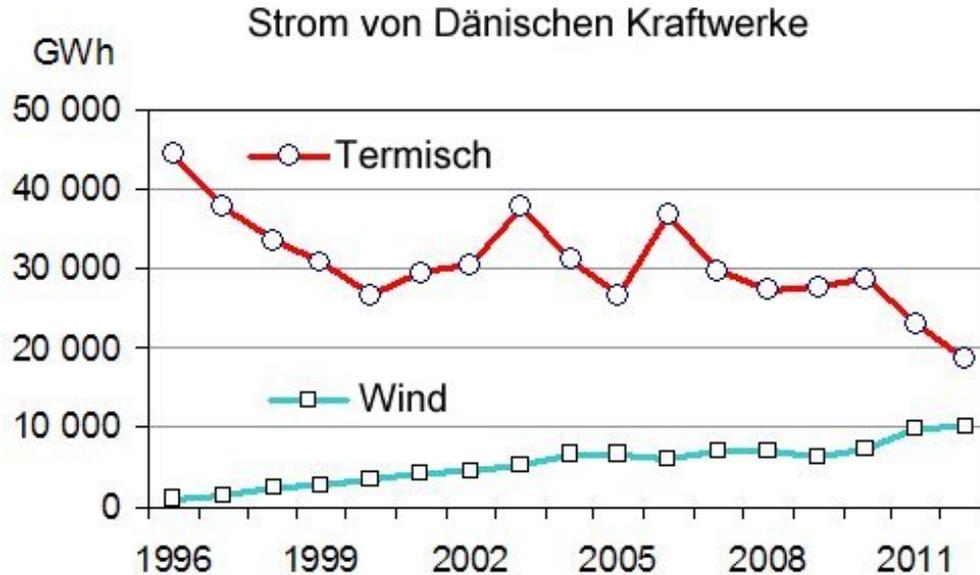
50Hertz: Geschäftsbericht 2011

BMU: Leitstudie 2010

- Wind- und Solarenergie haben schon mit 20 bis 30 % Beteiligung die Betriebsrahmen entscheidend geändert
 - Sowohl in Dänemark als in Deutschland
- Die Periode bis 2020 kommt mir besonders interessant vor
 - Wie können wir sowohl Verlust von Energie („Anpassungsmaßnahmen“) als schlechter Versorgungssicherheit (Blackout) vermeiden?

Die Dänische Kraftwerke produzieren weniger Strom

Wettbewerb von Ausland und von Windenergie prägt den Markt



**Kraftwerke werden geschlossen oder konserviert
- nicht nur in Dänemark, sondern auch in den Nachbarländern**

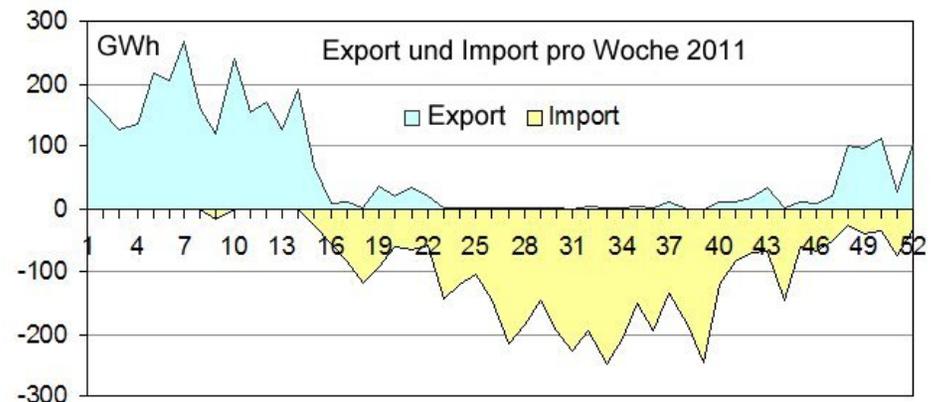
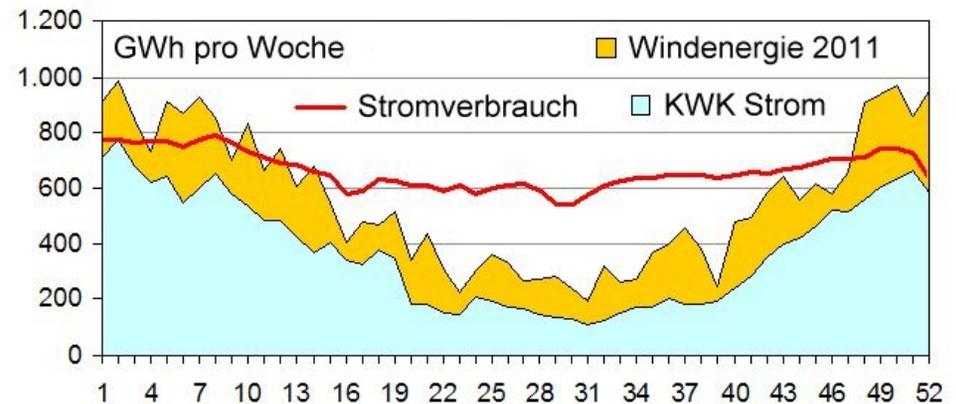
Verschärfter Wettbewerb im Winter

Im Winter können KWK-Anlagen nahezu den ganzen Stromverbrauch in Dänemark liefern.

Im Sommer wird auch Strom von anderen Quellen gebraucht.

Hinzufügung von Windenergie bedeutet Überschuss vom Strom im Winter und weniger Bedarf an ergänzender Versorgung im Sommer.

In 2011 hat das Ausland Dänischen Strom vom Winter in den Sommer verschoben.



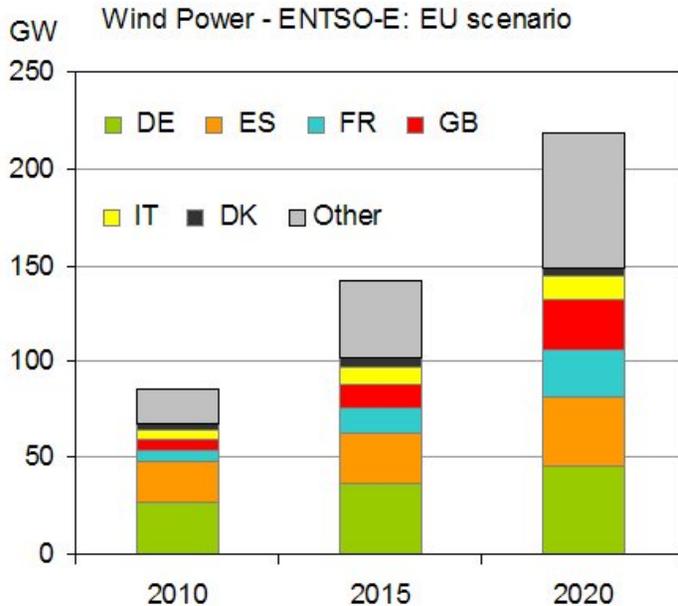
Dänemark hat bisher nur wenig zur Integration von Windenergie beigetragen.

Abhängig von Ausland (des Guten und Bösen)

- Das Hochspannungsnetz ist nicht ein unendliches Stromlager
 - Jemand muss jede Sekunde das Gleichgewicht zwischen Nachfrage und Produktion sichern
 - Einige Länder können Regelung verkaufen, andere müssen kaufen
- Für Dänemark waren ausländische Dienste bisher ausreichend, aber...
 - Die langfristige Einkaufsmöglichkeiten sind unsicher
 - Windanlagen in Deutschland und in Dänemark produzieren fast in gleichem Maße
- Dänemark betreibt intensiv Forschung in "Smart Grid"
 - Anpassung von Verbrauch mit intelligenter Regelung und Elektroautos
 - Messbare Resultaten lassen auf sich warten
- Das Zusammenwirken zwischen Stromversorgung und Fernwärme bietet mehr effiziente Lösungen

**Die Kraft-Wärme-Kupplung (KWK) kann schon
jetzt Resultate liefern**

Die Regeldienste werden nachgefragt



- 125 GW neue Windkraft geplant in Europa
- Die Pläne der Regeldienste sind in allen Länder unklar
- **Deshalb sollte Dänemark sowohl nationale als auch internationale Lösungen entwickeln**

- Statnett erwartet ein neues norwegisches Exportabenteuer
 - Die norwegisches Investition ist auf 12-20 Milliarden NOK geschätzt
 - Die gesamte Kapazität der möglichen neuen Verbindungen ist 7 GW
- Ich erwarte ein Verkäufermarkt

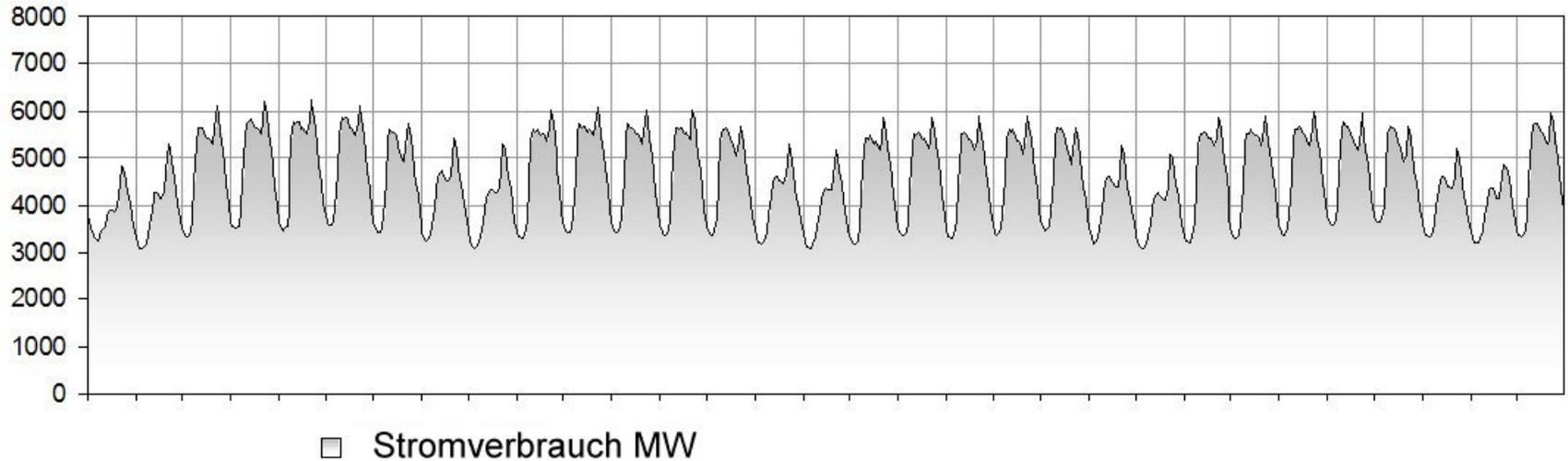


FIGUR 10.2: Potensielle nye utenlandsforbindelser.

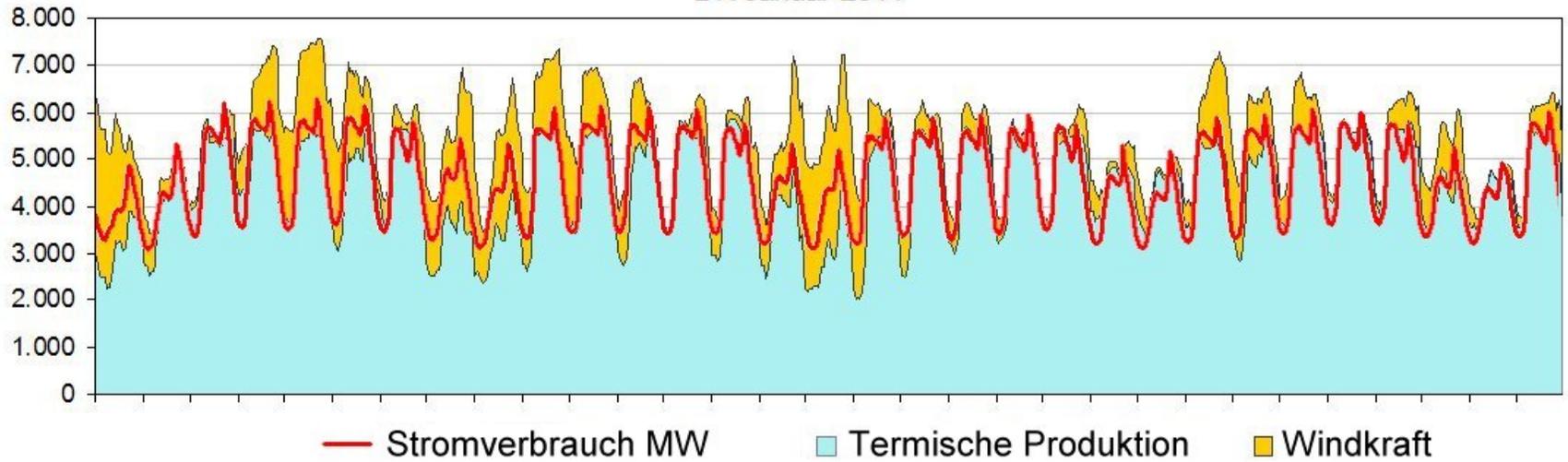
Fra Statnetts Nettutviklingsplan 2010

Beispiel: Januar 2011

DK Jan 2011



DK Januar 2011

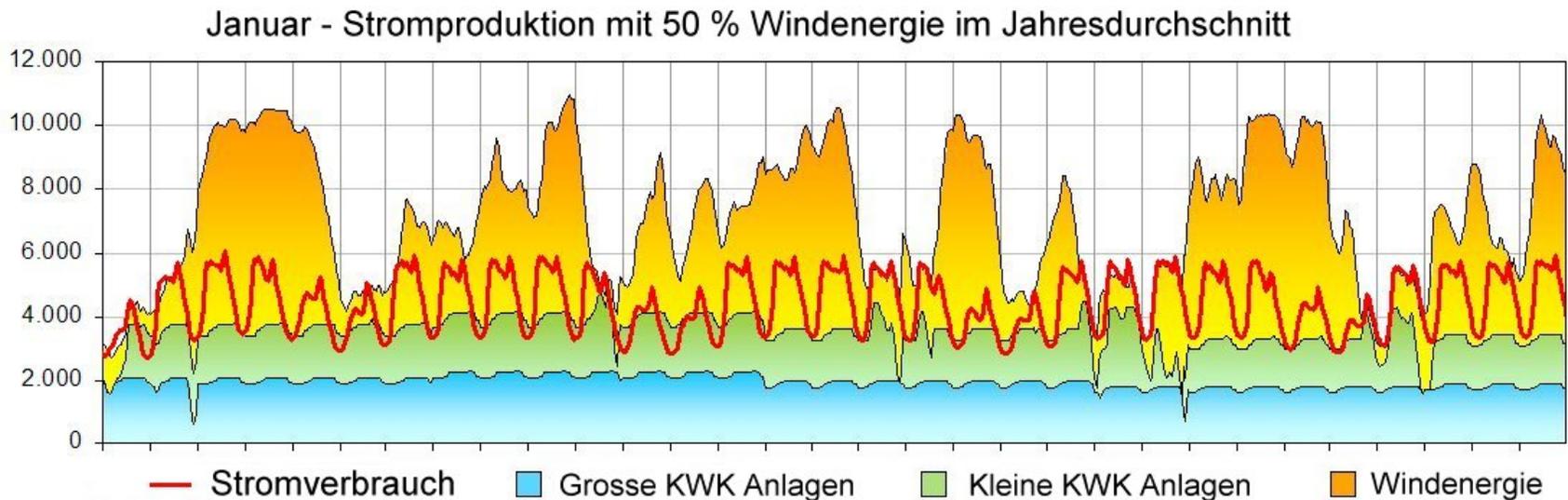


Produktionsüberschuss ist typisch für Januar

50 % Windenergie im Jahresdurchschnitt.

KWK-Strom plus Wind:

- nach wie vor mit Januar als ein Beispiel

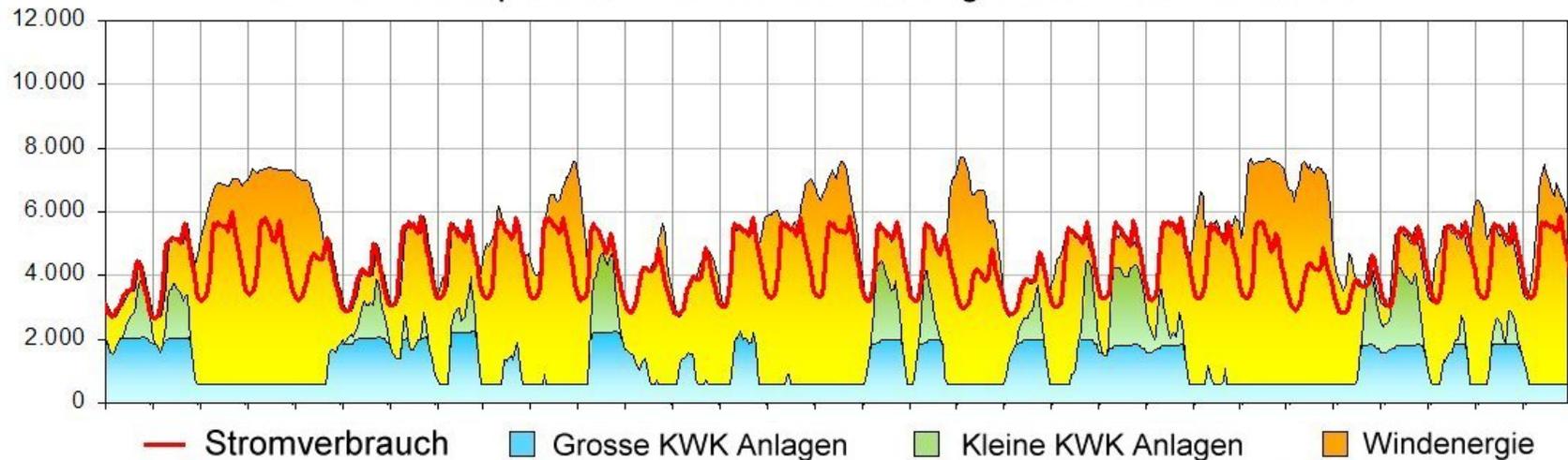


- Dieses Bild scheint unrealistisch zu sein
 - Die Produktion im Januar übersteigt den Verbrauch mit 62 %
 - Der Überlauf von Strom wird 6,8 TWh jährlich - oder 40 % der Windenergie
 - Dänemark muss bis zur 7000 MW exportieren können
 - Export nach Deutschland wird nicht möglich. In den zwei Länder wird Überschuss gleichzeitig vorkommen.

Niedrige Strompreise verdrängen KWK-Anlagen

In diesem Beispiel liefern Heizkessel 55 % der Heizbedarf in Januar

Januar - Stromproduktion mit 50 % Windenergie im Jahresdurchschnitt



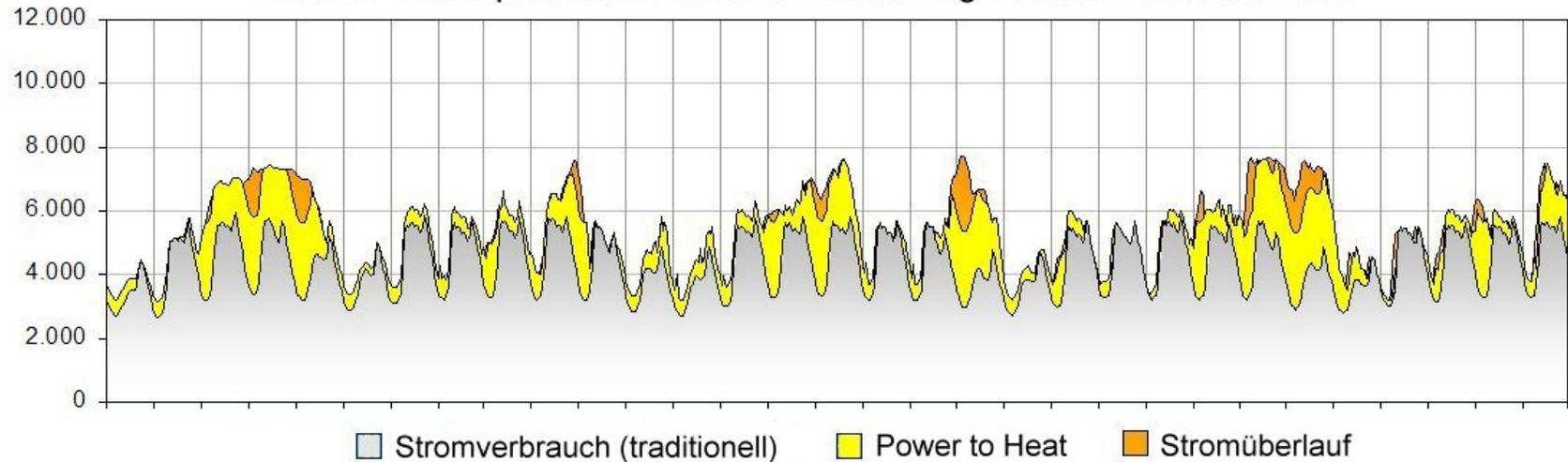
- Für das ganze Jahr:
 - Heizkessel haben 24 % der Wärmeproduktion übernommen
 - Der Stromüberlauf ist von 40 % auf 17 % der Windenergie reduziert worden
 - Die Exportbedarf ist mit 2600 MW reduziert worden
- Dieses Bild ist mehr wahrscheinlich, aber für die KWK ungünstig
 - Gleichzeitig teuer Heizung und Überschuss von Strom
 - Das könnte neue Geschäftsmöglichkeiten bedeuten

Power to Heat

Mit 900 MW große Wärmepumpen und 1500 MW Elektrokessel

- Ein lenkbarer Stromverbrauch in den Fernwärmesystemen

Januar - Stromproduktion mit 50 % Windenergie im Jahresdurchschnitt



- Für das ganze Jahr:
 - Die Heizkessel produzieren jetzt nur 5 % der Wärmebedarf statt 24 %
 - Der Stromüberlauf ist jetzt nur 5 % der Windenergie statt 17 %
 - KWK hat 90 % der Stromüberlauf von Szenario 1 absorbiert

Koordinierung der Versorgung von Strom und Heizung ist ein besonders probates einheimisches Wirkungsmittel für den Ausgleich von den Variationen der Erneuerbaren Energie

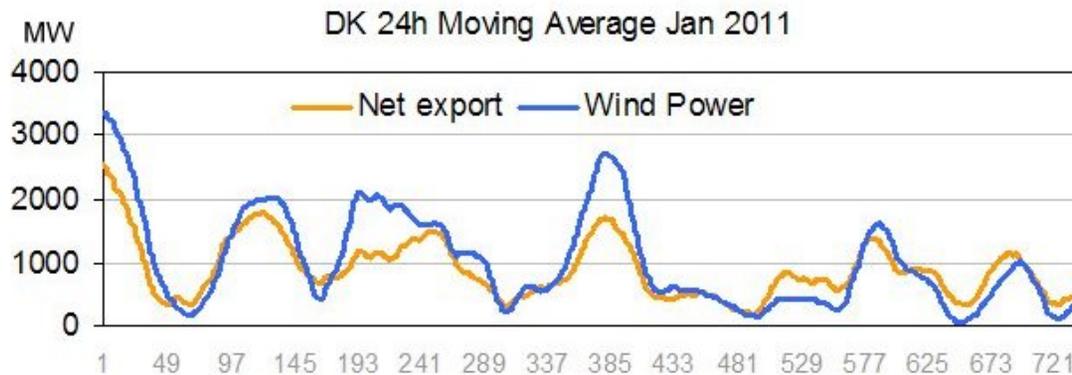
Was die Beispiele zeigen:

- Der Überschuss von Strom während der kalten Jahreszeit wird wachsen
 - Es verschärft den Wettbewerb
 - Die Stromerzeugung der Kraftwerke wird fallen
 - Der Fall der KWK-Produktion wird fortsetzen
- Die jährliche Nutzung der Kraftwerke bleibt niedrig
 - Die Lage ist wirtschaftlich ungünstig
 - Die unsichere Zukunft gibt Unlust auf Investition in neue Kraftwerke
 - Noch mehr große und kleine Kraftwerke in Dänemark werden geschlossen
- Die KWK-Systeme können Flexibilität anbieten
 - Stromüberschuss kann für Heizung verwendet werden
 - Die KWK-Anlagen können ihre Stromerzeugung laut Bedarf erhöhen und die Wärme für spätere Verwendung aufbewahren
 - Die viele Produkte auf dem Strommarkt haben es ermöglicht
- Abbau von KWK bedeutet Verlust von Flexibilität

**Es gibt keine einfachen Lösungen.
Ein Gleichgewicht zwischen Wirtschaft und Versorgungssicherheit muss
gefunden werden.**

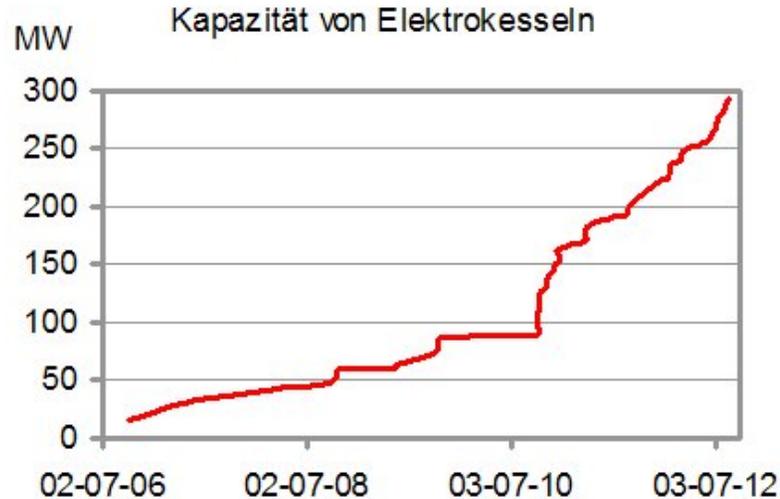
Die heutige Lage in Dänemark

- Die Verwendung von Strom für Heizung war lange nicht akzeptabel
 - Hohe Stromabgaben sollten es verhindern
- Diese Politik war nicht langzeithaltbar
 - Negative Spotpreise sind Zeichen von Marktprobleme
 - Es wurde deutlicher, dass Windenergie exportiert wurde



- Strom bekommt jetzt zunehmend die Rolle als Bindeglied zwischen Energiesystemen
 - Seit 2008 haben Sonderregeln Elektrokesseln ermöglicht
 - Neue Gesetze sollen auch große Wärmepumpen und Elektroheizung in Wohnungen ermöglichen

325 MW Elektrokessel installiert in 2013



- Die ersten Elektrokessel waren sehr gewinnbringend
 - Die neuesten Elektrokessel haben Verluste gemacht
 - Bis auf weiters scheint der Markt gesättigt zu sein
- Noch sind nur wenige große Wärmepumpen in Betrieb in Dänemark

Perspektiven

- Es ist sehr schwierig die Rentabilität der Elektrokessel und der großen Wärmepumpen zu berechnen
 - Sie sind auch von internationalen Wettbewerb beeinflusst
 - Sie tragen zur Stabilität auf den Spotmarkt bei und unterminiert damit die eigene Geschäftsgrundlage
- Die einzelnen Dänische KWK-Systeme haben Komponente, die zusammen eine effiziente Infrastruktur bilden
 - Energielagerung ist besonders wichtig
 - 40 GWh können als heißes Wasser in Stahltanks gelagert werden
 - Probetrieb von Langzeitlagerung in Teiche und Bohrlöcher
 - Eine Reihe von großen Solaranlagen für Warmwasser
- KWK-Strom hat bis zur 60 % des Stromverbrauchs geliefert
- Stilllegung der Kraftwerke kann die ganze Infrastruktur innerhalb wenige Jahren zerstören
 - Es muss bei einer systematischen Planung vermieden werden
 - Die KWK-Systeme können schon jetzt EE-Variationen ausgleichen
 - Die öffentliche Rahmenbedingungen müssen so angepasst werden, dass diese Funktion auch in der Zukunft möglich ist



Paul-Frederik Bach
<http://pfbach.dk/>

Brædstrup Totalenergieanlage

- KWK: 7 MW/8 MJ/s
- Kessel: 24 MJ/s
- Solarwärme: 18.600 m²
- Heizwassertanks: 7.500 m³
- Tieflager in Bohrlöcher
- Wärmepumpe: 1,5 MJ/s
- Elektrokessel: 10 MJ/s