Kraftwerke –

Rückgrat der Energieversorgung

Innovative Konzepte für Strom- und Wärmeerzeugung

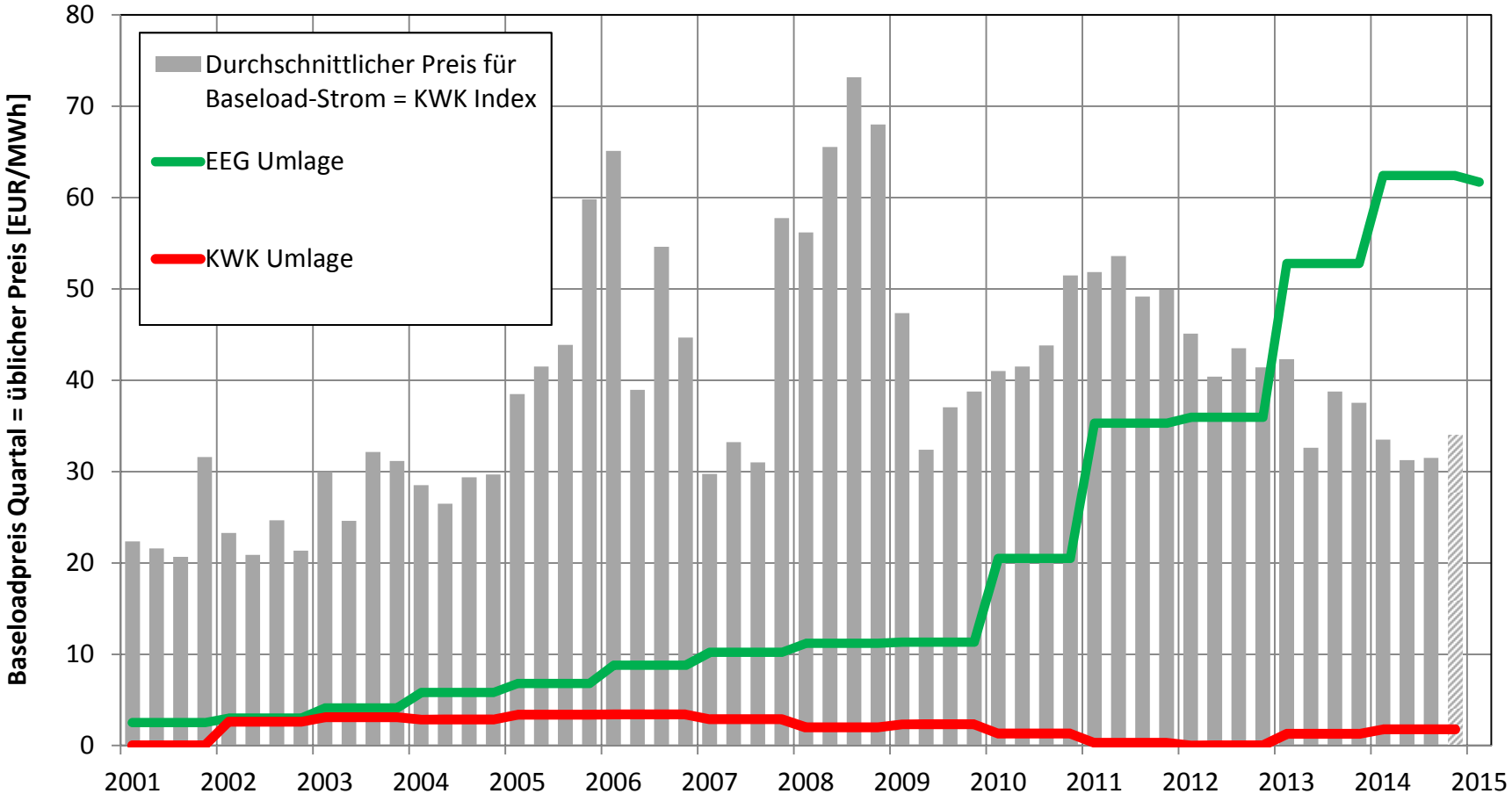
Dr. Armin Kraft

EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH

Agenda

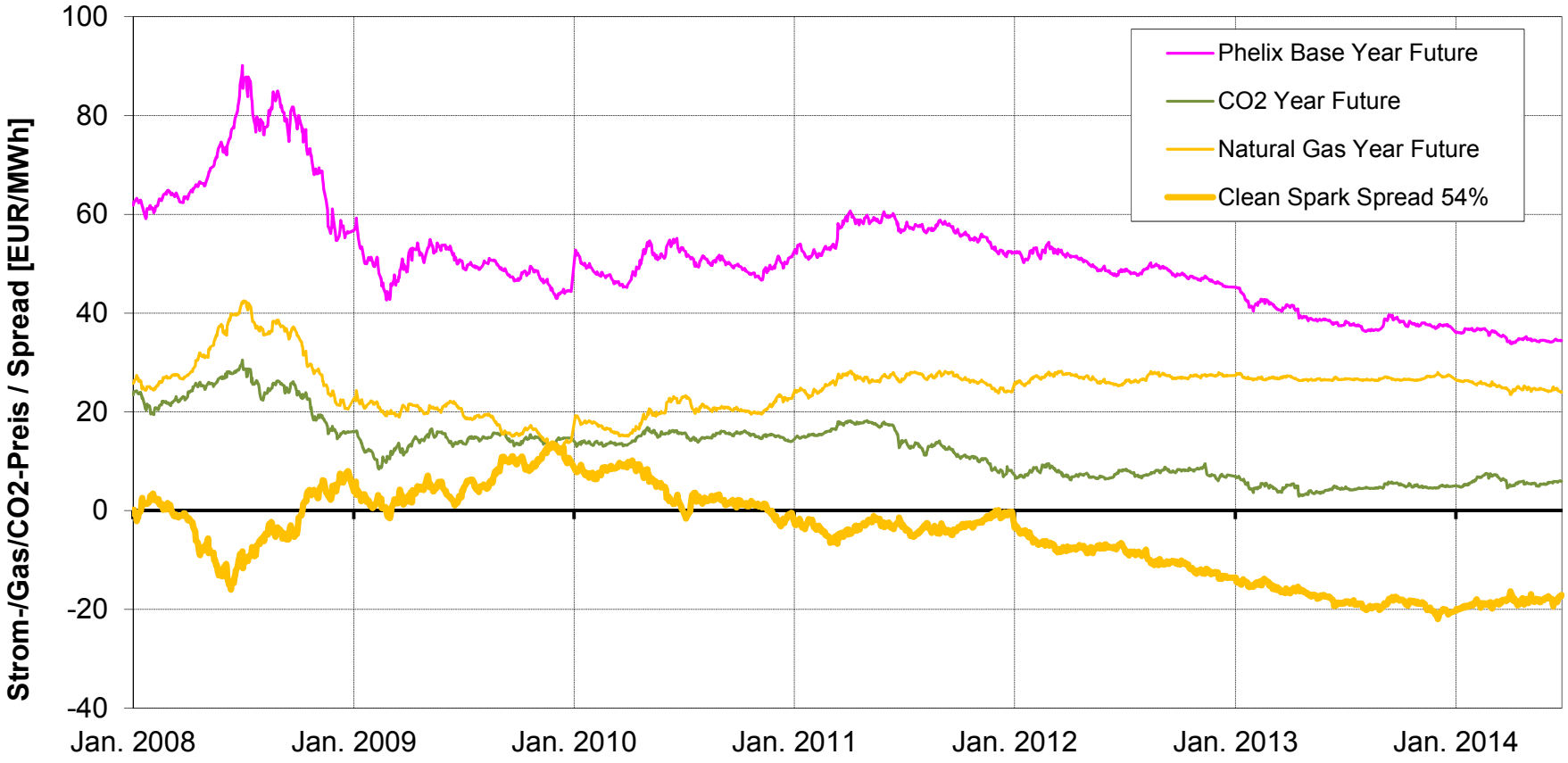
- Energiemarkt 2014
  - Fokus auf KWK-Anlagen
  - KWK-Regelkraftwerke: Chancen und Risiken
- 3 Beispiel für Erzeugungsstrategien in einem schwierigen Umfeld
  - Flexibilisierung der Erzeugung
  - Dezentralisierung der Erzeugung am Beispiel der Stadtwerke Lübeck
  - Industrialisierung der Erzeugung am Beispiel Continental
- Fazit und Ausblick

Entwicklung Börsenpreise, EEG- und KWK Umlage



- Stand 2014: EEG Umlage = doppelter Börsenpreis
  KWK Umlage = 1/10 Börsenpreis } **Faktor 20 !**

Marktentwicklung 2008-heute



- Der Spread sinkt selbst bei hocheffizienten Kraftwerken
- **Fazit: Alle wollen hochflexible Gaskraftwerke haben – keiner will sie bauen !**

Stand der KWK Ende 2014

- In den letzten 3 Jahren zeigten sich zwei gegenläufige Tendenzen:
  - KWK-Anlagen zur Eigenstromnutzung sind wegen der Vermeidung stetig steigender Abgaben und Umlagen in vielen Fällen wirtschaftlicher geworden. Das EEG 2014 hat den Vorteil für Neuanlagen reduziert
  - KWK-Anlagen ohne Eigenstromnutzung (Kraftwerke mit Wärmeauskopplung, Heizkraftwerke, Contracting-anlagen, Wohnungswirtschaft) sind in gleichem Zeitraum zunehmend unwirtschaftlich geworden
- KWK Evaluierungsstudie von Oktober 2014 zeigt (wie immer…) erhebliche Potenziale sowohl im öffentlichen Bereich wie auch der Industrie
- Das KWK Ziel von 25% ist (wiederholt) bestätigt worden
- Zur Erschliessung müsste die Förderung erheblich verbessert werden

führen. Um das 25 % KWK-Ziel bis zum Jahr 2020 zu erreichen müsste die KWK-Stromerzeugung gegenüber der aktuellen Prognose deutlich gesteigert werden. Überschlägig betrachtet wäre für eine Zielerreichung ein zusätzlicher Anlagenneubau von etwa 10 GW und eine entsprechende Erschließung der Wärmesenken notwendig. Der bestehende Deckel im KWKG müsste für die Umsetzung dieses notwendigen Neubaus stark angehoben werden. Veränderungen der Marktsituation in den nächsten Jahren oder andere politische Maßnahmen (wie z. B. Kapazitätselemente) könnten die wirtschaftliche Lage für neue KWK-Projekte verbessern und damit auch die notwendige KWK-Förderung senken.

Quelle: Potenzial- und Kosten-Nutzen-Analyse (..) sowie Evaluierung des KWKG im Jahr 2014

Was kann KWK zur Problemlösung beitragen ?

Herausforderung	Beitrag KWK	Techn. Eignung	Hemnisse
1) Prognose-abweichungen => Bedarf an Regelenergie	Lieferung von Regelenergie, Teilnahme am Regelenergiemarkt	Schnellstartfähigkeit oft gegeben, Entkopplung Strom/Wärme durch Pufferspeicher möglich	Aufwändige Präqualifikation, Dispatch und MSR, bei Anlagen <5 MW Anlagenpool nötig
2) Hohe Residuallast „Windstille Winterabend“	Volle Leistungs-lieferung zur Netzstabilisierung	Hohe Verfügbarkeit, wärmegeführte Anlagen automatisch „peaklastig“	Fehlende Strommarktkopplung bei „üblichem Preis“, keine Leistungsprämie
3) Steile Lastgradienten	Spitzenlastlieferung, schnelle Regelung	Große Last-Änderungs-geschwindigkeit, Entkopplung durch Speicher	Fehlende Strommarktkopplung keine ausreichenden Marktanreize, keine ¼ Produkte, Handelsanbindung nötig
4) Niedrige/negative Residuallast „sonniger Sonntag nachmittag“	Abschaltung, Speichernutzung (Elektrodenkessel)	Bei Speichernutzung gegeben	Keine Abschaltanreize, Regularien (StromSt, KWK-G, Eigenstrom) verbieten z.T. optimierten Betrieb

Agenda

- Energiemarkt 2014
  - Fokus auf KWK-Anlagen
  - KWK-Regelkraftwerke: Chancen und Risiken
- 3 Beispiel für Erzeugungsstrategien in einem schwierigen Umfeld
  - Flexibilisierung der Erzeugung
  - Dezentralisierung der Erzeugung am Beispiel der Stadtwerke Lübeck
  - Industrialisierung der Erzeugung am Beispiel Continental
- Fazit und Ausblick

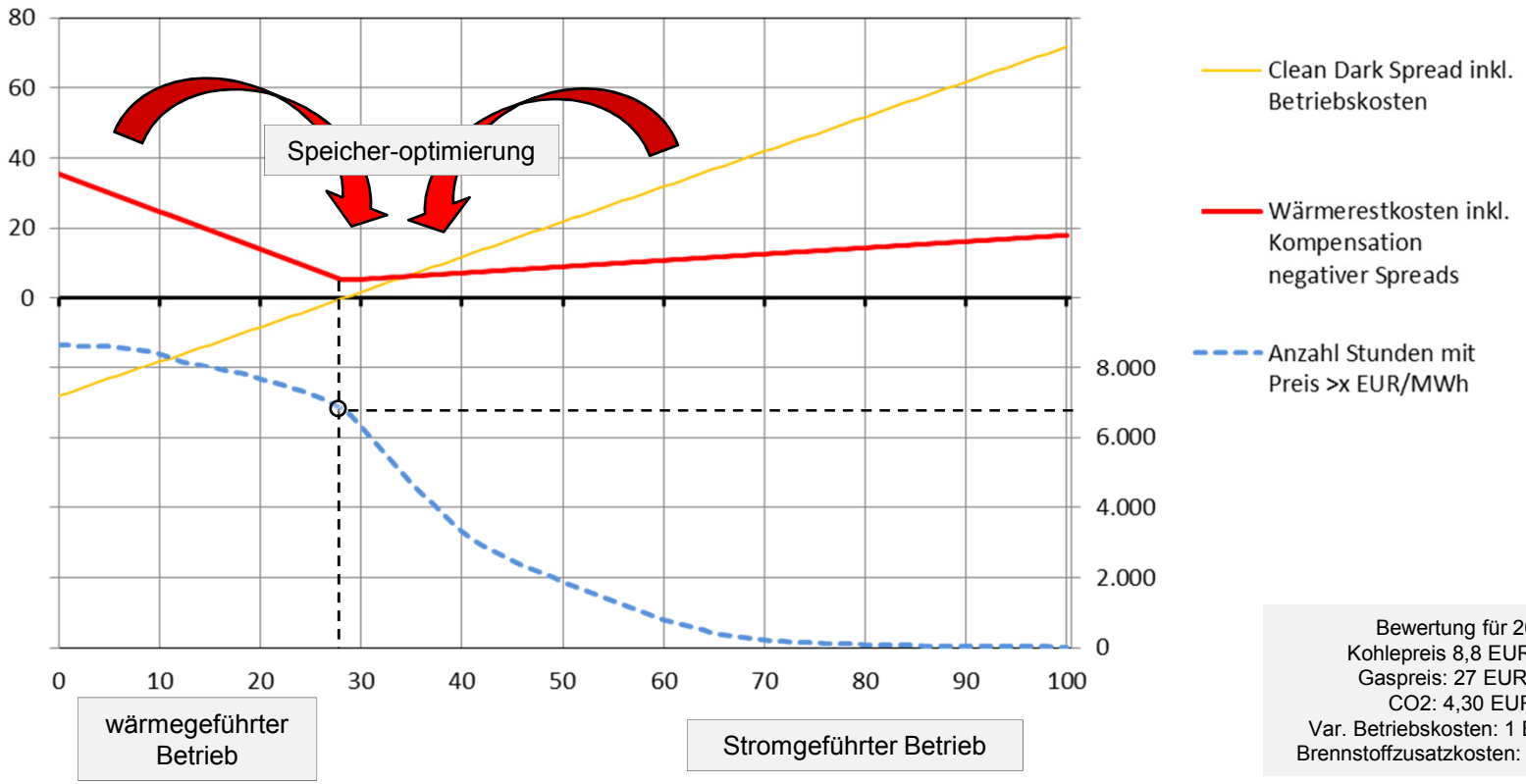
Flexibilisierung KWK-Kraftwerke durch Speicher und E-Kessel

- Durch niedrige Spreads sind die meisten Kraftwerke nicht mehr dauerhaft „im Geld“
- KWK-Anlagen ohne Wärmespeicher <u>müssen</u> Stunden mit geringen Strompreisen „überfahren“ – oder Heizwerke einsetzen
- KWK-Anlagen mit Wärmespeicher suchen sich die besten Stunden ja Tag zur Wärmeproduktion aus (Cherry picking)
- Flexible KWK-Anlagen mit Wärmespeicher produzieren feste Fahrpläne (Day Ahead) und haben Möglichkeiten der Intraday Optimierung
- Wärme lässt sich (über einen Tag) quasi verlustfrei speichern => aber technisch anspruchsvoll
- KWK-Anlagen können die Produktion automatisch der Strom-Nachfrage anpassen, Begrenzung über den Wärmebedarf
- Wärmespeicher sind günstig im Vergleich zu Stromspeichern
  - Investition (Förderung durch KWK-G) / Betriebskosten / Umwandlungsverluste
- Je höher die Stromkennzahl desto größer der wirtschaftliche Hebel für den Speichereinsatz
- Speicher und E-Kessel ergänzen sich gut
- Je schlechter der Strommarkt wird, desto höher wird das Optimierungspotenzial durch (Wärme-)Speicher !!

Speicherneubau am GKM Mannheim

Wärmerestkosten KWK-Kraftwerke: Beispiel Steinkohle-KW

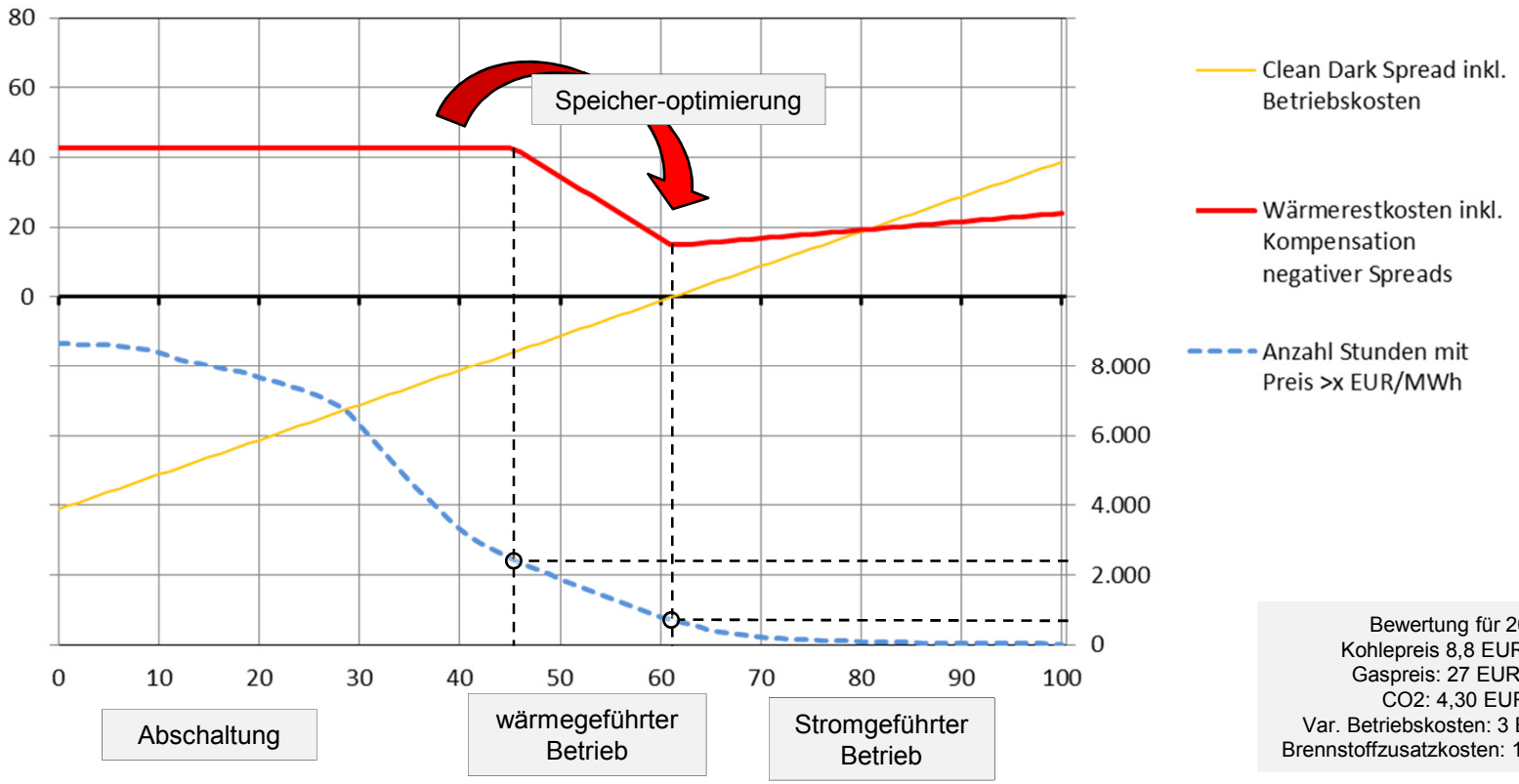
- KW im Geld: Bei positivem Clean Dark Spread (CDS) sind die variablen Kosten der Fernwärmeauskopplung durch die Stromeinbusse bestimmt (Volllastbetrieb)
- KW nicht im Geld: Bei negativem CDS sind zusätzlich negative Deckungsbeiträge in die Fernwärmekosten einzupreisen, da der Block im Bereich der stromseitigen Minlast gefahren werden muss



Bewertung für 2013:
Kohlepreis 8,8 EUR/MWh,
Gaspreis: 27 EUR/MWh
CO2: 4,30 EUR/t,
Var. Betriebskosten: 1 EUR/MWh$_{el}$
Brennstoffzusatzkosten: 2 EUR/MWh

Wärmerestkosten KWK-Kraftwerke: Beispiel GuD-KW (ohne KWK-G)

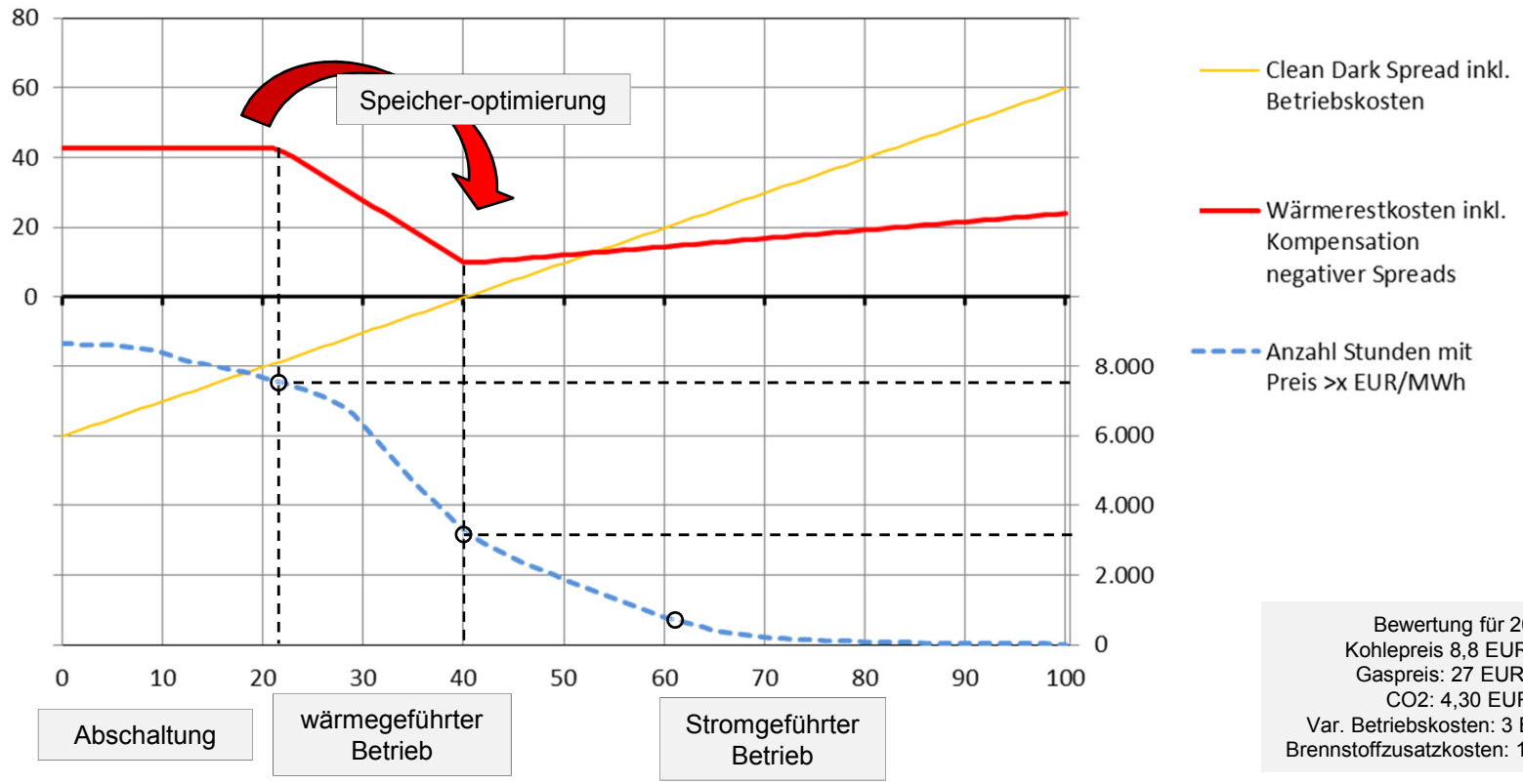
- KW im Geld: Bei positivem Clean Dark Spread (CDS) sind die variablen Kosten der Fernwärmeauskopplung durch die Stromeinbusse bestimmt (Volllastbetrieb)
- KW nicht im Geld: Bei negativem CDS sind zusätzlich negative Deckungsbeiträge in die Fernwärmekosten einzupreisen, da der Block im Bereich der stromseitigen Minlast gefahren werden muss



Bewertung für 2013:
Kohlepreis 8,8 EUR/MWh,
Gaspreis: 27 EUR/MWh
CO2: 4,30 EUR/t,
Var. Betriebskosten: 3 EUR/MWh$_{el}$
Brennstoffzusatzkosten: 1,5 EUR/MWh

Wärmerestkosten KWK-Kraftwerke: Beispiel GuD-KW (mit KWK-G)

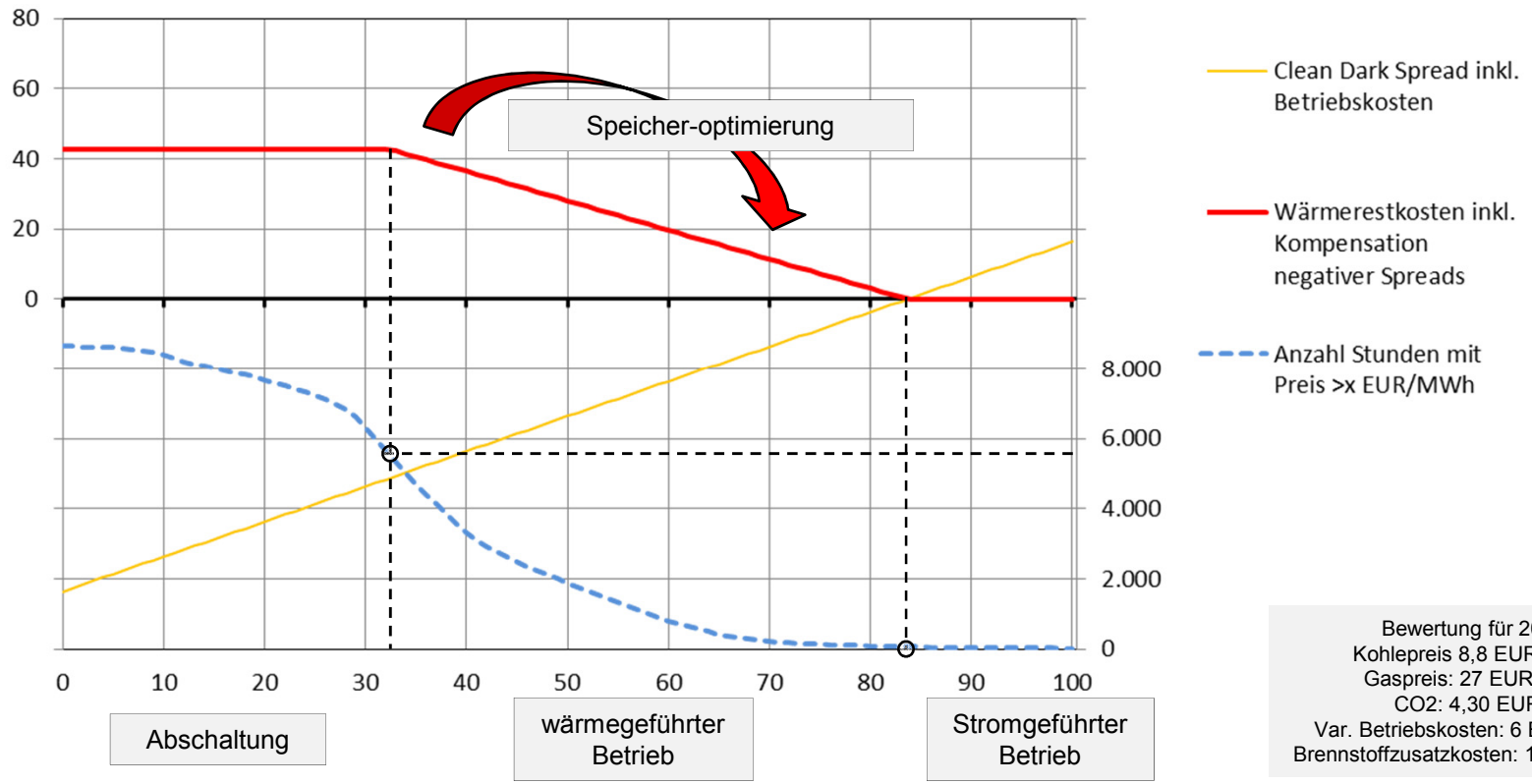
- KW im Geld: Bei positivem Clean Dark Spread (CDS) sind die variablen Kosten der Fernwärmeauskopplung durch die Stromeinbusse bestimmt (Volllastbetrieb)
- KW nicht im Geld: Bei negativem CDS sind zusätzlich negative Deckungsbeiträge in die Fernwärmekosten einzupreisen, da der Block im Bereich der stromseitigen Minlast gefahren werden muss



Bewertung für 2013:
Kohlepreis 8,8 EUR/MWh,
Gaspreis: 27 EUR/MWh
CO2: 4,30 EUR/t,
Var. Betriebskosten: 3 EUR/MWh$_{el}$
Brennstoffzusatzkosten: 1,5 EUR/MWh

Wärmerestkosten KWK-Kraftwerke: Beispiel Motoren BHKW (ohne KWK-G)

- KW im Geld: Bei positivem Clean Dark Spread (CDS) sind die variablen Kosten der Fernwärmeauskopplung durch die Stromeinbusse bestimmt (Volllastbetrieb)
- KW nicht im Geld: Bei negativem CDS sind zusätzlich negative Deckungsbeiträge in die Fernwärmekosten einzupreisen, da der Block im Bereich der stromseitigen Minlast gefahren werden muss



Bewertung für 2013:
Kohlepreis 8,8 EUR/MWh,
Gaspreis: 27 EUR/MWh
CO2: 4,30 EUR/t,
Var. Betriebskosten: 6 EUR/MWh$_{el}$
Brennstoffzusatzkosten: 1,5 EUR/MWh

Überlick Wärmespeicher -Projekte in Deutschland

Betreiber	IBN	Größe m³	Typ	Investition (ca.)	Wärmequelle
EVH GmbH, Halle/Saale	2006	6.700	Atmosph. Speicher	n.a.	Heizkraftwerk Dieselstraße Halle/Saale
SW Chemnitz	2007	3.500	Kältespeicher	n.a.	Heizkraftwerk Chemnitz Nord, AKM
EVN AG, Niederösterreich	2008	50.000	Atmosph. Speicher	n.a.	Kraftwerk Theis
Boehringer-Ingelheim Pharma GmbH & Co. KG, Biberach	2008	6.500	Kältespeicher	n.a.	10 Kältemaschinen (Absorption, KKM)
E.ON Thüringen Energie AG	2011	13.000	Atmosph. Speicher	n.a.	Heizkraftwerk Jena
Salzburg AG	2011	30.000	Atmosph. Speicher	16 Mio. EUR	Heizkraftwerk Nord Salzburg
Wien Energie	2013	11.000	Hochdruck-Speicher	20 Mio. EUR	Wald-Biomassekraftwerk versch. KWK Kraftwerke
GKM AG Mannheim	2014	43.000	Atmosph. Speicher	30 Mio. EUR	Großkraftwerk Mannheim
SW Leipzig	2014 (geplant)	3.000	Druck-Speicher	3,5 Mio. EUR	versch. Heizkraftwerke
N-ERGIE Kraftwerke GmbH Nürnberg-Sandreuth	2015 (geplant)	33.000	Atmosph. Speicher (2-Zonen-Speicher)	17 Mio. EUR	Heizkraftwerk Nürnberg-Sandreuth
Vattenfall Berlin	2016 (geplant)	60.000	Atmosph. Speicher	> 20 Mio. EUR	Heizkraftwerk Berlin Reuter West

Überlick E-Kessel/Power-to-Heat Projekte in Deutschland

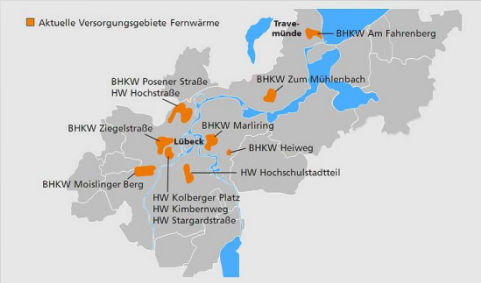
Betreiber	IBN	MWel	Typ / Hersteller	Investition (ca.)	Fernwärme ?
Sw Flensburg	2013	30	BVA	2 Mio. EUR	Ja
Sw Tübingen	2013	10	Klöpper	0,6 Mio. EUR	Ja
SW Schwerin	2013	15	Klöpper	2,5 Mio. EUR	Ja
Sw Saarbrücken	2012	10	Klöpper	n.a.	Ja
Sw Lemgo	2012	5	Klöpper	0,9 Mio. EUR	Ja
ENRO, Ludwigsfelde	2012	15	BVA	n.a.	
E.ON Herne	2012	3*20	BVA	n.a.	Ja
EnBW Altbach	n/a	2*50	VAPEC	n.a.	Ja
SW München	2014	4*2,5 MW	Ohmex	1 Mio. EUR	Ja
SW Mainz	2013	2*5	Klöpper	n.a.	Ja
Infraserv Höchst (Frankfurt)	2014	40	n.a.	n.a.	Ja, Industriepark
SW Nürnberg	2014 (geplant)	50	n.a.	n.a.	Ja
EES Premnitz	2014 (geplant)	2*10	Parat	n/a	Ja, Gewerbepark

Agenda

- Energiemarkt 2014 mit Fokus auf KWK-Anlagen
- KWK-Regelkraftwerke: Chancen und Risiken
- 3 Beispiel für Erzeugungsstrategien in einem schwierigen Umfeld
  - Flexibilisierung der Erzeugung
  - Dezentralisierung der Erzeugung am Beispiel der Stadtwerke Lübeck
  - Industrialisierung der Erzeugung am Beispiel Continental
- Fazit und Ausblick

Beispiel Dezentrale KWK-Strategie Lübeck

90er — Ausgangslage

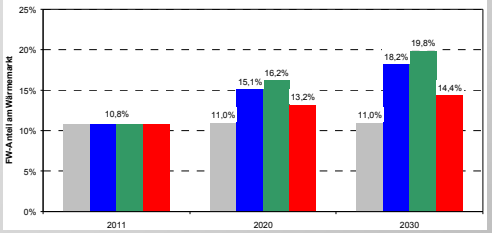


- Aufbau einer Fernwärme-Versorgungsstruktur in den 90er Jahren
- Ausbau Teilgebiete, die zusamengeschlossen werden sollten
- Ursprüngliches Ziel: Wärme-abnahme aus einem geplanten Großkraftwerk in Lübeck-Siems…
- … das dann aber nie gebaut wurde

2000er — Aufbau KWK

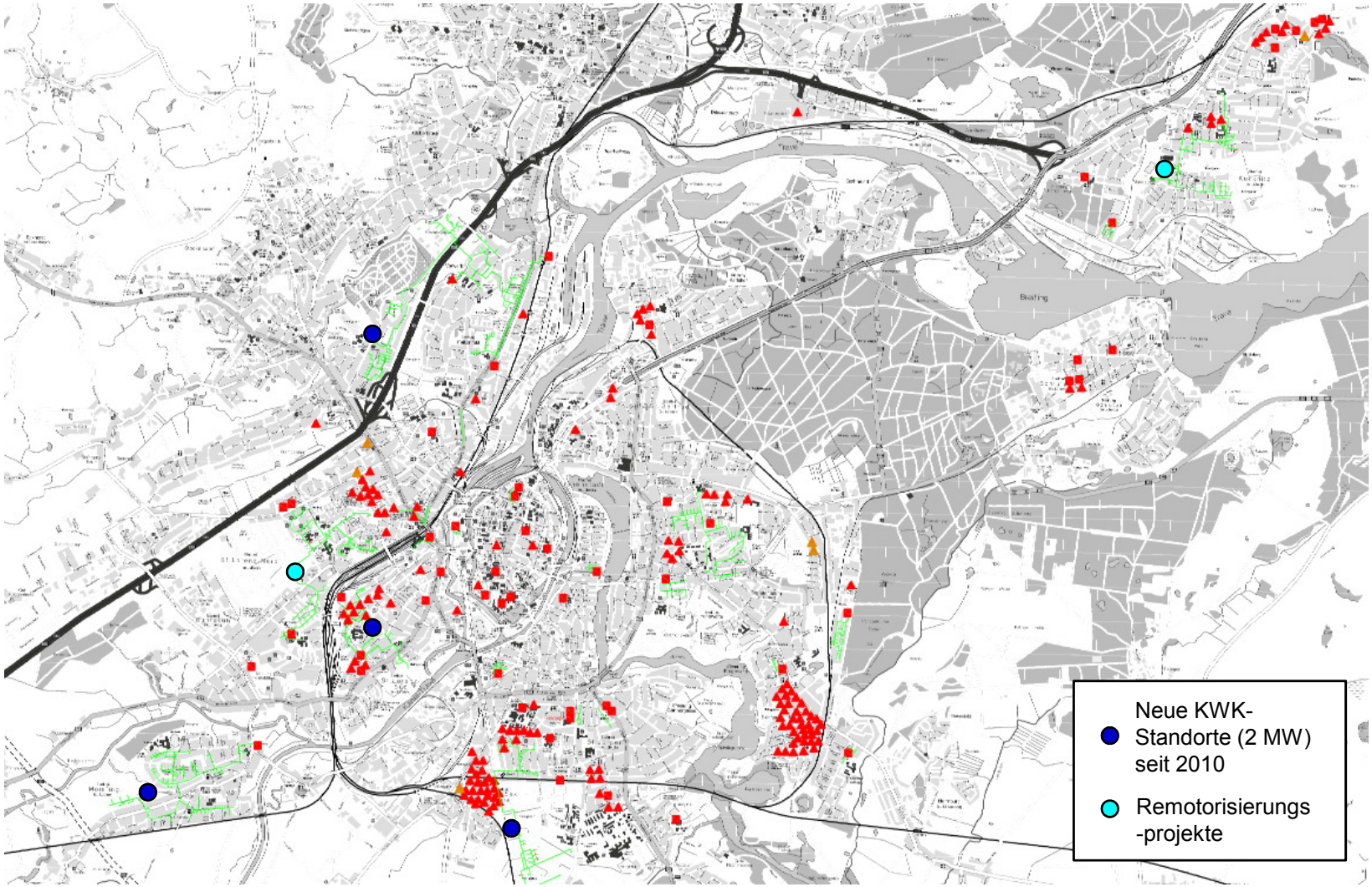
- Ausbau Heizkraftwerke mit BHKW
- Alle Standorte und 20 MW Feuerungsleistung und unter 2 MW_{el}
- Regionale Stromvermarktung im Tarifkundenbereich
- Steigerung FW Absatz auf rd. 200 GWh

ab 2010 — Dezentralisierung und Flexibilisierung KWK



- Potenzialanalyse und Strategieprojekt Fernwärme
- Weiterer FW-Ausbau Richtung 300 GWh Absatz
- KWK Ausbau in allen Teilnetzen
- Ziel: Primärenergiefaktor <0,7
- Umstelllung auf Biomethan
- Flexibilisierung durch größere Wärmespeicher
- Einbeziehung von Kundenanlagen und neue Geschäftsmodelle

Überblick: Netze und Anlagen in Lübeck



Aktuelle Erzeugungs-Projekte:

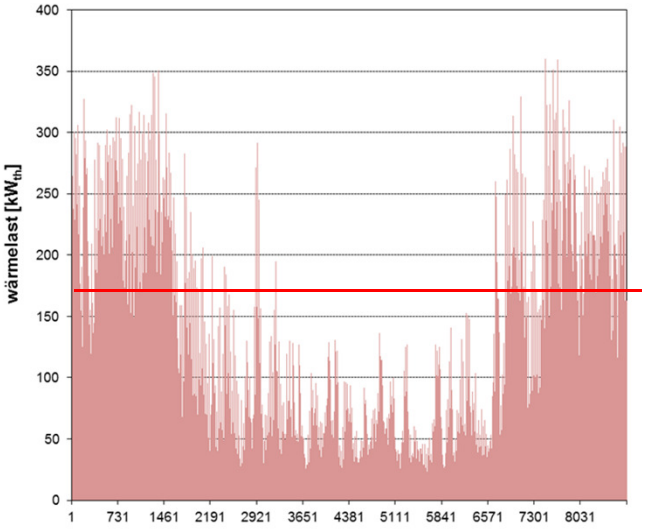
- Erhöhung des KWK Anteils in einigen Teilnetzen
  - St. Lorenz Nord und Moislingen: Neubau 2 MW-BHKWs mit Wärmespeicher (IBN 2013)
  - Standort Carl-Gauss-Str: Umstellung Biomasse auf BHKW Erzeugung mit Speicher und Elektrokessel (IBN für 2015 geplant)
  - Standort Töpferstr.: Einbau eines 2 MW BHKW in einen denkmalgeschützten Bunker („Energiebunker“, IBN 2016)
  - Remotorisierung und Leistungserhöhung bestehender Standorte

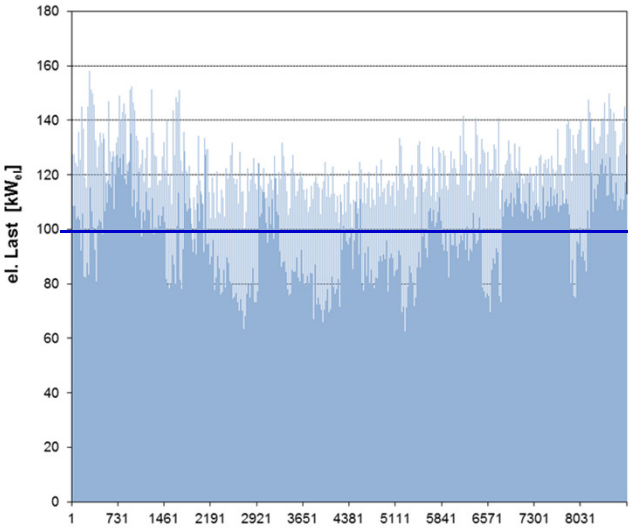
- Nächste Schritte der Dezentralisierungs sind die verstärkte Einbeziehung von Kundenanlagen:
  - KWK-Kraftwerk zur Eigenversorgung von Kunden (Strom, Wärme) als Contracting oder im Direktbetrieb
  - Trotzdem Fernwärmeanbindung zur Spitzenlastdeckung und Rückspeisung überschüssiger Wärme in das Netz
  - Vor allem bei Objekten mit hohem Strom und geringerem Wärmebedarf sinnvoll (Gewerbe, Hotels, Seniorenheime, speziell Neubau)

Beispiel für Kundenkraftwerk: Neubau Seniorenheim

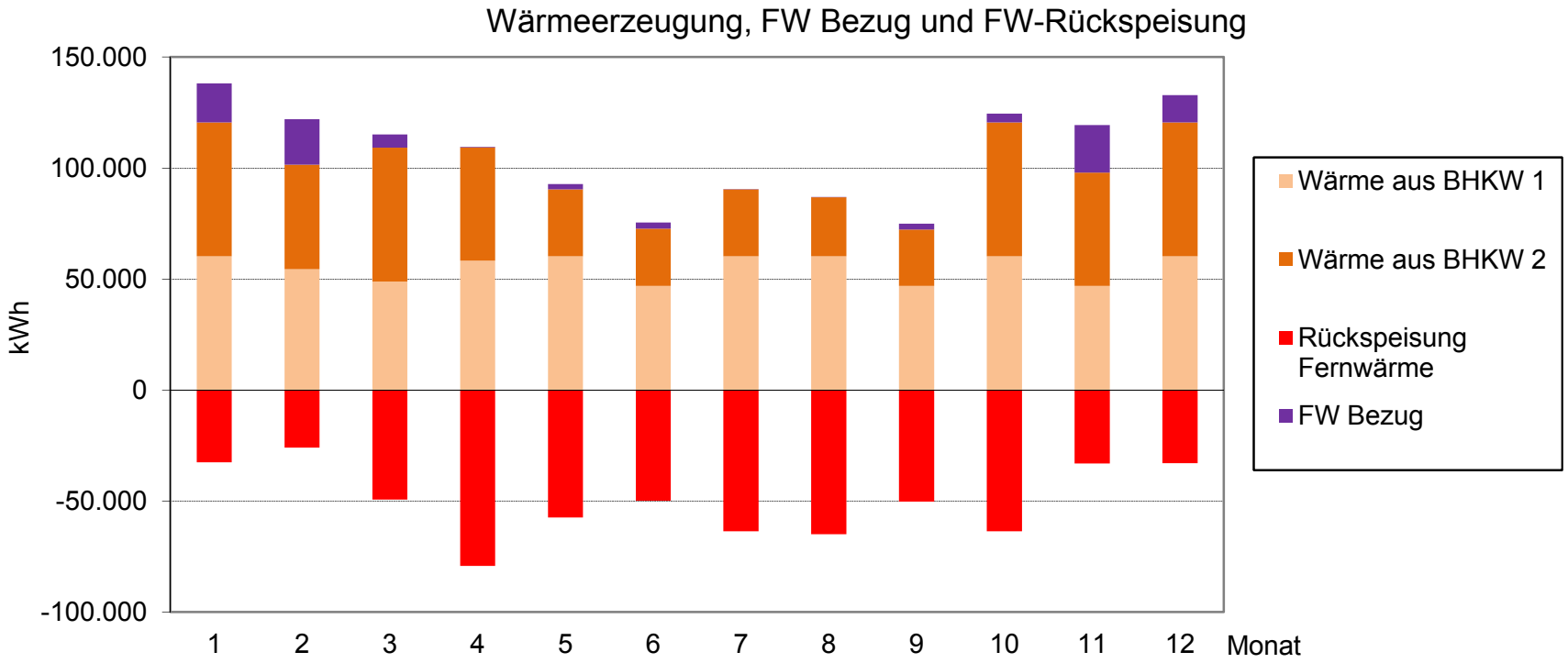
- Ausgangslage: Hoher Strombedarf, moderater Wärmebedarf
- Eigenerzeugung ist nicht optimal, da Grundlast Strom weit über Grundlast Wärme liegt => Stromkennzahl kleiner BHKW ist aber genau umgekehrt
- Fernwärmeversorgung ist (aus Kundensicht) ebenfalls nicht optimal, da nur Wärmegrundlast und keine Eigenstromnutzung möglich

- Fazit: Die Kombinationbeider Möglichkeiten bietet für Versorger und Kunde Vorteile
- => Auslegung auf Hohen Deckungsgrad, Rückspeisung der Wärmeüberschüss ins FW-Netz





Beispiel für Kundenkraftwerk: Auslegung auf Kunden-Strombedarf

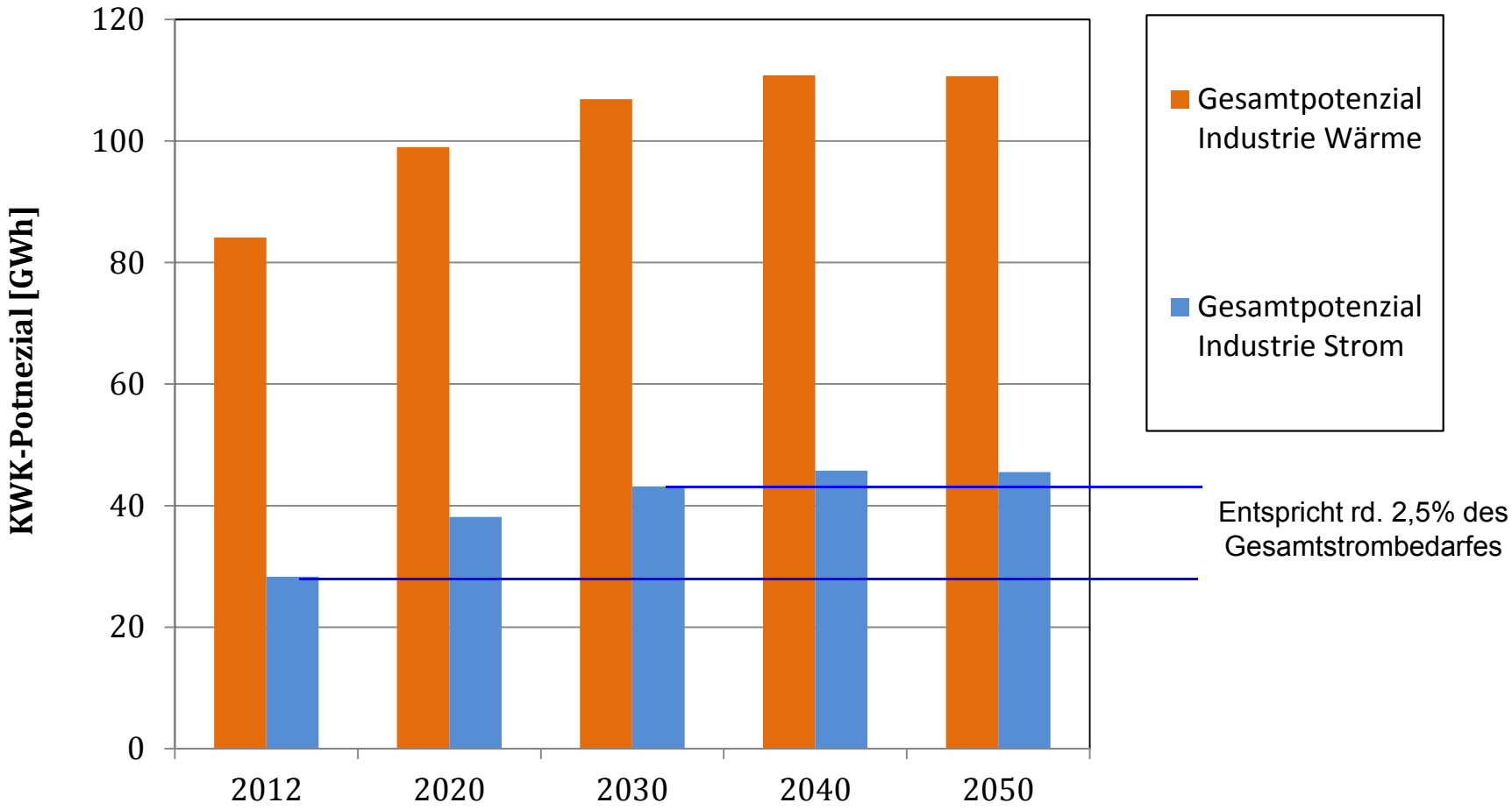


- Bewertung zeigt deutliche wirtschaftliche Vorteile für Kombi-modell (auch nach EEG 2014):
  - Kein Kessel nötig, Spitzen- und Redundanzleistung aus FW-Netz
  - 90% Eigenbedarfsdeckung sowohl bei Strom als auch Wärme
  - Rückgespeiste Wärme wird (moderat) vergütet, Spitzenwärme nach üblichem Preissystem
  - Eigenstromvorteile können ausgeschöpft werden, gleichzeitig Beitrag zur „öffentlichen“ FW-Versorgung möglich

Agenda

- Energiemarkt 2014 mit Fokus auf KWK-Anlagen
- KWK-Regelkraftwerke: Chancen und Risiken
- 3 Beispiel für Erzeugungsstrategien in einem schwierigen Umfeld
  - Flexibilisierung der Erzeugung
  - Dezentralisierung der Erzeugung am Beispiel der Stadtwerke Lübeck
  - Industrialisierung der Erzeugung am Beispiel Continental
- Fazit und Ausblick

KWK-Stromerzeugungs Potenzial Industrie

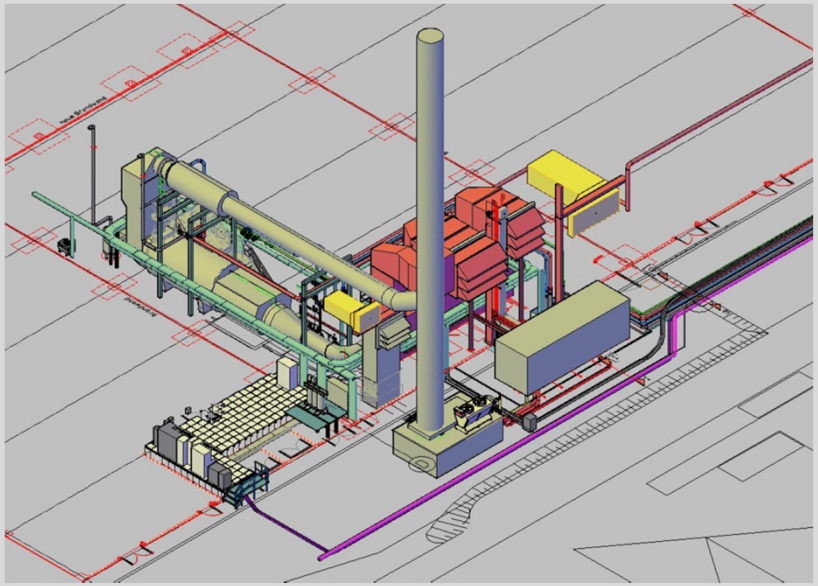


Quelle: Potenzial- und Kosten-Nutzen-Analyse (..) sowie Evaluierung des KWKG im Jahr 2014, Prognos et al., 2014

Anwendungsbeispiel: Gasturbine für Continental Aachen

Ziel: ganzjährige Dampflieferung und Eigenstromversorgung im Reifenwerk Aachen

- Gasverdichter:
  - Hersteller VPT
  - Gasdruck19,5 bar(ü)
  - Liefermenge Gas max. 2.400 Nm³/h
- Gasturbinenpackage:
  - Hersteller Turbomach (Taurus 60)
  - Elektrische Leistung ~ 5,2 MW
- Abhitzekesselanlage:
  - Hersteller Kesselkörper Viessmann HKB
  - Dampfmenge max. 25 t/h
  - Max. zul. Betriebsüberdruck 29 bar(ü)
- Zusatzfeuerung:
  - Feuerungsleistung max. 8 MW



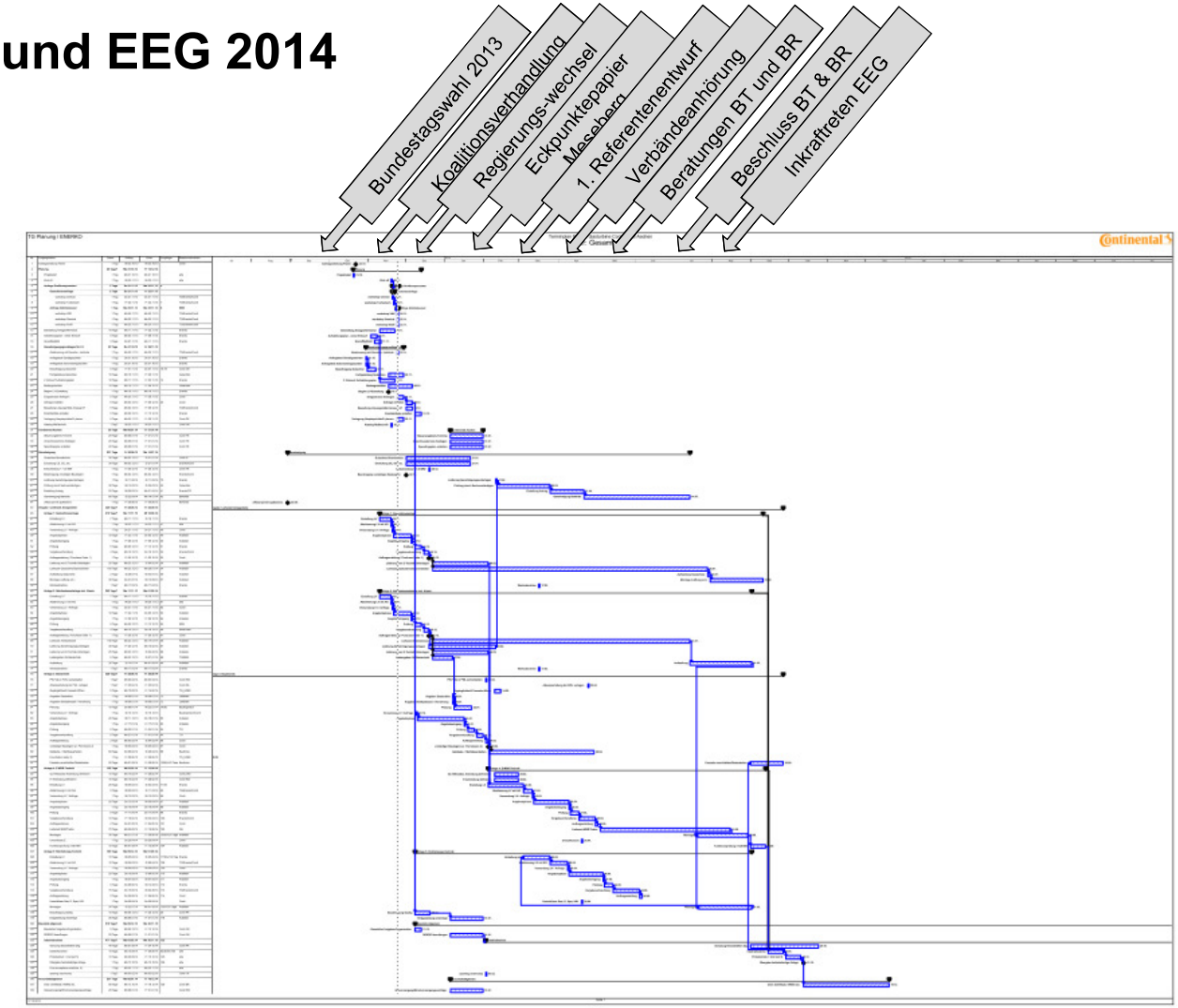
- Durch das Projekt werden rund 0,3 % des zusätzlichen KWK-Potenzials gem- KWK Evaluierungsstudie umgesetzt !

Ergebnisse der Auslegung

- KWK-Nutzungsgrad 76,8 %
- Nettostromerzeugung 40,5 GWh/a
- Heizwassererzeugung 3,4 GWh/a
- Dampfmenge aus Abhitze 93.000 tonnen/a
- Vollbenutzungsstunden ~7.600 h/a
- Hohe Wirtschaftlichkeit (Amortisation<4 Jahre) durch lange Laufzeit und Nutzung des Stroms (nach EEG 2012)

Terminplan Projekt und EEG 2014

- **Projektstart Planungsphase**
  - Oktober 2013
- **Inbetriebnahme gem EEG**
  - 27.Juli 2014 !!!
- **Übergabe Gesamtanlage**
  - November 2014



Fazit und Zusammenfassung

- Trotz schwierigen Umfelds gibt es Ausbaupotenziale und Einsatzfelder für KWK Kraftwerke
- Aber: Die klassiche öffentliche KWK (Heizkraftwerk) ist weiterhin wirtschaftlich unte rhohem Druck
- Flexibilisierung, Dezentralisierung und weitere Industrialisierung der Stromerzeugung in KWK bieten Chancen
- Aber auch hier sind das regulatorische Umfeld und verlässliche Randbedingungen entscheidend:
  - KWK-Förderung
  - Eigenstromprivilegien
  - Beibehaltung der Vorteile regionaler Vermarktung (Stromsteuererstattung)
  - Marktentwicklung und Spread

Zum Schluss: Wer wir sind….

ENERKO GRUPPE

unabhängige Gesellschaften seit 1980

EES ENERKO Energy Solutions GmbH
Aachen

ENERKO Informatik GmbH
Aachen

ESW ENERKO Wirtschaftsberatung GmbH / Rechtsanwälte Achterwinter
Düsseldorf

ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH
Aldenhoven bei Aachen / Berlin / 40 Mitarbeiter

Konzepte & Gutachten

- Unternehmensentwicklung
- Klimaschutzkonzepte
- Kraftwerks- und KWK-Analysen
- Fernwärmekonzepte
- Primärenergiefaktoren und Hocheffizienznachweise

Energiewirtschaftliche Beratung

- Unternehmensbewertung
- Netzbewertung und -kauf
- Netznutzungsentgelte
- Strom- und Gasbeschaffung
- Emissionshandel
- Betriebswirtschaftliche Begleitung

Technische Planung

- Heizkraftwerke, Gasturbinen und BHKW
- Netze Strom, Gas, Fernwärme
- Industrielle Medienversorgung
- Speicher für Fernwärme, Gas
- Regenerative Stromerzeugung

EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH
www.enerko.de Landstrasse 20 • 52457 Aldenhoven • Telefon: 0 24 64 / 971 –537 • armin.kraft@enerko.de