Flexibilisierung von KWK-Anlagen mit Wärmespeichern

Wärmewende-Workshop

23.05.2016

EEB ENERKO
Energiewirtschaftliche
Beratung GmbH

ENERKO
changing **energy**

EEB ENERKO: Beratungsschwerpunkte

Standorte Aldenhoven bei Aachen und Berlin • 40 Mitarbeiter

ENERKO
changing **energy**

Konzepte und Gutachten

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

Energiewirtschaftliche Beratung

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

Technische Planung

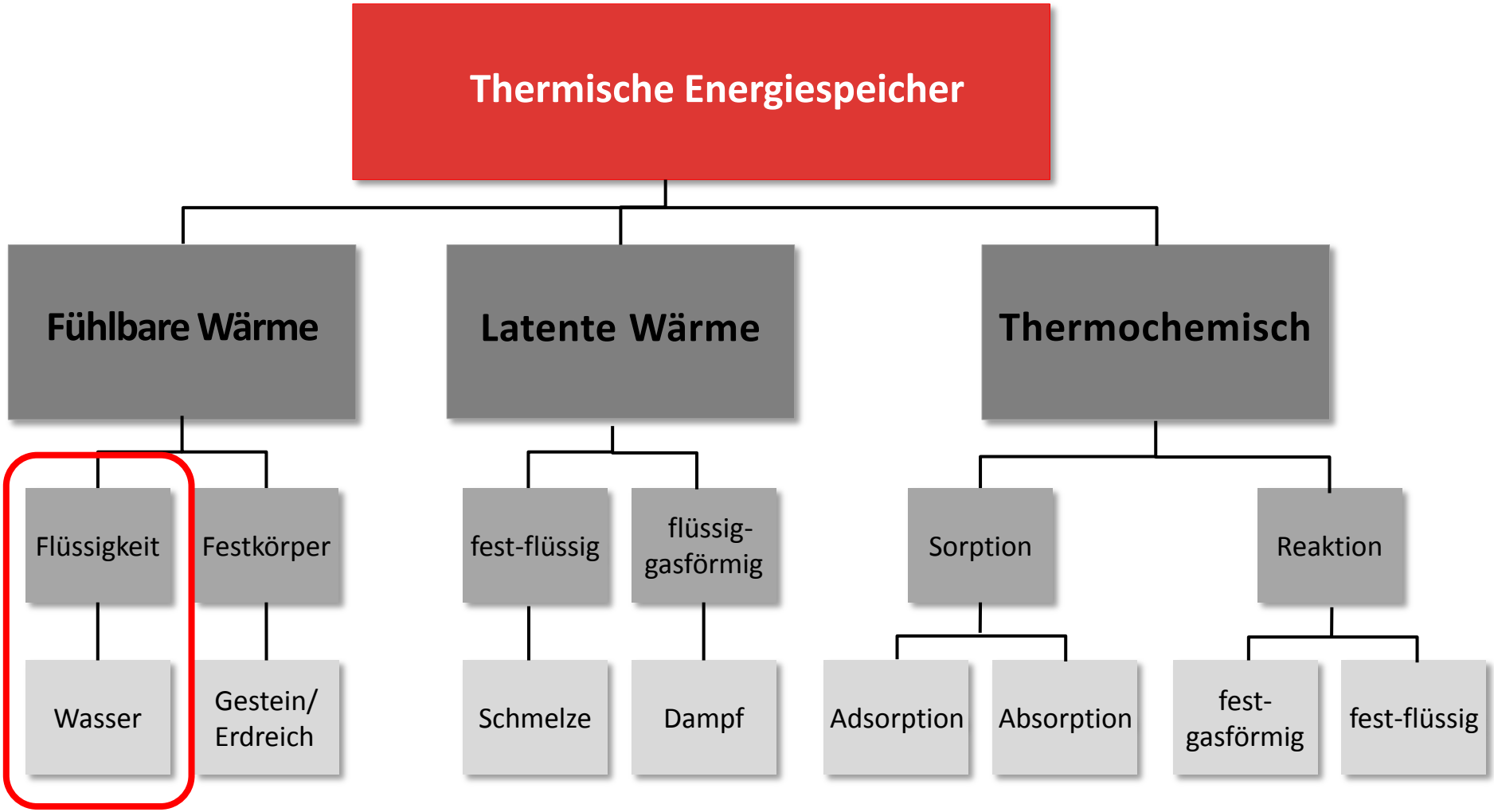
- Heizkraftwerke und BHKW
- Netze Strom, Gas, Fernwärme
- Industrielle Medienversorgung
- Speicher für Fernwärme und Gas
- Regenerative Stromerzeugung

Agenda

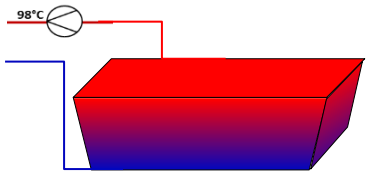
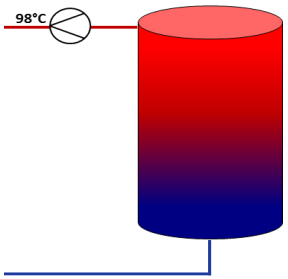
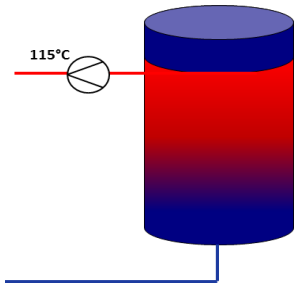
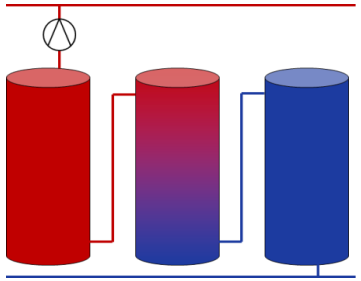
- **KWK und Wärmespeicher**
  - Überblick Wärmespeicher und Typisierung
  - Einsatzmöglichkeiten und Chancen am Strommarkt
  - Fallbeispiele: Großwärmespeicher

- **Zukunftsaspekte**
  - Power-to-Heat: Neue Perspektiven für den Wärmemarkt
  - Besonderheiten in Ostdeutschland: Fernwärme und Windenergie

Übersicht Wärmespeicher



Übersicht Heißwasserspeicher

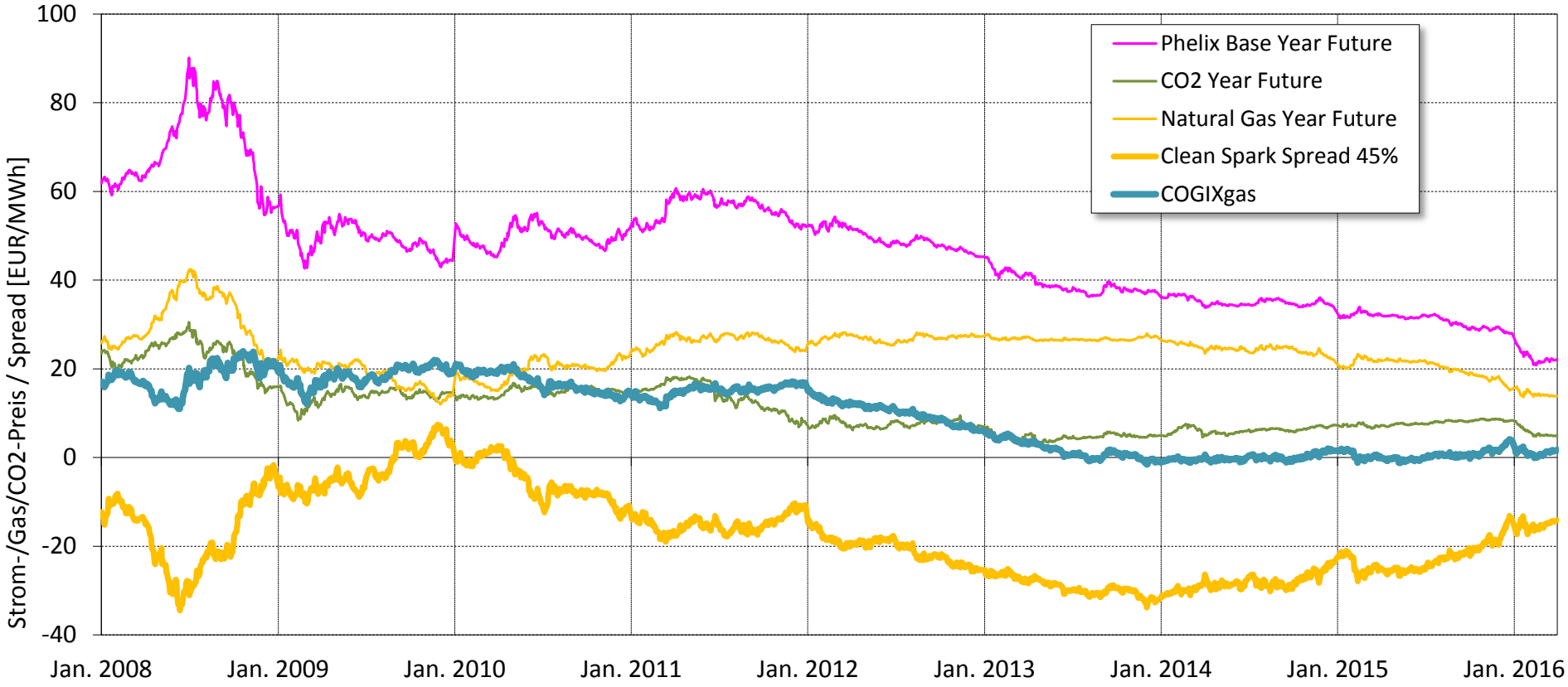
	Drucklose (atmosphärische) Speicher			Druckspeicher
	Erdbeckenspeicher	1 Zonen speicher	2 Zonen Speicher	
Prinzip				
Volumen	Bis rd. 150.000 m³	Bis rd. 60.000 m³	Bis rd. 60.000 m³	Modular, Einzelbehälter bis 150 m³
Max. Temperatur	90°C (bei Solarwärme-speicherung)	98°C	bis 115°C (abhängig vom Wasserpolster)	Bis ca. 140 °C
Spez. Kapazität (bei 60° Rücklauftemperatur)	35 kWh/m³	44 kWh/m³	Bis 64 kWh/m³	Bis ca. 90 kWh/m³
Kosten (ca.)	150-300 EUR/m³	300-500 EUR/m³	400-700 EUR/m³	800-1.200 EUR/m³

Einsatz Wärmespeicher

- **Wärmespeicher werden eingesetzt um**
  - Angebot und Bedarf auszugleichen und den Bedarfslastgang vom Strommarkt zeitlich zu entkoppeln
  - Leistungsspitzen abzudecken
  - KWK Anteile zu erhöhen
  - Kurzfristig Reserve bereitzustellen

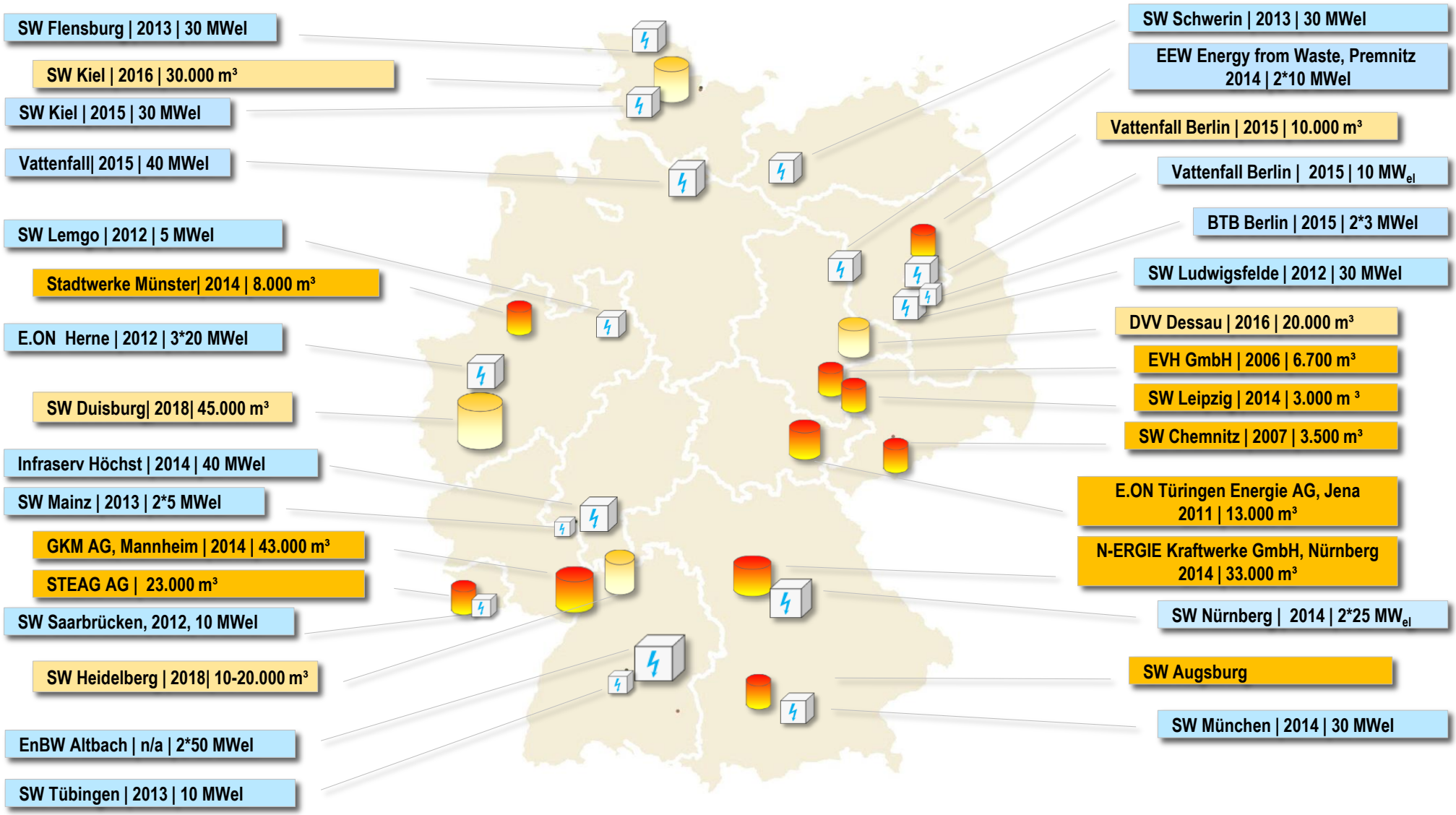
- **Unterscheidung nach**
  - Kurzzeitspeicher (Stunden bis Tage)
  - Langzeitspeicherung (einige Tage bis Wochen)
  - Saisonalspeicher (mehrere Monate)

Marktentwicklung 2008-heute



- Gas- und Strompreise nähern sich immer mehr an
- Der Spread sinkt selbst bei hocheffizienten Kraftwerken – seit Mitte 2014 leichte gaspreisbedingte Erholung
- Der KWK-Index COGIX ist seit 2012 rückläufig und entwickelt sich seit 2014 seitwärts

Überblick Wärmespeicher- und PtH-Projekte in Deutschland



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 je Tag zur Wärmeproduktion aus (Cherry picking)
- Flexible KWK-Anlagen mit Wärmespeicher produzieren feste Fahrpläne und haben Möglichkeiten der Intraday Optimierung
- Wärme lässt sich (über einen Tag) quasi verlustfrei speichern
- 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
- Speicher und E-Kessel ergänzen sich gut
- Je schlechter der Strommarkt wird, desto höher wird das Optimierungspotenzial durch (Wärme-)Speicher !!

Fernwärmespeicher in Halle

Praxisbeispiel*: Wärmespeicher und KWK-Erzeugung in Kiel

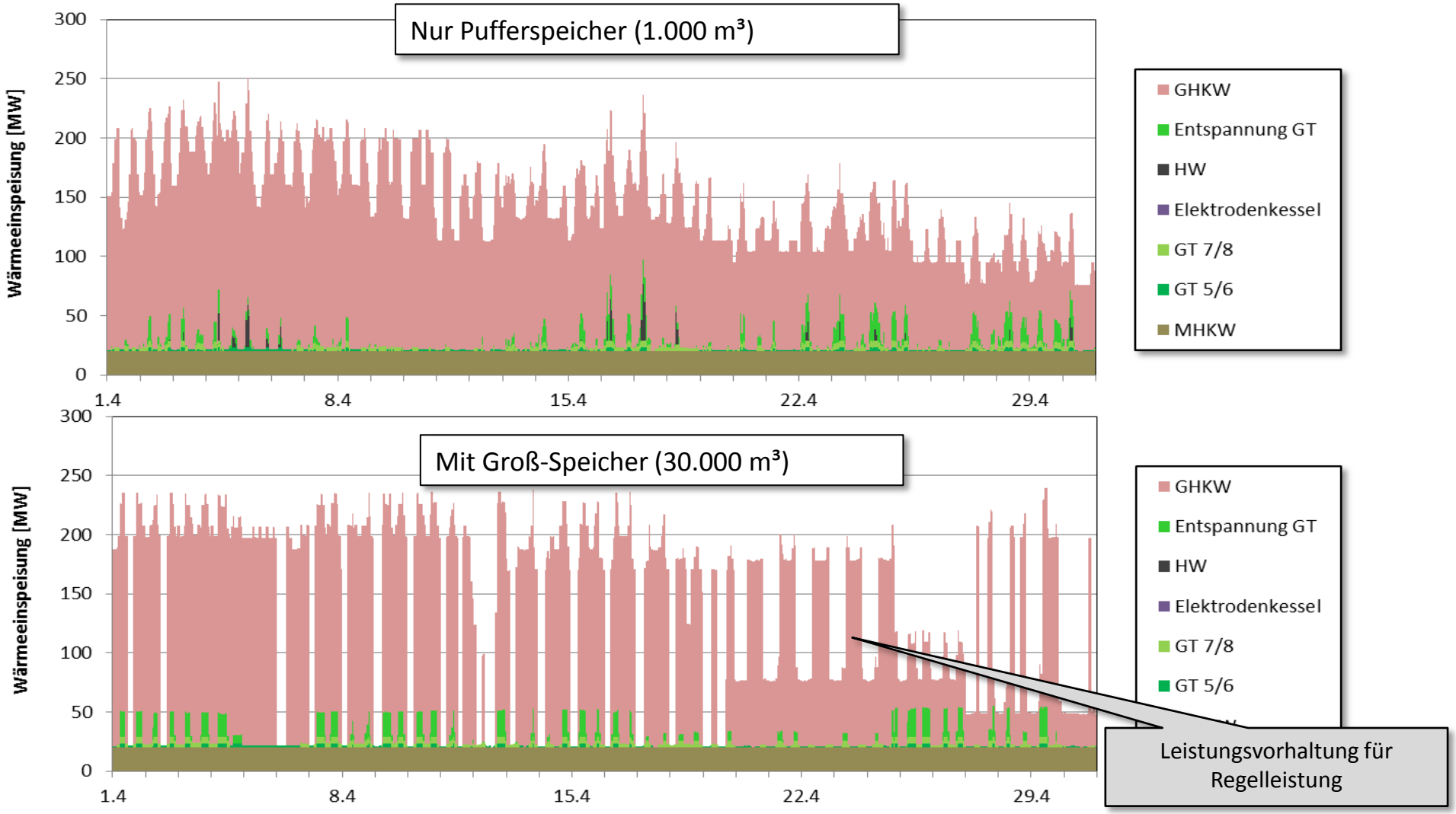
- Ausgangssituation:
  - Die Stadtwerke Kiel betreiben zusammen mit E.ON ein kohlegefeuertes Heizkraftwerk (320 MW) in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) an der Kieler Förde
  - inzwischen werden 1/3 aller Gebäude in Kiel mit Fernwärme beheizt – und die Stadtwerke Kiel wollen diesen Anteil weiter steigern.
  - Das GKK ist das „Arbeitspferd“ der Fernwärme-Versorgung Kiel
  - Das Heizkraftwerk wurde in 1970 errichtet, nach 45 Jahren Betrieb ist bald das Ende Lebensdauer erreicht
  - Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit haben sich in den letzten Jahren deutlich verschlechtert

*) mit freundlicher Genehmigung der Stadtwerke Kiel

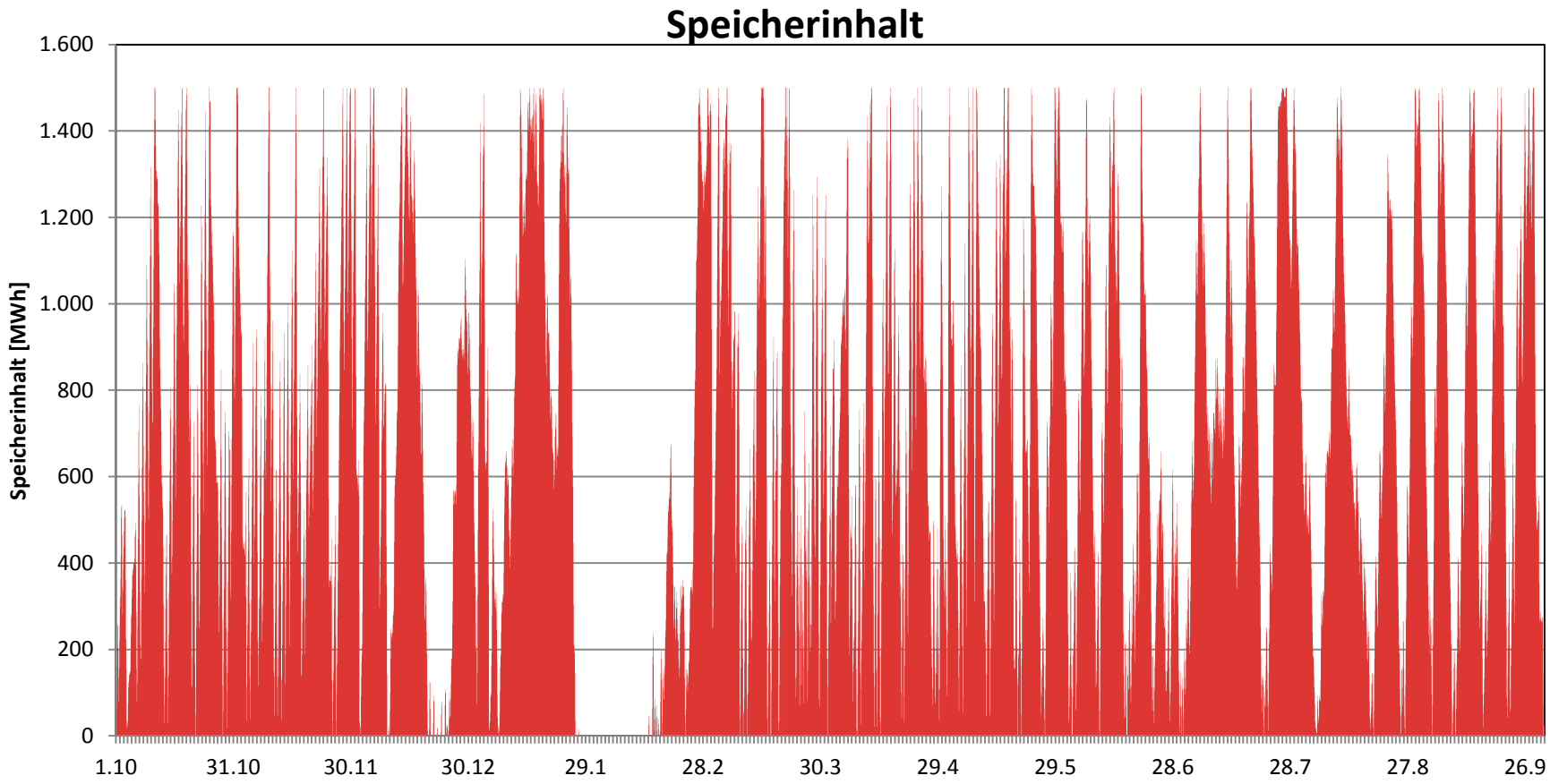
Historie des Projektes

2000-2006:	Beginn der Voruntersuchungen GKK Nachfolge (Kohlebasis)
2007	**Plan A:** Start der Planung mit Fokus Großes Steinkohlekraftwerk (800-1100 MW)
2008	Bewertung Kohleblock (groß/klein) und gasbasierte Alternativen
2008/2009	Widerstand gegen Steinkohle, Bürgerproteste, verschlechterte Wirtschaftlichkeit => Projektstopp Kohleblock
2009	**Plan B:** Untersuchung GuD (400 MW –Klasse)
2010	**Plan C:** Fernwärmeschiene nach Neumünster und (Mit-)Nutzung der dort vorhandenen Kapazitäten
2011	**Plan D:** Untersuchung an Wärmebedarf angepasster Gas KWK (Motoren / Turbinen, max 200 MW) mit Wärmespeicher
2013	Grundsätzlicher Beschluss zur Umsetzung des Motoren-Konzeptes, Beginn der vorbereitenden Arbeiten (Grundstück, Baufeldfreimachung, Gasanbindung)
2014	Bauentscheidung 30.000 m³ Speicher und Elektrokessel, Bauentscheidung Großmotoren-KW ist noch offen
2015	IBN PtH Anlage, Beginn Wärmespeicherbau
2016	IBN Wärmespeicher, voraus. Bauentscheid HKW

Wärmeerzeugung mit und ohne Speicher (Beispielmonat) – Parallelbetrieb mit flexiblem Gaskraftwerk

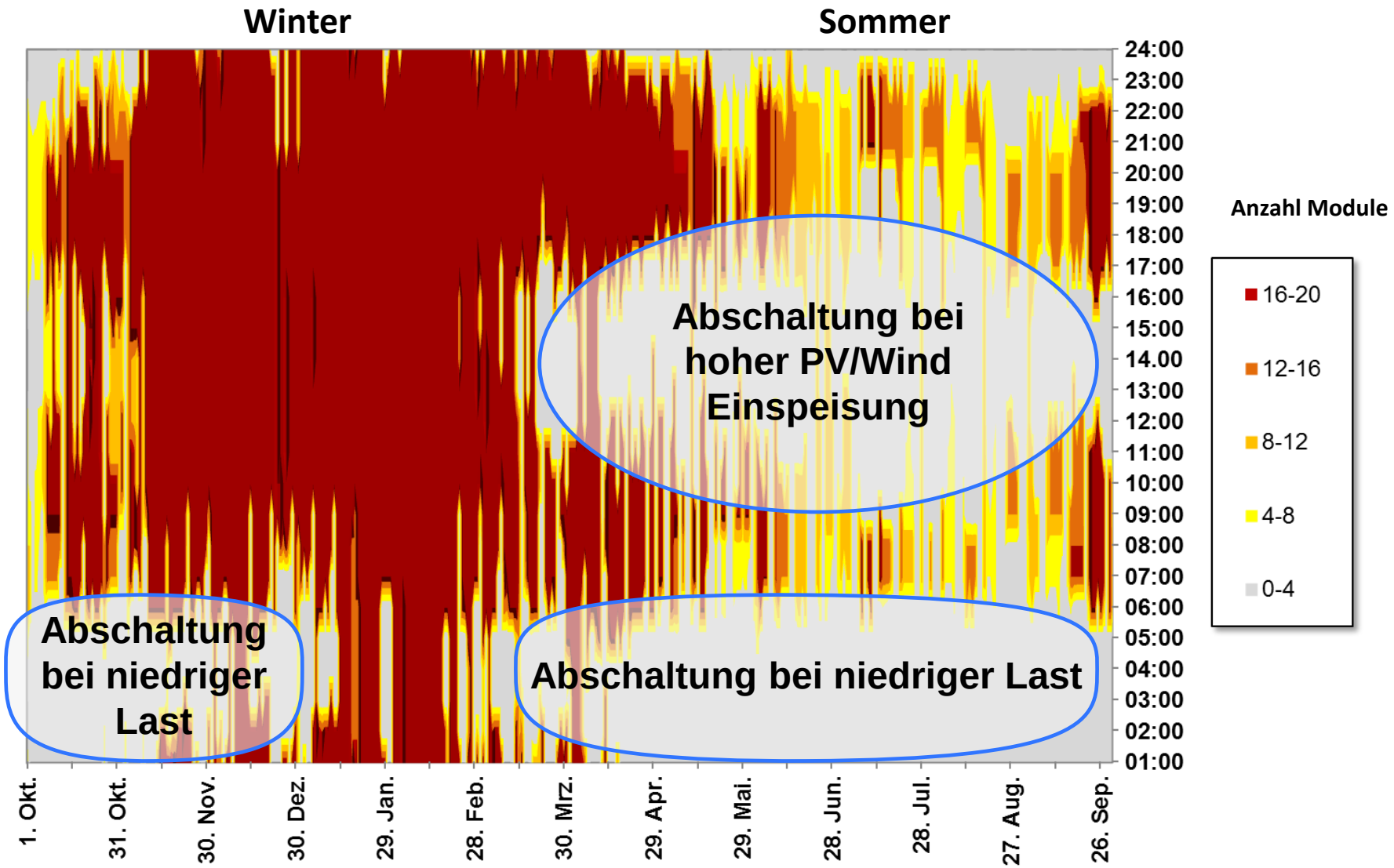


Speicherladezustand – Parallelbetrieb mit flexiblem Gaskraftwerk



- Der Speicher wird ganzjährig eingesetzt außer bei Maximallast: rd. 100 Ladezyklen

Kraftwerkseinsatz GHKW: eine ideale Ergänzung erneuerbarer Erzeugung !



Stand des Projektes: Baufeld Anfang 2016

Quelle: SW Kiel

Visualisierung Motoren-HKW und Wärmespeicher

Quelle: SW Kiel

Agenda

- **KWK und Wärmespeicher**
  - Überblick Wärmespeicher und Typisierung
  - Einsatzmöglichkeiten und Chancen am Strommarkt
  - Fallbeispiele: Großwärmespeicher

- **Zukunftsaspekte**
  - Power-to-Heat: Neue Perspektiven für den Wärmemarkt
  - Besonderheiten in Ostdeutschland: Fernwärme und Windenergie

Power to X

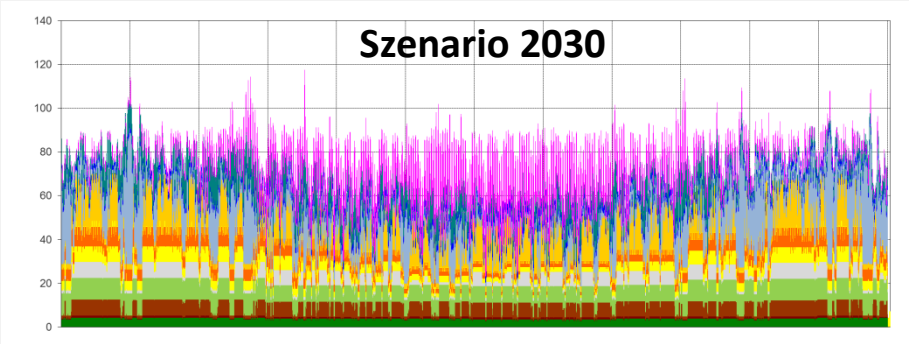
Grundsätzliches

- These: zunehmende Mengen an „Überschussstrom“ durch weiteren EE Ausbau => Stromverwendung in anderen Sektoren
- (mindestens) 4 Varianten für die Variable „x“ werden diskutiert:
  - Power to Power: Diverse Technologien, z.Z. nur in PsP KW möglich => Potenzial begrenzt
  - Power to Heat: Nutzung als Windwärme => thermische Speicher als „Quasi“-Stromspeicher oder Direktnutzung als Wärmequelle
  - Power to Mobility: regenerative Ladung von Elektrofahrzeugen
  - Power to Chemicals: Elektrochemische Umwandung (Wasserstoff, Methan, Produktionsprozesse)
- Aber: Über welche Mengen reden wir eigentlich ? Und wann fallen Sie an ?
  - Spotmarkt 2014: 64 Stunden mit negativen Preisen oder 0
  - Spotmarkt 2015: 129 Stunden mit negativen Preisen oder 0

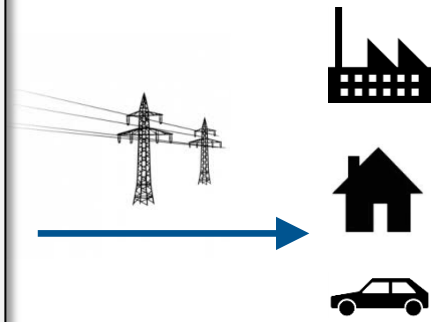
Wärmespeicher als zentrales Element der Sektorkopplung

Stromerzeugung mit hohem EE Anteil:

- Überschüsse im Sommer und Übergangjahreszeit,
- oft nur stundenweise
- Back-up Bedarf („Dunkelflaute“)

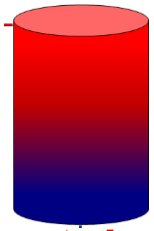


Stromsektor



zeitgleich

PtH-Anlagen



zeitgleich

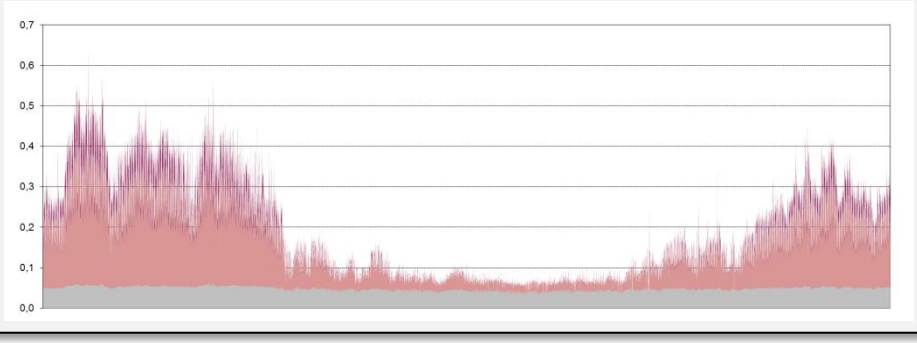
KWK Anlagen

entkoppelt

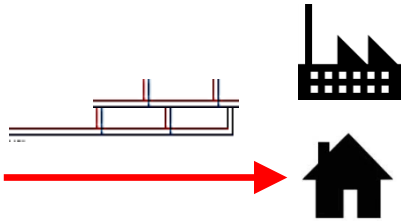
entkoppelt

Wärmenetzlast

- Winterlastiger Bedarf
- Überschüsse durch Abwärme (Industrie, Müllverbrennung, dez. KWK)

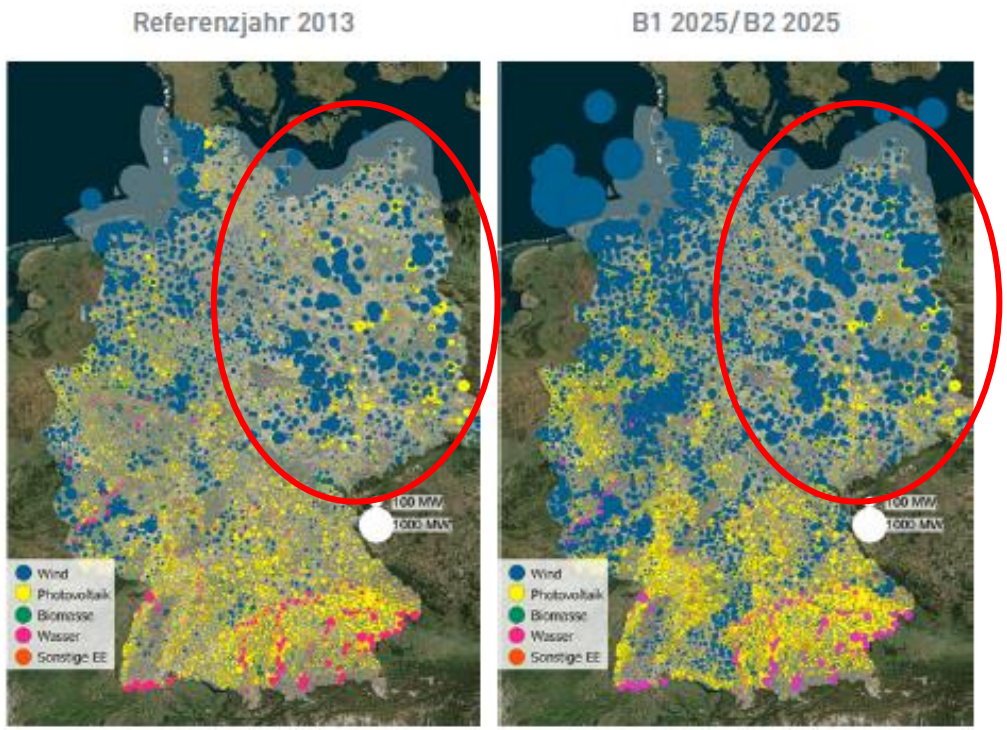


Wärmesektor

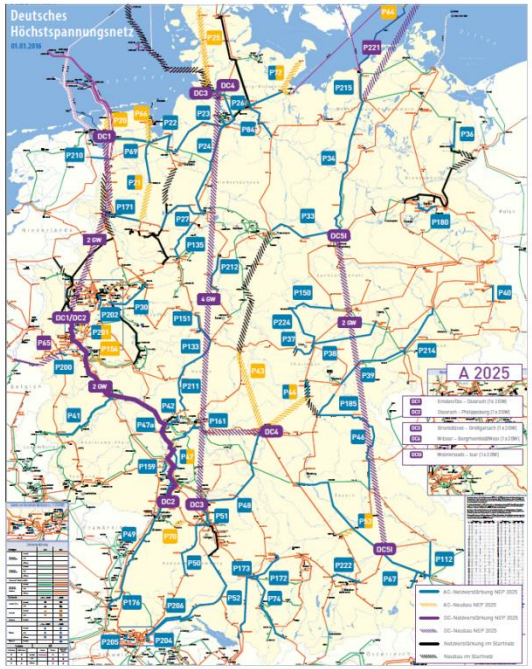


Wärmewende – Situation in Ostdeutschland

- **Stromsektor**
  - Heute schon hohe Anteile Erneuerbarer Energie, vor allem Windkraft:
    - Sachsen-Anhalt und Brandenburg: rd. 60% am Bruttostromverbrauch
    - Mecklenburg-Vorpommern: rd. 90 % am Bruttostromverbrauch (Spitzenreiter in D)
  - Häufige Netzengpässe und Redispatchmaßnahmen



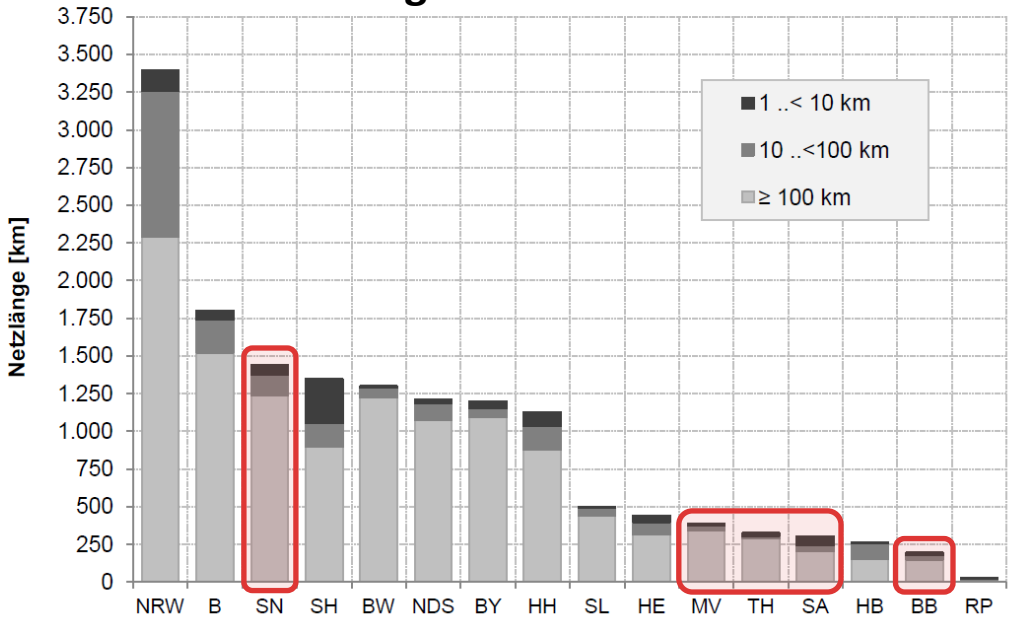
Quelle: NEP, Zielszenario 2025



Wärmewende – Situation in Ostdeutschland

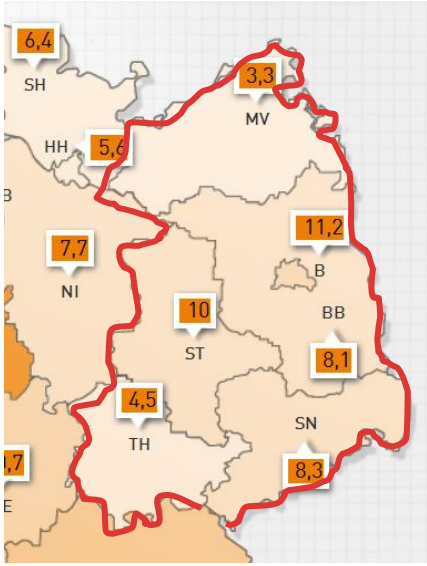
- **Wärmesektor**
  - 34 TWh Fernwärmeeinspeisung, d.h. 24% der gesamten Fernwärme bei 15% Bevölkerungsanteil
  - Große Fernwärmenetze auch vielen kleineren Städten
  - Aber oft rückläufiger Wärmebedarf

FW Netzlänge nach Bundesländern



Quelle: Sektoruntersuchung Fernwärme, Bundeskartellamt, 2012

FW Erzeugung nach Bundesländern



Quelle: Länderarbeitskreis Energiebilanzen, Datenstand 2013

Fazit

- **Sektorkopplung vorwärts (Wärme => Strom)**: KWK und Wärmespeicher
  - Z.Z. werden Wärmespeicher kommerziell nur als Heißwasserspeicher realisiert
  - Wärmespeicher erlauben eine deutlich flexiblere Fahrweise von KWK-Anlagen und sind daher auch als „Quasi-“Stromspeicher wirksam – zu deutlich geringeren Investitionskosten als „echte“ Stromspeicher (PsP, Batterien)
  - Gut ausgebaute Wärmeinfrastrukur in vielen ostdeutschen Städten, Moderne KWK – anlagen sind oftmals vorhanden, z.T. aber auch (noch) braunkohlebasiert
- **Sektorkopplung rückwärts (Strom => Wärme)**: Überschussstrom und Power-to-Heat
  - Überschussstrom gibt es bereits heute (Strompreis <0 EUR/MWh, „weggeregelte EE Mengen und Redispatch)…
  - … aber nur zeitweise auf Stundenebene – dann aber im Bereich 5,10 oder mehr GW => auch hier sind Wärmespeicher gefragt
  - Nutzung im Wärmemarkt ist gerade in den NBL interessant – aber erst mit neuem Strommarktdesign möglich (z.B. Anpassung NNE, reduzierte EEG Umlage für Überschussstrom-Nutzung)