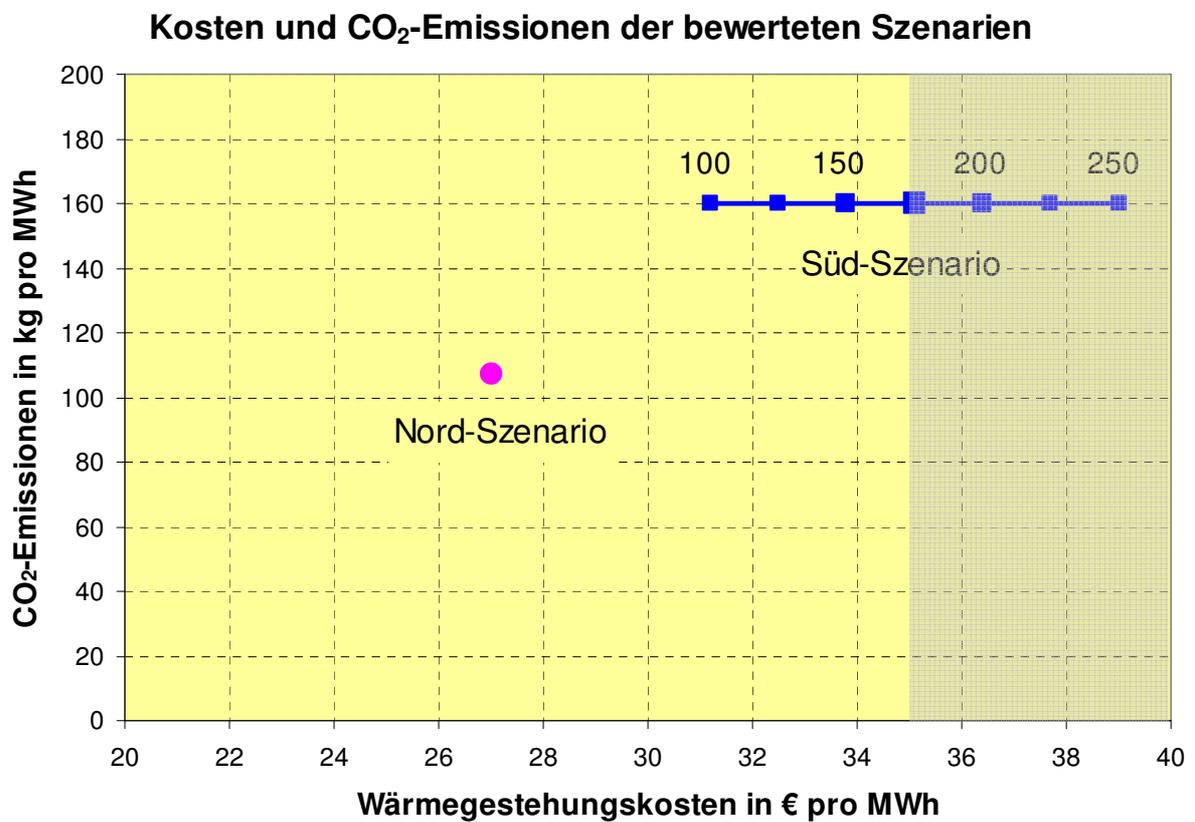


# Nord-Szenario oder Süd-Szenario für den Ersatz des Heizkraftwerks Wedel?



Version 1.0, 24. Juli 2017

Prof. Dr. Dietrich Rabenstein, HafenCity Universität Hamburg

unter Mitwirkung von Günther Bock, Christian Völker und Dr. Götz Warnke

## Inhalt

|  |    |
|--|----|
| 1. Überblick.....  | 3  |
| 2. Der Ersatz des HKW Wedel und das klimaschädliche HKW Moorburg .....                         | 5  |
| 2.1 Mehr als zwanzig Jahre Planung für den Ersatz des Kohle-Heizkraftwerks Wedel.....          | 5  |
| 2.2 Anforderungen des Klimaschutzes an die deutsche Energiewirtschaft .....                    | 6  |
| 2.3 Die CO <sub>2</sub> -Emissionen der Fernwärme aus dem Heizkraftwerk Moorburg .....         | 6  |
| 2.4 Planungen von Vattenfall zur Nutzung der Fernwärme aus dem HKW Moorburg.....               | 8  |
| 2.5 Die Bedeutung der Fernwärmeerzeugung für das Heizkraftwerk Moorburg .....                  | 10 |
| 3. Ein Nord-Szenario oder ein Süd-Szenario als Ersatz für das HKW Wedel.....                   | 12 |
| 3.1 Zeitliche Entwicklung von Nord- und Süd-Szenarien .....                                    | 12 |
| 3.2 Bewertetes Nord-Szenario .....   | 14 |
| 3.3 Bewertetes Süd-Szenario .....  | 15 |
| 4. Vergleichende Bewertung des Nord-Szenarios und des Süd-Szenarios.....                       | 17 |
| 4.1 Ökonomische Bewertung der Szenarien .....  | 17 |
| 4.2 Ökologische Bewertung der Szenarien .....  | 19 |
| 4.2.1 CO <sub>2</sub> -Emissionen.....   | 19 |
| 4.2.2 Anteile erneuerbarer Wärme.....  | 21 |
| 4.3 Zusammenfassender Vergleich von Nord- und Süd-Szenario.....                                | 23 |
| Anhang A: Dossier zum Heizkraftwerk Moorburg.....  | 27 |
| A.1 Klimaneutrale Fernwärme aus dem Heizkraftwerk Moorburg? .....                              | 27 |
| A.2 Gewinn für die Temperatur des Elbwassers durch Auskopplung von Fernwärme?.....             | 29 |
| A.3 Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen der Fernwärme aus dem Heizkraftwerk Moorburg ..... | 30 |
| A.4 Vergleich der Fernwärme aus den Heizkraftwerken Moorburg und Wedel .....                   | 30 |
| A.5 Kosten für die Vermeidung von CO <sub>2</sub> durch KWK-Zuschläge.....                     | 30 |
| A.6 Bedingungen für die Stilllegung des Heizkraftwerks Moorburg .....                          | 32 |
| Anhang B: Zur Geschichte der Moorburg-Trassen.....   | 34 |
| B.1 Die Geschichte der Moorburg-Trasse 1.0 .....   | 34 |
| B.2 Die bisherige Geschichte der Moorburg-Trasse 2.0.....                                      | 35 |
| Anhang C: Berechnungen und Erläuterungen zu den bewerteten Nord- und Süd-Szenarien .....       | 37 |
| C.1 Benötigte Wärmeleistung für den Ersatz des Heizkraftwerks Wedel .....                      | 37 |
| C.2 Die Einsatzreihenfolge beim bewerteten Nord-Szenario .....                                 | 37 |
| C.3 Die Einsatzreihenfolge beim bewerteten Süd-Szenario .....                                  | 39 |
| C.4 Indikative Wärmekosten des bewerteten Nord-Szenarios.....                                  | 41 |
| C.5 Indikative Wärmekosten des bewerteten Süd-Szenarios.....                                   | 43 |
| Abkürzungen und Erläuterung von Begriffen.....   | 45 |
| Literatur.....   | 46 |

## 1. Überblick

Fernwärme aus einem neuen riesigen Steinkohle-Heizkraftwerk in Hamburg-Moorburg, Fernwärme aus einem großen Gas- und Dampf-Heizkraftwerk in Wedel – das waren die bisherigen Planungs-Stationen für den Ersatz des alten Steinkohle-Heizkraftwerks in Wedel.

Im Dezember 2015 beschloss der Aufsichtsrat der Vattenfall Wärme Hamburg GmbH (VWH), die Planung für ein GuD-Heizkraftwerk in Wedel nicht weiterzuführen. Stattdessen sollen andere Ersatzlösungen entwickelt und geprüft werden. Um dabei – entsprechend der Verpflichtung des Hamburger Netze-Volksentscheids vom 22. September 2013 – mehr klimaverträgliche erneuerbare Wärme im zentralen Hamburger Fernwärmesystem zu nutzen, wurde im Frühsommer 2016 das *Hamburg Institut* (HI) mit der Erarbeitung eines Gutachtens zu „Erneuerbaren Energien im Fernwärmesystem“ beauftragt.

Nach der Veröffentlichung dieses Gutachtens am 23. Dezember 2016 wurde schnell klar: Die seit einigen Monaten von der Behörde für Umwelt und Energie (BUE) bevorzugten Szenarien mit diversen Wärmeversorgungsanlagen südlich der Elbe („Süd-Szenarien“) bieten keinerlei Vorteile für Hamburg im Vergleich zu Szenarien mit Erzeugungs-Schwerpunkten an den Energiestandorten Hafweg und Stellingen nördlich der Elbe („Nord-Szenarien“). Die Süd-Szenarien würden eine neue, sehr teure Fernwärme-Trasse von Bahrenfeld in den Süden Hamburgs benötigen – nach Köhlbrand und nach Moorburg. Für Nord-Szenarien wird eine die Elbe unterquerende Trasse nicht gebraucht.

Diese neue Trasse wäre mit einer Reihe **gravierender Nachteile für Hamburg** verbunden (Bild 1). Selbst wenn die von der BUE vorgestellten „Süd-Szenarien“ einige Vorteile gegenüber „Nord-Szenarien“ bieten würden, könnten diese Nachteile nicht ausgeglichen werden.



**Bild 1:** Auswirkungen einer neuen Fernwärme-Trasse in der Richtung Müllverbrennungsanlage Rugenberger Damm und Steinkohle-Heizkraftwerk Moorburg (vgl. Bild 2).

## Ersatz des HKW Wedel – ohne oder mit Kohle-Wärme aus dem HKW Moorburg?

In Abschnitt 2 dieser Stellungnahme wird erklärt, wie stark die Planungen für den Ersatz des Heizkraftwerks Wedel durch das wirtschaftliche Interesse von Vattenfall beeinflusst werden, da das Unternehmen sein unrentables riesiges Kohle-Kraftwerk Moorburg langfristig profitabel machen will.

In Abschnitt 3 werden zwei Szenarien beschrieben, die in Abschnitt 4 bewertet werden, ein Süd-Szenario mit der neuen Süd-Trasse und ein Nord-Szenario.

Nach Tabelle 1 schneidet aus der Sicht von Hamburg das bewertete **Süd-Szenario** in keiner einzigen Bewertungs-Kategorie besser ab als das bewertete **Nord-Szenario**.

| Bewertungs-Kategorie               | Nord-Szenario | Süd-Szenario |
|------------------------------------|---------------|--------------|
| Wärmegestehungskosten              | +             | - -          |
| Akzeptanz des Szenarios            | +             | -            |
| Energiemarktrisiko                 | -             | -            |
| Unternehmenswert der VWH           | +             | - -          |
| Rückkauf gemäß Volksentscheid      | +             | - -          |
| Wettbewerbsfähigkeit der VWH       | +             | - -          |
| Versorgungssicherheit mit Strom    | +             | -            |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen        | 0             | - -          |
| Erneuerbare Wärmequellen           | -             | -            |
| Zukunftsorientiertheit zu 100 % EE | +             | -            |
| Rascher Ersatz für das HKW Wedel   | +             | - -          |
| Frühe Abschaltung des HKW Moorburg | +             | - -          |

**Tabelle 1:** Bewertung von zwei vergleichbaren Szenarien für den Ersatz des Heizkraftwerks Wedel durch Indikatoren (Begründungen für die Bewertungen in Abschnitt 4.3)

Die Vorteile des **Nord-Szenarios** werden besonders leicht erkennbar bei Betrachtung der Kombination aus Wärmegestehungskosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen im Titelbild oder in Bild 12 auf Seite 23.

Für das nach dem Rückkauf zum 1. Januar 2019 stadt-eigene Unternehmen „Wärme Hamburg“ würden **Süd-Szenarien** eine schwere Belastung bilden. Vattenfall würde dagegen auf einer fragwürdigen Grundlage hohe Millionenbeträge an öffentlichen Fördermitteln erhalten. Auf die Hamburger Fernwärmennutzer kämen steigende Fernwärmekosten zu. Besonders betroffen wären die Bewohner der Bezirks Altona, die sich wegen des Trassenbaus in Bahrenfeld, Großflottbek und Othmarschen unnötigerweise mit jahrelangen Verkehrsstörungen und Lärmbelästigungen abfinden müssten.

Dass dennoch von der Behörde für Umwelt und Energie (BUE) immer noch Süd-Szenarien bevorzugt werden, lässt sich wohl nur damit erklären, dass Vattenfall hartnäckig auf einen vergrößerten Absatz von Kohle-Fernwärme aus dem Heizkraftwerk Moorburg hinarbeitet und sich konstant zu weigern scheint, ein Nord-Szenario zuzulassen.

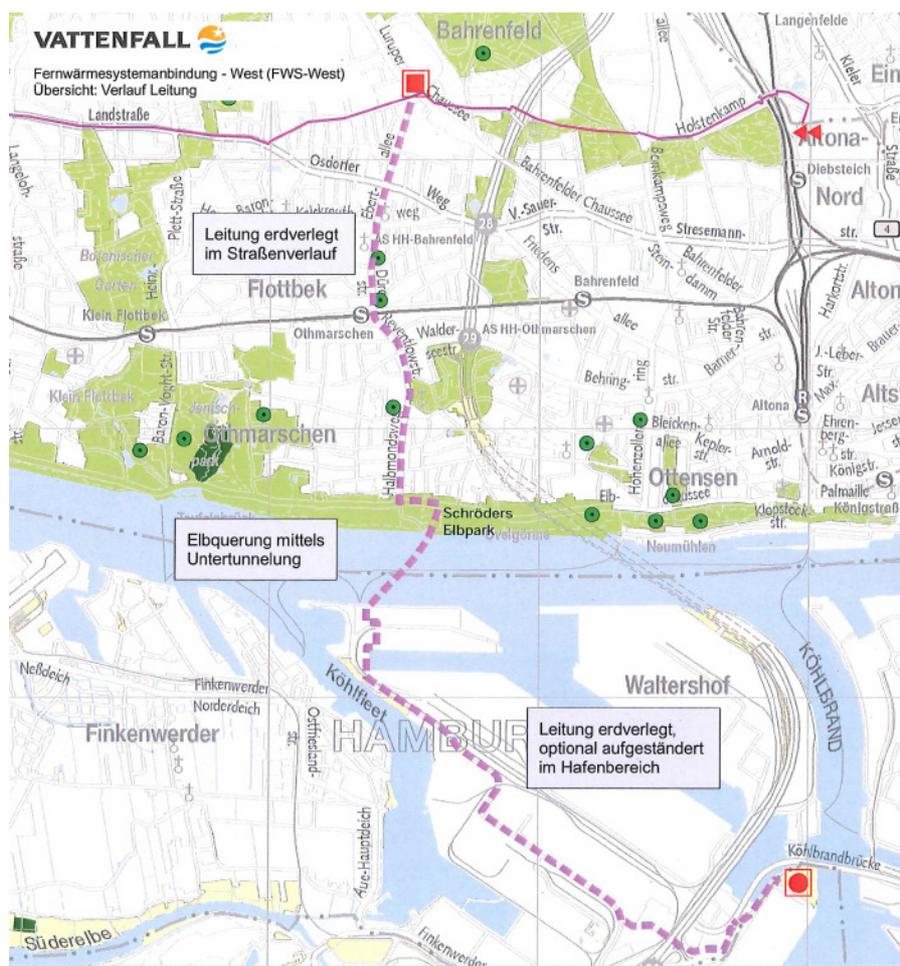
Mit dem Netze-Volksentscheid ist eine neue, dauerhafte Nutzung von Kohle-Fernwärme jedoch sicher nicht zu vereinbaren.

## 2. Der Ersatz des HKW Wedel und das klimaschädliche HKW Moorburg

### 2.1 Mehr als zwanzig Jahre Planung für den Ersatz des Kohle-Heizkraftwerks Wedel

Mitte des Jahres 2004 kündigte Vattenfall den Bau eines Steinkohle-Heizkraftwerks in Hamburg Moorburg an. Mit Wärme aus diesem HKW sollte die Fernwärme aus dem alten Steinkohle-HKW Wedel ersetzt werden (Anhang B.1). Hartnäckiger Widerstand der Hamburger Bevölkerung gegen die erneute Kohle-Verfeuerung, die das Klima und die Umwelt schädigt, konnte zwar den Bau dieses Heizkraftwerks in Hamburg Moorburg nicht verhindern. Die Auseinandersetzungen um diese Fernwärme-Trasse waren aber eine wesentliche Ursache für den erfolgreichen Volksentscheid zum Rückkauf der Energienetze in Hamburg. Der Bau einer Fernwärme-Trasse von Moorburg nach Hamburg-Altona schien daher im Jahr 2014 endgültig erledigt (Anhang B.1).

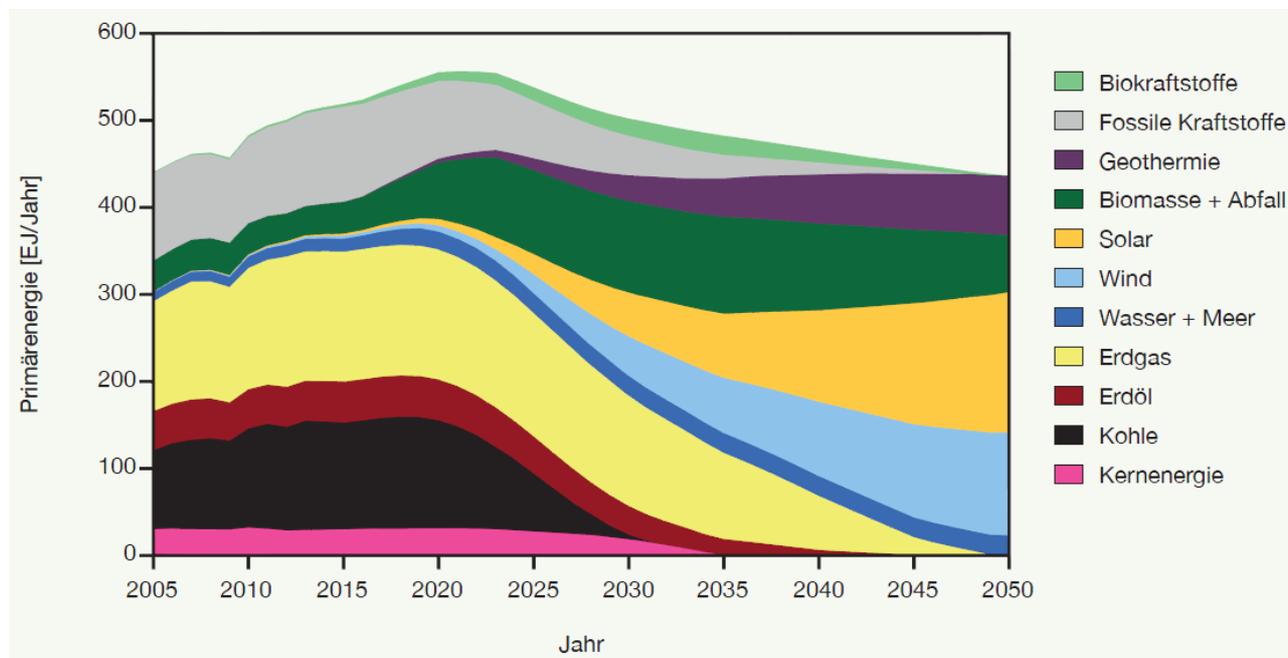
Doch Vattenfall lässt nicht locker. Obwohl gemäß den Beschlüssen der internationalen Klimakonferenz 2015 in Paris ein zügiger Ausstieg Deutschlands aus dem energetischen Einsatz von Kohle auf der Tagesordnung steht, arbeitet das Unternehmen weiterhin auf einen Anschluss des HKW Moorburg an das zentrale Hamburger Fernwärmesystem hin (Anhang B.2). Anlässlich eines Scoping-Termins am 27. Juni 2017 wurde eine von Vattenfall beantragte neue Fernwärme-Trasse in Richtung des HKW Moorburg der Öffentlichkeit bekannt gemacht (Bild 2).



**Bild 2:** Für den Scoping-Termin am 27. Juni 2017 veröffentlichter Verlauf der geplanten Fernwärme-Trasse mit Elb-Untertunnelung zu der von Vattenfall betriebenen Müllverwertungsanlage Rugenberger Damm (MVR) (rot, unten rechts im Bild). Die Hamburger Umweltverbände rechnen mit einer Fortsetzung dieser Trasse bis zum HKW Moorburg (Bild C.5 auf Seite 40).

## 2.2 Anforderungen des Klimaschutzes an die deutsche Energiewirtschaft

Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WGBU) hat in seinem *Sonderbericht 2016* das Globale Klimaschutz-Szenario in Bild 3 als Vision vorgestellt. Mit ihm soll eine weltweite Begrenzung der Klimaerwärmung deutlich unterhalb von 2 °C sichergestellt werden und zwar ohne riskante Optionen wie Geoengineering. Nach diesem Globalen Klimaschutz-Szenario soll bis 2030 die Nutzung von Kohle (schwarz) weltweit beendet werden.



**Bild 3:** Globales Klimaschutz-Szenario, das der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen in seinem *Sonderbericht 2016* als Beitrag zur deutschen G20-Präsidentschaft 2017 vorgeschlagen hat (Quelle: [WGBU 16], Abb. 3.2-1).

Der *Klimaschutzplan 2050* [BMUB 16], den das Bundeskabinett am 14.11.2016 beschlossen hat, sieht vor, die Emissionen der deutschen Energiewirtschaft von 358 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente im Jahr 2014 auf 175 bis 183 Mio. Tonnen im Jahr 2030 zu reduzieren. Das entspricht einer Verminderung um 50 % innerhalb von 15 Jahren.

Für Hamburg bedeutet dies, dass die Verfeuerung von Steinkohle im HKW Wedel so rasch wie möglich beendet werden muss. Danach muss möglichst schnell auch die Fernwärme aus dem Steinkohle-HKW Tiefstack durch klimafreundlichere Wärme ersetzt werden. Um Hamburg frei von Kohle-Nutzung zu machen, muss schließlich auch das HKW Moorburg seinen Betrieb einstellen.

Von Ökoinstitut und Prognos wurde zur Einhaltung des 2 °C-Zieles ein kumuliertes Emissionsbudget von 4,0 bis 4,2 Mrd. Tonnen CO<sub>2</sub> für den deutschen Stromsektor im Zeitraum von 2015 bis 2050 hergeleitet ([Matthes 17]). Dabei ergab sich für die beiden Blöcke des Steinkohle-Heizkraftwerks Moorburg der 1.1.2036 als Stilllegungsdatum. Nach verschiedenen anderen Studien ist eine wesentlich frühere Stilllegung des HKW Moorburg notwendig (2028/29 in [Pietroni 17]).

## 2.3 Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fernwärme aus dem Heizkraftwerk Moorburg

Das Steinkohle-Heizkraftwerk Moorburg wurde offiziell am 19.11.2015 bei einem Festakt mit Hamburgs Erstem Bürgermeister Olaf Scholz in Betrieb genommen.

Für alle Klimaschutzplanungen und Treibhausgas-Reduktions-Verpflichtungen Hamburgs stellt es eine schwere Belastung dar.

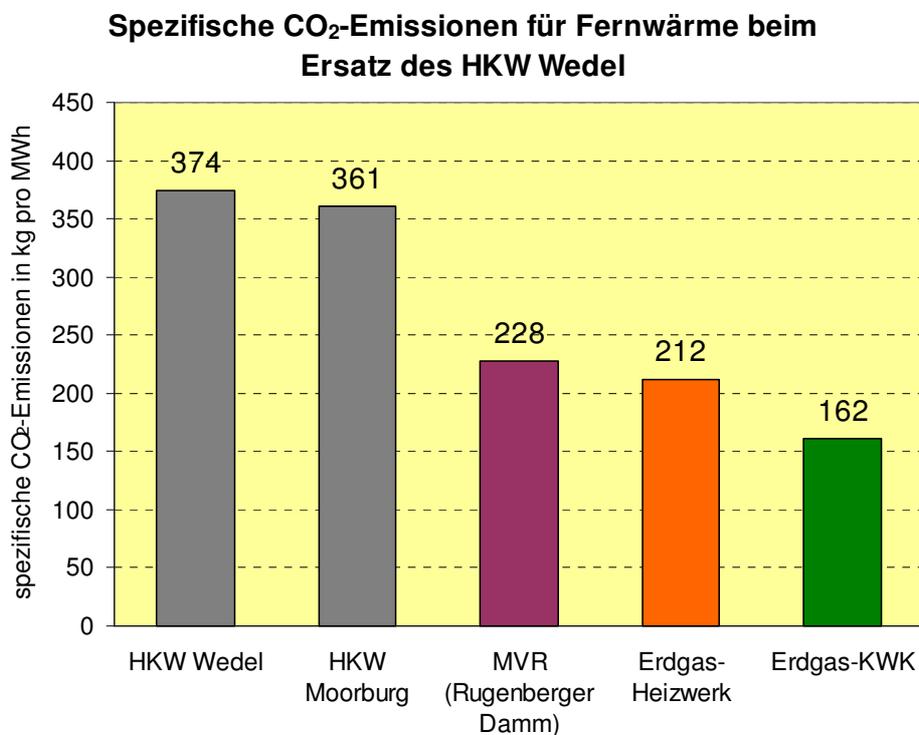
Für Vattenfall andererseits gibt es einen sehr hohen finanziellen Anreiz: Der Betreiber kann nach dem KWK-Gesetz 2016 etwa zehn Jahre lang Förderung durch KWK-Zuschläge für denjenigen Strom erhalten, der in Kopplung mit Fernwärme erzeugt wird (Anhang A.5).

Wenn jedoch innerhalb dieses Zeitraums die Erlöse für elektrischen Strom weiter gesunken sein werden, weil mehr Strom aus erneuerbaren Quellen zur Verfügung steht, und wenn gleichzeitig die Kosten für die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Kohle-Verbrennung kräftig gestiegen sein werden oder wenn Beschränkungen für den Umfang von CO<sub>2</sub>-Emissionen eingeführt worden sein werden, so wird sich der Betrieb dieses Kohle-Heizkraftwerks nicht mehr rentieren (vgl. Anhang A.6 sowie *Moorburg-Studie 2008* [Pehnt 08] und BET-Gutachten [Zander 15, Abbildung 31]).

Das HKW Moorburg hat als eines der letzten großen Kohlekraftwerke in Deutschland seinen Betrieb aufgenommen. Daraus könnte abgeleitet werden, dass es auch als eines der letzten Kohlekraftwerke abgeschaltet werden wird. Nicht zu übersehen ist aber die Nähe dieses HKW zu recht gleichmäßig Strom produzierenden Offshore-Windenergieanlagen.

Zu beachten ist zudem, dass bei diesem Heizkraftwerk infolge eines sehr hohen Stromüberschusses der Brennstoff-Ausnutzungsgrad besonders klein ist (Anhang A.1, Tabelle A.1, Seite 29). Daher sind nicht nur Strom und Wärme besonders schmutzig. Auch die Rentabilität des Kraftwerks leidet unter dieser Eigenschaft.

Nach Tabelle A.1 (Seite 29) ist die maximal mögliche thermische Leistung des HKW Moorburg zwar nicht viel größer als diejenige des HKW Wedel, die maximale elektrische Leistung des HKW Moorburg ist jedoch mehr als sechsmal so groß wie die des HKW Wedel. Daher ist der Brennstoff-Ausnutzungsgrad beim HKW Moorburg sogar erheblich geringer als der des veralteten Steinkohle-HKW Wedel.



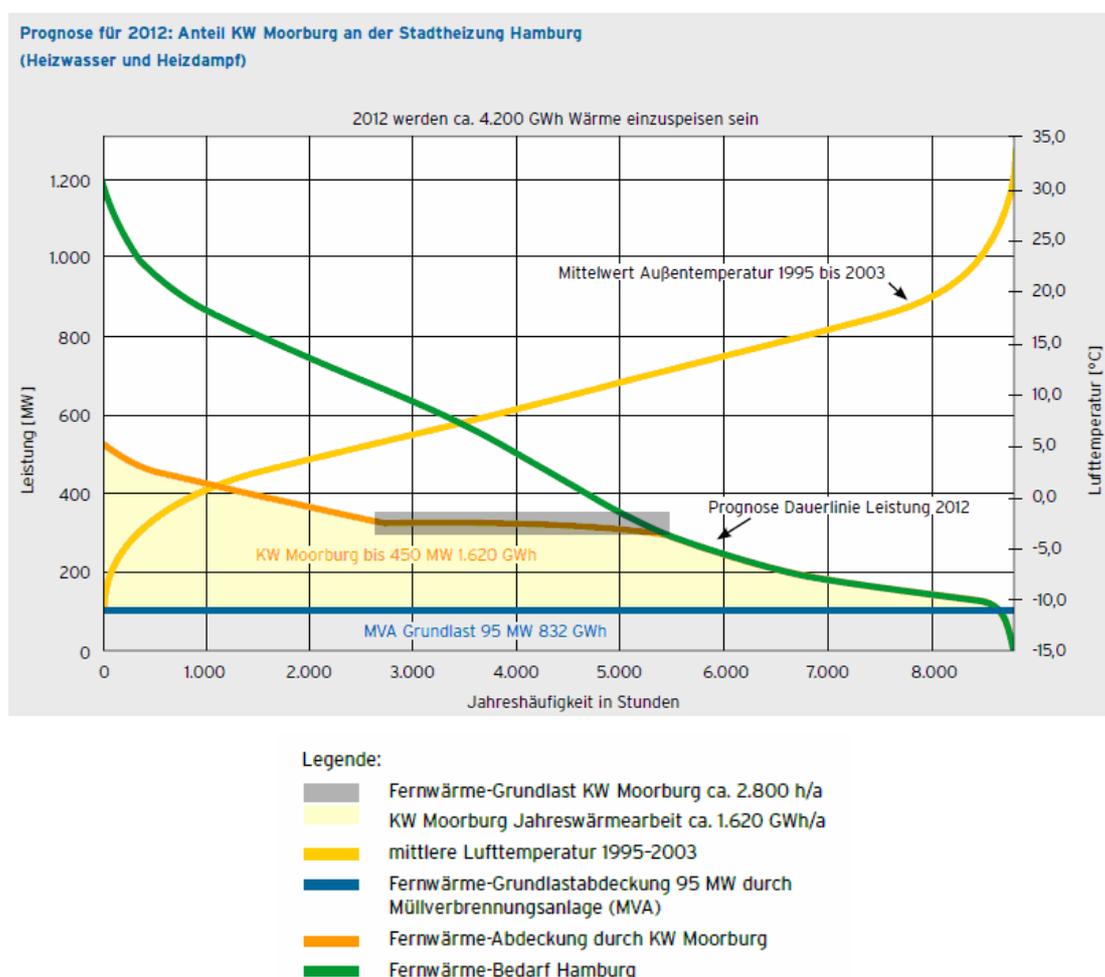
**Bild 4:** Vergleich der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener fossiler Fernwärme-Erzeugungsanlagen (vgl. die Anhänge A.3 und A.4)

## Ersatz des HKW Wedel – ohne oder mit Kohle-Wärme aus dem HKW Moorburg?

Beim HKW Moorburg wird trotz Fernwärmeauskopplung fast die Hälfte der im Energieträger Steinkohle enthaltenen Energie nicht genutzt, beim HKW Wedel gut ein Drittel. Daher ist der nach der amtlichen Finnischen Methode berechnete CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor für die vom HKW Moorburg produzierte Wärme fast so groß wie derjenige für das veraltete HKW Wedel (Bild 4). Beim Einsatz von Erdgas in einer modernen Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage betragen die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Fernwärme nur etwa 45 % der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Kohle-HKW Moorburg (Bild 4).

### 2.4 Planungen von Vattenfall zur Nutzung der Fernwärme aus dem HKW Moorburg

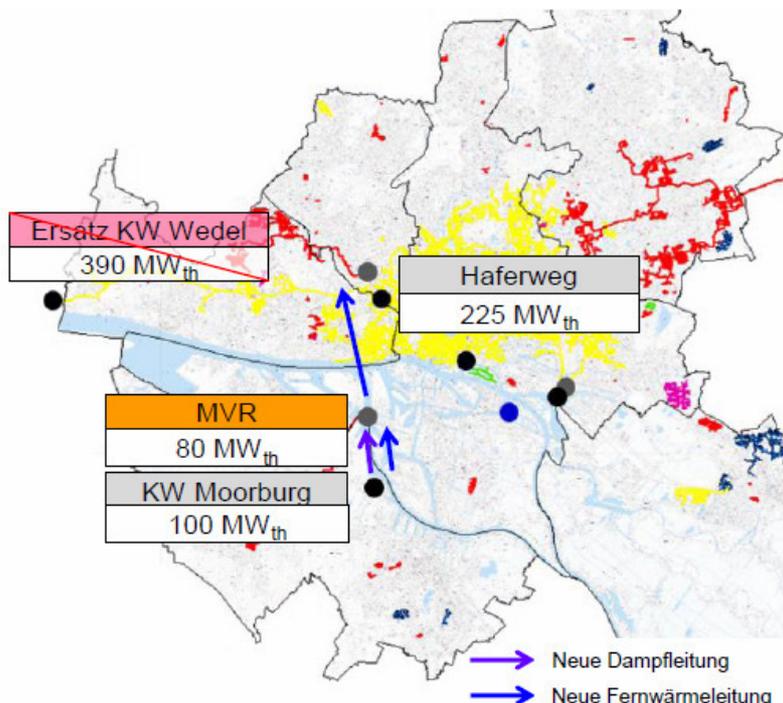
Vattenfall plante im Jahr 2007 gemäß Bild 5 den Ersatz des HKW Wedel mit einer Fernwärmeauskopplung von 1.620 GWh pro Jahr bei einer Wärmeleistung von bis zu 450 MW<sub>th</sub>. Der graue Balken im mittleren Bildbereich zeigt eine in das zentrale Hamburger Fernwärmenetz eingespeiste Leistung von rund 240 MW<sub>th</sub> aus dem HKW Moorburg. Nur an sehr kalten Tagen sollte diese Leistung auf bis zu 450 MW<sub>th</sub> ansteigen.



**Bild 5:** Fernwärmeleistungsbedarf in Hamburg (Jahresdauerlinie und mittlere Außentemperatur) (Quelle: Vattenfall „Zukunftssicher für Hamburg“, Juni 2007)

Am 1.9.2016, also etwa 10 Jahre später, präsentierte die Behörde für Umwelt und Energie (BUE) im Hamburger Energienetzbeirat ein „Vattenfall-Szenario“ (Bild 6) als mögliches Szenario zum Ersatz des HKW Wedel, von dem angenommen werden kann, dass es einem Vorschlag von Vattenfall entspricht. Ein kurzer violetter Pfeil zeigt eine geplante Dampfleitung vom HKW Moorburg zur Müllverbrennungsanlage Rugenberger Damm (MVR), mit der bei allen Süd-Szenarien die bisherige

Lieferung von Dampf aus der MVR an die Ölwerke Schindler durch eine Dampf-Lieferung vom HKW Moorburg abgelöst werden soll. Ein paralleler blauer Pfeil steht für Fernwärmelieferung vom HKW Moorburg ins zentrale Hamburger Fernwärmenetz nördlich der Elbe.



**Bild 6:** „Vattenfall Szenario – Nutzung bestehender Infrastruktur und neue Gaslösung“. Der lange blaue Pfeil symbolisiert eine neue Fernwärmeleitung von der Müllverbrennungsanlage Rugenberger Damm (MVR) nach Bahrenfeld. Die kurzen Pfeile stehen für neue Leitungen vom HKW Moorburg zur Müllverbrennungsanlage Rugenberger Damm. (Quelle: BUE-Präsentation am 1.9.2016) (Vgl. Bild C.5 auf Seite 40)

Die Müllverbrennungsanlage Rugenberger Damm (MVR) hat bisher den größten Teil der von ihr produzierten Wärme, etwa 500 GWh pro Jahr, in Form von Dampf an die Ölwerke Schindler geleitet. Für die Süd-Szenarien ist nun von der BUE geplant, in Zukunft eine ähnliche Wärmemenge aus der MVR in das zentrale Fernwärmenetz zu liefern. Die Ölwerke Schindler würden im Gegenzug von Vattenfall mit Ferndampf aus dem Kohle-HKW Moorburg versorgt werden.

Einem solchen bei der MVR vorgenommenen Belieferungstausch würde kein Zuwachs an erneuerbarer Wärme entsprechen. Als Bestandteil der Süd-Szenarien würde lediglich die Kohleverbrennung im HKW Wedel durch Kohleverbrennung im HKW Moorburg ersetzt.

Eine Abnahme der CO<sub>2</sub>-Emissionen wäre hierfür kaum zu verzeichnen. Vattenfall könnte jedoch mit einem großen finanziellen Vorteil rechnen. Der Betreiber des HKW Moorburg würde für parallel zum Ferndampf erzeugten Strom insgesamt KWK-Zuschläge in einer Größenordnung von etwa 350 Mio. € auf Kosten aller Stromverbraucher erhalten. Nach § 6 (1) des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes 2016 wird zwar ein KWK-Zuschlag nur noch für neue, modernisierte oder nachgerüstete Anlagen gewährt, die Strom auf Basis von Abfall, Abwärme, Biomasse und gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen gewinnen, also nicht mehr für Kohle-Heizkraftwerke. Vattenfall nutzt jedoch den § 35 des KWK-Gesetzes, der Übergangsbestimmungen enthält (Anhang A.5).

Alle Süd-Szenarien verursachen also eine erhebliche Erweiterung der Auskoppelung von Fernwärme aus dem Steinkohle-Heizkraftwerk Moorburg, begleitet von stattlichen Gewinnen für Vattenfall aus KWK-Zuschlägen – für die klimaschädliche Verbrennung großer Mengen an Steinkohle!

Das HKW Moorburg kann Wärme bis zu einer Leistung von 650 MW auskoppeln. Mit weiteren 100 MW<sub>th</sub> für eine Fernwärmelieferung ins zentrale Hamburger Fernwärmenetz nach Bild 6 würde bei 7.500 Volllaststunden und damit 750 GWh pro Jahr (kurzer und langer blauer Pfeil) weniger als die Hälfte der früher nach Bild 5 geplanten Fernwärmemenge aus dem HKW Moorburg in das zentrale Hamburger Fernwärmenetz geliefert. Es ist daher zu vermuten, dass mit Bild 6 keine festliegende Begrenzung auf eine maximale Leistung von 100 MW<sub>th</sub> für Fernwärme-Lieferungen in das zentrale Fernwärmenetz verbunden wurde.

## 2.5 Die Bedeutung der Fernwärmeerzeugung für das Heizkraftwerk Moorburg

„Das Kraftwerk Moorburg spielt in unseren Szenarien keine Rolle und war auch kein Gegenstand von Diskussionen oder Beschlüssen im Aufsichtsrat“, so einerseits der Grünen-Senator Jens Kerstan – entweder naiv oder irreführend – bei der Pressekonferenz nach der Sitzung des Aufsichtsrats der Vattenfall Wärme Hamburg GmbH (VWH) am 12. Dezember 2016 ([BUE 16b]).

Vattenfall andererseits arbeitet eifrig daran, das Kohle-Heizkraftwerk Moorburg langfristig profitabel zu machen. Von einer Verkaufsabsicht wird gesprochen. Durch Auskoppelung von Prozessdampf mit einer Leistung von 26 MW an das benachbarte Unternehmen Holborn Europa Raffinerie GmbH seit Ende Oktober 2016 hat das Kraftwerk den Status eines Heizkraftwerkes erreicht. Vattenfall erhält seither für den in Kombination mit Fernwärme erzeugten Strom KWK-Zuschläge nach § 35 des KWK-Gesetzes von 2016. Außerdem genießt dieser Strom Vorrang bei der Einspeisung in das Übertragungsnetz ähnlich wie Strom aus Windenergie- oder Photovoltaik-Anlagen.

### **Faktor Fernwärme – Vattenfall zum Vorteil, dem Klimaschutz zum Nachteil:**

Da das HKW Moorburg bei einer Auskoppelung von Fernwärme im Allgemeinen drei- bis fünfmal so viel Strom produziert, sind die KWK-Zuschläge für diesen begleitend zur ausgekoppelten Wärme erzeugten Strom sehr hoch. Während für Fernwärme aus einer Müllverbrennungsanlage etwa 15 € pro MWh bezahlt wird,<sup>1</sup> erhält Vattenfall für eine MWh ausgekoppelter Wärme in der Größenordnung von 100 € oder mehr an KWK-Zuschlägen für den in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugten Strom (Anhang A.5).

Eine Erweiterung des Verkaufs von Fernwärme aus dem HKW Moorburg ist daher für Vattenfall äußerst attraktiv.

Die beiden nächsten bekannt gewordenen Wärmeliefer-Projekte sind die Belieferung der Ölwerke Schindler mit Ferndampf (Leistung 80 MW; jährlich etwa 500 GWh) und ein noch aufgeschobenes Projekt namens „ÜNB / New 4.0“ zur Umwandlung von elektrischem Strom in Niedertemperaturwärme (Power to Heat), das ohne einen Anteil von Moorburg-Wärme nicht funktionieren würde (vgl. Abschnitt C.3, Seite 40).

KWK-Zuschläge sollen nach § 1 des KWK-Gesetzes der Energieeinsparung sowie dem Umwelt- und Klimaschutz dienen: Für die im Nord-Szenario vorgeschlagenen Gas-KWK-Anlagen ergeben sich nach Berechnungen in Anhang A.5 CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten durch KWK-Zuschläge von 67 € bzw. 80 € pro Tonne vermiedenes CO<sub>2</sub>. Das sind durchaus vertretbare Werte. Für das HKW Moorburg ergeben sich jedoch wegen des hohen Strom-Überschusses Fördergelder in der Größenordnung von 330 € pro Tonne vermiedenes CO<sub>2</sub>. Solche hohen Förderkosten sind mit Sicherheit nicht mehr zu rechtfertigen. Dieses von den Stromverbrauchern aufzubringende Geld könnte mit weit größerer Wirkung für Energieeinsparung sowie Umwelt- und Klimaschutz eingesetzt werden.

---

<sup>1</sup> Für Fernwärme aus dem HKW Moorburg können ebenfalls Verkaufspreise von 15 € pro MWh angesetzt werden oder auch wesentlich kleinere (Ben Schlemmermeier, LBD, am 11.5.2017 im Hamburger Energienetzbeirat)

### **Faktor Strom – langfristige Sicherung der Kohleverbrennung in Moorburg?**

Das Kohle-Heizkraftwerk Moorburg wird nicht nur durch eine Erweiterung von Fernwärme-Lieferungen ökonomisch gestärkt, sondern auch durch einen Verzicht Hamburgs auf neue Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen im Zuge des Ersatzes des HKW Wedel.

Häufig wird betont, dass das Heizkraftwerk Moorburg nach der Stilllegung des Kernkraftwerks Brokdorf Ende 2021 das einzige große Kraftwerk in der Region sei, das die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Elektrizitäts-Versorgungssystems garantieren und auch in Zeiten von wenig Strom aus Wind und Sonne den Strombedarf decken könne. Daher müsse es auch dann in Betrieb gehalten werden, wenn seine Wirtschaftlichkeit – beispielsweise durch steigende CO<sub>2</sub>-Preise – nicht mehr gegeben sei. Das KWK-Gesetz 2016 enthält bereits eine Ermächtigung für eine Verordnung der Bundesregierung in diesem Sinne.

Wenn die Stadt Hamburg ihre Selbstverpflichtungen zum Klimaschutz ernst nimmt, muss Hamburg – ähnlich wie gegenwärtig Kiel – im Rahmen der Ersatzlösung Wedel klimafreundliche Wärme-**und** Stromerzeugungs-Anlagen bauen lassen, die dazu beitragen, das HKW Moorburg zu ersetzen. Damit könnte vermieden werden, dass dieses Kohle-Heizkraftwerk für einen sehr langen Zeitraum im Einsatz bleiben muss. Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen am Fernwärmenetz eignen sich hierfür besonders gut.<sup>2</sup>

Ohne einen erheblichen Umfang an Auskopplung von Fernwärme müsste das HKW Moorburg aus Rentabilitätsgründen in absehbarer Zeit stillgelegt werden. Mit einer direkten oder indirekten Abnahme von Fernwärme durch die Stadt Hamburg, insbesondere bei der Umsetzung eines „Süd-Szenarios“, würde Hamburg aktiv dazu beitragen, dieses Kohle-Heizkraftwerk besonders lange unentbehrlich zu machen.

---

<sup>2</sup> Zur Rolle von emissionsarmen, effizienten und flexiblen KWK-Anlagen, die residualen Strom erzeugen und zur Wärmewende beitragen sollen: Trend 7 in [BMWi 16].

### 3. Ein Nord-Szenario oder ein Süd-Szenario als Ersatz für das HKW Wedel

#### 3.1 Zeitliche Entwicklung von Nord- und Süd-Szenarien

Nach dem Volksentscheid zum Rückkauf der Energienetze Hamburgs am 22. September 2013 schloss der SPD-Senat am 16. Januar 2014 mit Vattenfall einen Vertrag, nach welchem Hamburg die Vattenfall gehörenden 74,9 % der Anteile am Unternehmen Vattenfall Wärme Hamburg (VWH) zum 1. Januar 2019 zurückkaufen kann. Bis zum 1. November 2017 muss die Hamburger Gesellschaft für Vermögens- und Beteiligungsmanagement (HGV) die Ausübung der diesbezüglichen Kaufoption gegenüber Vattenfall schriftlich erklären.

Zwischen August 2014 und Dezember 2015 wurde unter Beteiligung der Unterstützer und der Gegner des Volksentscheids und anderer gesellschaftlicher Gruppen vom Beratungsunternehmen BET ein Gutachten zu den Handlungsalternativen beim Ersatz des Kohlekraftwerks Wedel ausgearbeitet ([Zander 15]).

Am Ende dieses Beteiligungsprozesses schlug BET vor, anstelle des Baus eines GuD-Heizkraftwerks in Wedel industrielle Abwärme der Kupferhütte Aurubis zu nutzen, sowie ein neues Biomasse-Heizkraftwerk und Gas-Motoren mit einer Leistung von 250 MW einzusetzen.

Mit dem Verzicht auf ein GuD-Kraftwerk am Kraftwerksstandort Wedel wurde der Übergang vom vertraglich definierten „GuD-Szenario“ zum „Alternativ-Szenario“ vollzogen, bei dem sich die Vertragspartner Hamburg und Vattenfall auf eine alternative Lösung für den Ersatz des HKW Wedel einigen müssen.

Zunächst vereinbarten Vattenfall und die mittlerweile von Grünen geführte Behörde für Umwelt und Energie (BUE) eine Ertüchtigung des HKW Wedel für weitere zehn Jahre.

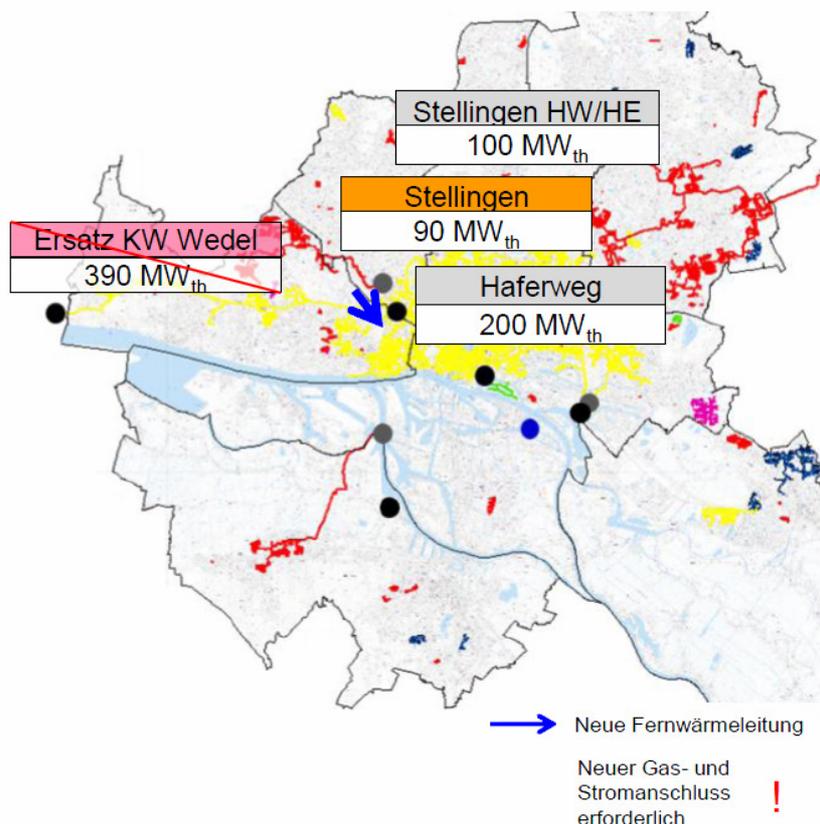
Danach setzte Vattenfall durch, dass die industrielle Abwärme von Aurubis nicht beim Ersatz des HKW Wedel eingesetzt wird.

Dem Hamburger Energienetzbeirat, der als Ergebnis des Netze-Volksentscheids gegründet wurde und in dem die Unterstützer des Volksentscheids sechs von zwanzig Sitzen einnehmen, präsentierte die BUE am 1. September 2016 sechs mögliche Szenarien zum Ersatz des HKW Wedel, darunter zur allgemeinen Überraschung drei Szenarien mit einer Art Neuauflage der „Moorburgtrasse“, die zweieinhalb Jahre zuvor vom Fraktionsvorsitzenden der SPD in der Bürgerschaft als „abgewählt“ bezeichnet worden war (Anhang B).

Unter diesen Szenarien entspricht das „**Vattenfall-Szenario**“ den Wünschen von Vattenfall sicher besonders gut (Bild 6 auf Seite 9). Die Behörde für Umwelt und Energie (BUE) schien dagegen noch im September 2016 das „**BUE-Szenario**“ (Bild 7, Seite 13) zu favorisieren, das den Ergebnissen des BET-Beteiligungsprozesses folgt.

Seit einem Beschluss des Aufsichtsrats der VWH am 15. Dezember 2016 bevorzugt auch die BUE Szenarien mit dem Bau einer **Süd-Trasse**, die von Bahrenfeld durch Großflottbek und Othmarschen bis zur Müllverbrennungsanlage Rugenberger Damm (MVR) verlaufen soll und dabei große Ausfallstraßen kreuzt und die Elbe unterquert (Bild 2 auf Seite 5; Bilder C.4 und C.5 in Anhang C.3).

Ein vom Hamburg Institut (HIC) erstelltes Gutachten [Sandrock 16], das am 23. Dezember 2016 veröffentlicht wurde, versprach erneuerbare Wärme südlich der Elbe mittels einer Abwasser-Wärmepumpe im Klärwerk Dradenau, dazu in kleinerem Umfang industrielle Abwärme und Wärme von solarthermischen Anlagen. Dass bei dem vom HIC vorgeschlagenen Konzept ein gutes Drittel der Fernwärme des HKW Wedel faktisch durch Wärme aus dem HKW Moorburg ersetzt werden soll, wurde verschleiert (vgl. Absatz 2.4).



**Bild 7:** „BUE Szenario – Abfallwirtschaftliches Konzept der SRH, Gasmotoren HW/HE (große Lösung)“. Ein Nord-Szenario, das bis auf die Abwärme von Aurubis weitgehend den Empfehlungen des Beratungsunternehmens BET entspricht. (Quelle: Präsentation der BUE am 1.9.2016)

Zu Beginn des Jahres 2017 startete die BUE einen komplizierten Planungsprozess, der bis zum 31.10.2017 abgeschlossen werden soll ([BUE 17a]).

Ein „Nord-Szenario“, das angeblich noch gleichwertig mit einem „Süd-Szenario“ geplant wird, soll nach Befürchtungen der Unterstützer des Netze-Volksentscheids zunehmend unattraktiver gemacht werden. Von HIC für den Standort Stellingen vorgeschlagene Module wie ein Stroh-Heizwerk sind nun für den Standort Wedel vorgesehen, wo sie ebenso wie die vorgeschlagene Elbwasser-Wärmepumpe erst nach der Stilllegung des HKW Wedel realisierbar wären und auf den Widerstand der Wedeler Bevölkerung treffen würden ([HA 17]), vgl. Abschnitt 3.3 und Anhang C.4).

Nach dem gegenwärtigen Planungsstand haben sich zwei Haupt-Szenarien für den Ersatz des HKW Wedel herauskristallisiert, die eine vergleichende Bewertung erlauben:

- ein „Nord-Szenario“ **ohne** eine Süd-Trasse und ohne Ersatzanlagen am Standort Wedel und
- ein „Süd-Szenario“ **mit** einer Süd-Trasse und mit der Nutzung von Wärme aus dem HKW Moorburg zu gut einem Drittel der für den Ersatz des HKW Wedel erforderlichen Wärme.

Das Süd-Szenario wird von den Unterstützern des Volksentscheids geschlossen abgelehnt, insbesondere, weil sich nach ihrer Einschätzung nicht verhindern lässt, dass es im weiteren Planungsprozess und bei einer sich verändernden politischen Konstellation vollends in das „Vattenfall-Szenario“ nach Bild 6 auf Seite 9 umgewandelt werden wird ([Ederhof 17]). Ein solcher Ersatz des HKW Wedel würde dem Netze-Volksentscheid diametral widersprechen. Der Senat und die BUE haben es bisher vermieden, sich zu diesem Problem zu äußern ([FHH 16], Frage 14, und Energie-netzbeirat am 30. Juni 2017).

Auch ohne die schlimmste Entwicklung, das „Vattenfall-Szenario“, stehen die Süd-Szenarien im Widerspruch zu den Klimaschutz-Zielen des Hamburger Senats für 2030 und zum Koalitionsvertrag des rot-grünen Senats, da der Bau eines neuen Wärmenetzes vom HKW Moorburg zur Versorgung der Ölwerke Schindler mit Ferndampf aus der Kohle-Verbrennung in Moorburg vorgesehen ist (vgl. Abschnitt 2.4 und Ende des Anhangs A.6).

### 3.2 Bewertetes Nord-Szenario

Die BUE erklärte, ein Nord-Szenario werde bis zu der ab dem 1. November 2017 anstehenden Entscheidung gleichberechtigt mit dem von ihr bevorzugten Süd-Szenario geplant. Von den Unterstützern des Volksentscheids wird der Realitätsgehalt dieser Erklärung bezweifelt.

Zum einen wurden Wärmeerzeugungs-Anlagen, die HIC für Nord-Szenarien vorgeschlagen hatte (Elbwasser-Wärmepumpe, Biomasse-/Stroh-Heizwerk) durch die BUE dem nicht geeigneten Standort Wedel zugeordnet. Dabei ist offensichtlich, dass sie dort erst dann realisiert werden könnten, wenn das HKW Wedel stillgelegt und zurückgebaut sein würde und dass sie auf erheblichen Widerstand in der Bevölkerung Wedels stoßen würden (vgl. hierzu [Ederhof 15]). Ein wesentlicher Vorteil des Nord-Szenarios gegenüber dem Süd-Szenario, die viel kürzere Restlaufzeit des HKW Wedel, würde dadurch verloren gehen.

Zum anderen sind die Vattenfall zugeordneten Planungsanteile völlig intransparent. Dem Energienetzbeirat wurde bisher nicht bekannt gegeben, welche Gas-Anlagen von der VWH am Standort Haferweg oder am Standort Wedel geplant werden und ob am Haferweg überhaupt ausreichend Platz für weitere Wärmeerzeugungs-Anlagen vorhanden ist.

Bei den Unterstützern des Volksentscheids hat sich der Eindruck verfestigt, dass Vattenfall zwar die Planung und Genehmigung der Süd-Trasse vorantreibt, ansonsten aber auf Zeit spielt, mit der Absicht, den Vorteil des Nord-Szenarios beim schnelleren Ersatz des HKW Wedel zu verringern.

In dem in Tabelle 2 beschriebenen **Nord-Szenario** ist aus den angeführten Gründen die von HIC vorgeschlagene Elbwasser-Wärmepumpe nicht enthalten. Das Biomasse-/Stroh-Heizwerk wird nach wie vor dem Standort Stellingen zugeordnet. Entsprechende ökonomische Vorteile dieser Zuordnungen werden in Abschnitt 4.1 genauer beschrieben.

| Erzeugungsmodule                  | Elektrische Leistung      | Thermische Leistung | Volllaststunden | Wärme        | Wärmeerzeugung |
|-----------------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------|--------------|----------------|
|                                   | MW <sub>el</sub>          | MW <sub>th</sub>    |                 | GWh          | %              |
| <b>Abfall</b>                     |                           |                     |                 |              |                |
| Ersatzbrennstoff-HKW (ZRE)        | 4,5                       | 33                  | 6.100           | 201          | 16             |
| <b>Erneuerbare Wärme</b>          |                           |                     |                 |              |                |
| Biomasse-HKW (ZRE)                | 6,5                       | 28                  | 5.350           | 150          | 12             |
| Biogas-HW (ZRE)                   |                           | 10                  | 3.000           | 30           | 2              |
| Biomasse-   Stroh-HW (Stellingen) |                           | 50                  | 4.800           | 240          | 18             |
| Solarthermie (Stellingen)         |                           | 8                   | 4.700           | 38           | 3              |
| <b>Gas</b>                        |                           |                     |                 |              |                |
| Gas-KWK (wie 13 Gasmotoren)       | 126                       | 126                 | 4.000           | 504          | 39             |
| Gaskessel Haferweg                |                           | 137                 | 1.000           | 137          | 11             |
| <b>Summe</b>                      | <b>137</b>                | <b>392</b>          |                 | <b>1.300</b> | <b>100</b>     |
| Wärmespeicher                     | 2 x 25.000 m <sup>3</sup> |                     |                 |              |                |
| <b>KWK Anteil</b>                 | <b>66%</b>                |                     |                 |              |                |
| <b>Anteil erneuerbarer Wärme</b>  | <b>43%</b>                |                     |                 |              |                |

**Tabelle 2:** Anlagendaten des bewerteten Nord-Szenarios (detailliertere Beschreibung anhand einer Jahresdauerlinie in Anhang C.2) (ZRE = von der Stadtreinigung Hamburg geplantes Zentrum für Ressourcen und Energie)

Vorläufig mit Ergas befeuerte Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen sind im bewerteten Nord-Szenario mit gleicher Leistung wie im „BUE-Szenario“ am Energie-Standort Stellingen vorgesehen (Bild 7 auf Seite 13). Teile davon könnten auch am Standort Haferweg installiert werden.

Die Leistung des Biomasse-/Stroh-Heizwerk ist kleiner angesetzt als im HIC-Gutachten (ausführliche Begründung in Abschnitt C.4).

Während für eine im HIC-Gutachten vorgeschlagene große solarthermische Anlage in Altenwerder offenbar keine Fläche verfügbar ist, gibt es etwa doppelt so große Flächen für solarthermische Anlagen beispielsweise auf Dächern und Parkplatz-Überdachungen in unmittelbarer Nähe des Standorts Stellingen.

Die gesamte thermische Leistung des Nord-Szenarios beträgt 392 MW, die jährlich erzeugbare Wärme 1.300 GWh. Fast die gleichen Werte gelten für das folgende bewertete Süd-Szenario.

### 3.3 Bewertetes Süd-Szenario

In dem in Tabelle 3 beschriebenen bewerteten **Süd-Szenario** sind das Ersatzbrennstoff-HKW und das Biomasse-HKW im geplanten Zentrum für Ressourcen und Energie der SRH am Standort Stellingen die gleichen Anlagen wie im bewerteten Nord-Szenario.

| Erzeugungsmodule                 | Elektrische Leistung      | Thermische Leistung | Volllaststunden | Wärme        | Wärmeerzeugung |
|----------------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------|--------------|----------------|
|                                  | MW <sub>el</sub>          | MW <sub>th</sub>    |                 | GWh          | %              |
| <b>Abfall</b>                    |                           |                     |                 |              |                |
| Ersatzbrennstoff-HKW (ZRE)       | 4,5                       | 33                  | 6.100           | 201          | 15             |
| MVA Rugenberger Damm             |                           | 80                  | 4.600           | 368          | 28             |
| <b>Erneuerbare Wärme</b>         |                           |                     |                 |              |                |
| Biomasse-HKW (ZRE)               | 6,5                       | 28                  | 5.500           | 154          | 12             |
| Industrielle Abwärme Süd         |                           | 20                  | 5.100           | 99           | 4              |
| Biomasse-   Stroh-Heizwerk       |                           | 18                  | 2.750           | 50           | 8              |
| Wärmepumpe Dradenau              |                           | 73                  | 3.750           | 273          | 21             |
| <b>Gas</b>                       |                           |                     |                 |              |                |
| BHKW Dradenau                    | 21                        | 17                  | 3.750           | 65           | 5              |
| Gaskessel Haferweg               |                           | 120                 | 750             | 90           | 7              |
| <b>Summe</b>                     | <b>32</b>                 | <b>389</b>          |                 | <b>1.300</b> | <b>100</b>     |
| Wärmespeicher                    | 2 x 25.000 m <sup>3</sup> |                     |                 |              |                |
| <b>KWK Anteil</b>                | <b>34%</b>                |                     |                 |              |                |
| <b>Anteil erneuerbarer Wärme</b> | <b>49%</b>                |                     |                 |              |                |

**Tabelle 3:** Anlagendaten des bewerteten Süd-Szenarios (detailliertere Beschreibung anhand einer Jahresdauerlinie in Anhang C.3)

Das Biomasse-/Stroh-Heizwerk, für das die BUE noch nach einer Fläche in Dradenau sucht, soll nach deren Angaben nur noch eine Leistung von 18 MW anstelle der von HIC vorgeschlagenen 77 MW haben (hierzu Anhang C.4). Für die industrielle Abwärme der Industriebetriebe TRIMET und ARCELOR MITTAL war im HIC-Gutachten nur eine Leistung von 10 MW vorgesehen. Die BUE plant nun mit einer Wärmeleistung von 20 MW. Die Abwasser-Wärmepumpe Dradenau und das BHKW Dradenau, das den Strom für die Wärmepumpe liefern soll, gehören zusammen und kommen auf 90 MW<sub>th</sub>. Eine von HIC vorgeschlagene Solarthermieanlage in Altenwerder wurde in der aktuellen Planung der BUE mangels Fläche „ruhend gestellt“.

Die Müllverbrennungsanlage Rugenberger Damm (MVR) ist keine Neuanlage. Sie versorgt gegenwärtig mit dem allergrößten Teil der von ihr erzeugten Wärme die nahe gelegenen Ölwerke Schindler mit Ferndampf. Im Süd-Szenario ist geplant, den größten Teil dieser Wärme in das städtische

## Ersatz des HKW Wedel – ohne oder mit Kohle-Wärme aus dem HKW Moorburg?

Fernwärmenetz zu pumpen und im Ausgleich dafür die Ölwerke Schindler durch Ferndampf aus dem HKW Moorburg zu versorgen.

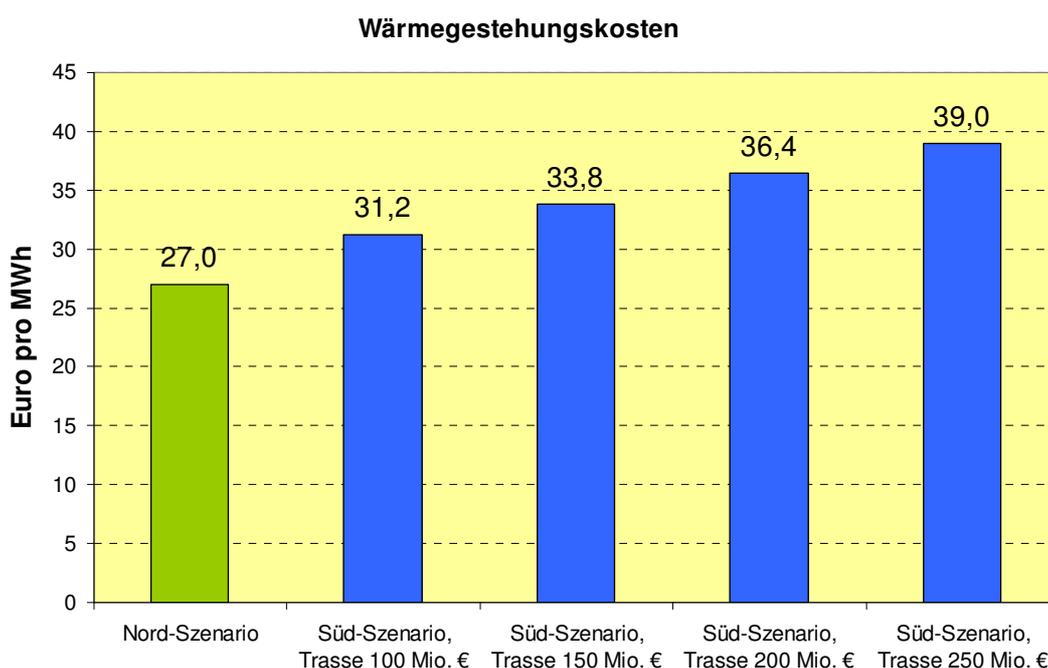
Der Anteil an Kraft-Wärmekopplung (KWK) ist im Süd-Szenario mit nur 34 % gering im Vergleich zu 66 % beim Nord-Szenario. Die MVA Rugenberger Damm wurde hierbei nicht als KWK-Anlage eingestuft. Denn sie erzeugt nur sehr wenig Strom, der zum größten Teil den Eigenverbrauch speist. Diese Anlage dürfte auch nicht den Status einer „hocheffizienter KWK-Anlage“ beanspruchen können. Erläuterungen zu den jeweiligen Anteilen erneuerbarer Wärme folgen in Abschnitt 4.2.2.

## 4. Vergleichende Bewertung des Nord-Szenarios und des Süd-Szenarios

### 4.1 Ökonomische Bewertung der Szenarien

Die Gestehungskosten für die Fernwärme, mit der das HKW Wedel ersetzt werden soll, sind von besonderer Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens VWH, das zum 1.1.2019 von der Stadt Hamburg zurückgekauft werden soll.

Bild 8 zeigt links die Wärmegegestehungskosten für das in Tabelle 2 auf Seite 14 beschriebene Nord-Szenario und rechts, mit mehreren Balken, die Wärmegegestehungskosten für das in Tabelle 3 auf Seite 15 beschriebene Süd-Szenario.



**Bild 8:** Wärmegegestehungskosten für den Ersatz des HKW Wedel mit Berücksichtigung der benötigten neuen Versorgungsleitungen. Die Wärmegegestehungskosten des Süd-Szenarios sind in Abhängigkeit von den Kosten der Süd-Trasse dargestellt. Die Anhänge C.4 und C.5 enthalten Tabellen mit den Ergebnissen detaillierter Berechnungen. Diese wurden in enger Anlehnung an diejenigen von HIC durchgeführt. Abweichungen, die in der Regel auf der Kritik am Gutachten von HIC in [Rabenstein 17] beruhen, werden in den Anhängen C.4 und C.5 erläutert.

Die Kosten für das Süd-Szenario werden durch die Kosten der die Elbe unterquerenden Süd-Trasse sehr stark belastet. Da noch keine verlässlichen Kostenangaben für diese Trasse absehbar sind und erfahrungsgemäß die Kosten im Laufe von Planung und Bau erheblich steigen, sind die Wärmegegestehungskosten in Bild 8 für vier verschiedene Kostenwerte der Trasse angegeben. Aus heutiger Sicht sind unter Berücksichtigung einer Förderung von bis zu 20 Mio. € mindestens 150 Mio. € für die Kosten der Süd-Trasse zu erwarten. Eine Übersicht über die bisherigen Kosten-Annahmen des Trassenbaus findet sich in Abschnitt 2.2 von [Rabenstein 17].

Kosten für den Umbau der MVR (Belieferungstausch) und für eine neue Ferndampf-Trasse vom HKW Moorburg zur MVR wurden bei den Kostenberechnungen noch nicht berücksichtigt.

Wie Bild 8 zeigt, sind die erwartbaren Wärmegegestehungskosten des in Tabelle 2 beschriebenen Nord-Szenarios ganz erheblich niedriger als die entsprechenden Kosten des in Tabelle 3 beschrie-

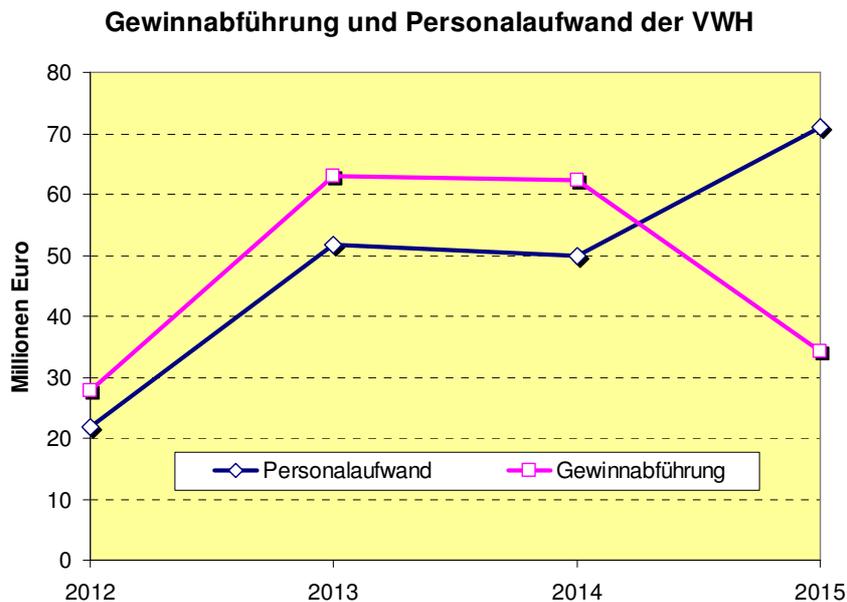
benen Süd-Szenarios. Zudem ergibt sich für das Nord-Szenario ein weit geringeres Kosten-Risiko als für das Süd-Szenario mit seinen im Vorhinein schwer kalkulierbaren Trassenbau-Kosten.

Entscheidend für die Kosten-Vorteile des Nord-Szenarios sind nicht nur die wesentlich kleineren Beträge für neue Versorgungsleitungen, sondern auch, dass KWK-Zuschläge im Umfang von insgesamt rund 140 Mio. € nach Hamburg geholt werden können.

Beim Süd-Szenario muss dagegen das Unternehmen VWH, das zum 1.1.2019 von Hamburg zurückgekauft werden soll, eine zusätzliche Belastung von mindestens 150 Mio. € für den Bau der neuen Fernwärme-Trasse in Richtung MVR / Moorburg schultern. Dieser Umstand könnte durch den Rückkauf des Fernwärmenetzes aus haushaltsrechtlichen Gründen erschweren.

Die Trassenbau-Kosten können entweder auf die Wärmegestehungskosten der einzelnen im Süden erschlossenen Fernwärmequellen umgelegt werden (kalkulatorisch auf besondere Art in [Sandrock 16]; entsprechend den jeweiligen Wärmebeiträgen in Tabelle C.2 auf Seite 44) oder sie können unabhängig davon pauschal vom Unternehmen „Wärme Hamburg“ getragen werden. In beiden Fällen wäre zu erwarten, dass die Preise für die Fernwärmekunden kräftig erhöht werden müssten.

Wenn eine Fernwärme-Trasse mit Investitionskosten von 150 Mio. € zusammen mit Wartungs- und Instandhaltungskosten von 2 % der Investitionskosten innerhalb von 25 Jahren refinanziert werden müsste, so entstünden zusätzliche jährliche Aufwendungen von fast 12 Mio. €, die im Wesentlichen aus dem bisherigen Gewinn des Unternehmens „Hamburg Wärme“ (bisher VWH) finanziert werden müssten.



**Bild 9:** Personalaufwand und Gewinnabführung der Vattenfall Wärme Hamburg GmbH in den Jahren 2012 bis 2015 (Quelle: HGV Geschäftsberichte 2011 bis 2015)

In Bild 9 ist zu sehen, dass nach einem Jahresüberschuss der VWH von 62,2 Mio. € vor Gewinnabführung im Jahr 2014 der Jahresüberschuss im Jahr 2015 auf 37,3 Mio. € zurückging. Der Personalaufwand stieg gleichzeitig erheblich an.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Hamburg erhielt aus der Gewinnabführung eine feste Ausgleichszahlung in Höhe von 14,66 Mio. € als Garantiedivende.

Bei gleich bleibenden Jahresüberschüssen könnte auf Grund der Trassenbau-Refinanzierung von fast 12 Mio. € pro Jahr der erwartete Kapitaldienst von etwa 25 Mio. € pro Jahr für die Finanzierung des Rückkaufs der VWH ohne Erhöhung der Fernwärmepreise nicht mehr geleistet werden.

Daher führt die Fernwärme-Trasse der Süd-Szenarios zu einem erheblichen ökonomischen Problem für die VWH, das kaum mit dem Kriterium „sozial gerecht“ des Netze-Volksentscheids in Einklang zu bringen ist.

Bei dem von der BUE gegenwärtig beschriebenen „Nord-Szenario“ wird nach dem Vorschlag von HIC eine **Elbwasser-Wärmepumpe** am Kraftwerks-Standort Wedel mit einer thermischen Leistung von 80 MW geplant ([FHH 17]; [BUE 17b]). Für dieses **alternative Nord-Szenario** ergeben sich nach Berechnungen wie in Anhang C.4 Wärmegestehungskosten von 30,0 € pro MWh, wenn in Analogie zu Tabelle 2 als Gas-KWK-Anlagen Gasmotoren mit thermischen und elektrischen Leistungen von nur 87 MW gewählt werden.

Zu diesen im Vergleich zum bewerteten Nord-Szenario um 3,0 € pro MWh höheren Gestehungskosten kommen noch erhebliche weitere Nachteile:

- Die Fläche des Standorts Wedel kann nach dem Abriss des HKW Wedel nicht an die Stadt Wedel verkauft werden.
- Die Kosten für die Trasse von Wedel zum Haferweg fallen weiterhin an.
- Neue Erzeugungsanlagen wie die Elbwasser-Wärmepumpe können nur mit jahrelanger Zeitverzögerung in Betrieb genommen werden.

Ein besonderes Risiko für die Wettbewerbsfähigkeit der VWH ergibt sich aus der erwartbaren Entwicklung des **Primärenergiefaktors** des zentralen Hamburger Fernwärmesystems.

Die Zertifizierung des gegenwärtigen Primärenergiefaktors von 0,57 gilt nur bis Mitte 2022. Wie Bild 10 auf der nächsten Seite zeigt, muss beim Süd-Szenario das HKW Wedel noch etwa drei Jahre länger betrieben werden. Infolge der Veränderungen, die sich mit dem neuen Gebäudeenergiegesetz (GEG) ergeben werden, wird in diesem Zeitintervall der neu zertifizierte Primärenergiefaktor sehr hoch sein, was die Wettbewerbsfähigkeit der VWH erheblich schädigen dürfte ([Oschatz 17]). Denn ein hoher Primärenergiefaktor schreckt Investoren und Immobilienbesitzer vom Bezug von Fernwärme ab.

Eine Erhöhung der jährlichen Wärmeerzeugung über 1.300 GWh hinaus lässt sich im Nord- wie im Süd-Szenario vornehmen. Das HIC-Gutachten argumentiert, die im Sommerhalbjahr überschüssige Wärme ließe sich mit einem im Gutachten skizzierten sehr großen **Aquifer-Speicher** vom Sommerhalbjahr ins Winterhalbjahr transferieren ([BUE 17b, Seite 13]). Durch erhöhte Einsatzzeiten der Erzeugungsanlagen ließen sich so die Wärmegestehungskosten senken. Das Projekt einer saisonalen Wärmespeicherung benötigt jedoch noch ganz erhebliche Entwicklungsarbeiten, bevor es ernsthaft in größerem Umfang und ökonomisch vertretbar in Ersatzlösungen für das HKW Wedel eingeplant werden kann ([Rabenstein 17, Abschnitt 2.4]).

## 4.2 Ökologische Bewertung der Szenarien

### 4.2.1 CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die für die beiden bewerteten Szenarien errechneten spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen lassen sich Tabelle 4 entnehmen.

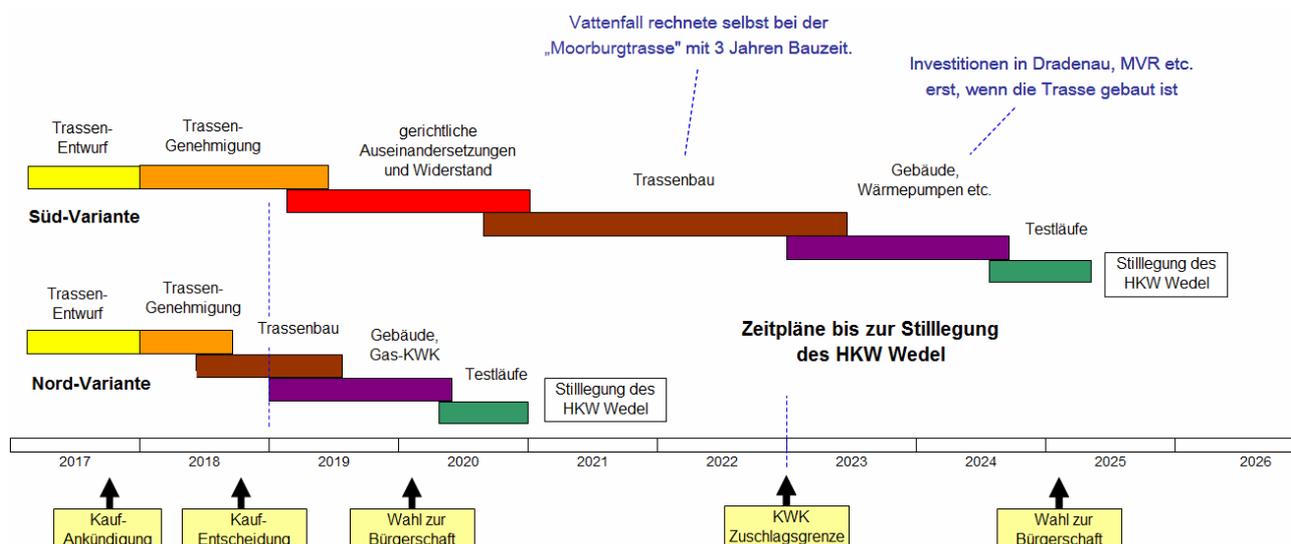
Obwohl als Haupt-Argument für das Süd-Szenario angeführt wird, es biete wesentlich mehr an erneuerbarer Wärme als das Nord-Szenario, zeigt Tabelle 4 für die Planung im Jahr 2017 ein sehr deutlich entgegengerichtetes Verhalten bei den für den Klimaschutz wichtigeren CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Die höheren CO<sub>2</sub>-Emissionen des Süd-Szenarios sind in erster Linie darauf zurückzuführen, dass im Austausch mit der Übernahme von Wärme aus der Müllverbrennungsanlage Rugenberger Damm Kohle-Ferndampf aus dem HKW Moorburg ausgekoppelt werden soll. Der Energienetzbeirat hat der BUE am 11.5.2017 empfohlen, nicht das Fernwärmenetz, sondern die Grenzen der Stadt Hamburg als Bilanzgrenzen für CO<sub>2</sub>-Emissionen zu wählen. Ein Festhalten an andersartigen Bilanzierungsarten muss daher als Etikettenschwindel bezeichnet werden.

| Bewertungs-Maßstab                      |      | Nord-Szenario | Süd-Szenario |
|---|------|---------------|--------------|
| Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen | 2017 | 107 kg/MWh    | 160 kg/MWh   |
|   | 2030 | 28 kg/MWh     | 131 kg/MWh   |

**Tabelle 4:** Vergleich der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne Vorketten für die beiden bewerteten Szenarien (berechnet nach der Finnischen Allokationsmethode unter Verwendung von Emissionsfaktoren des Länderarbeitskreises Energiebilanzen). (Zum Vergleich: Für die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen des HKW Wedel ergeben sich 374 kg/MWh, für die des HKW Moorburg 361 kg/MWh und für die eines Erdgas-Heizwerks 212 kg/MWh.)

Der vor allem im Nord-Szenario eingesetzte fossile Energieträger Erdgas kann – etwa im Jahr 2030 – durch erneuerbaren Wasserstoff ersetzt werden, sobald genügend überschüssiger erneuerbarer Strom zur Verfügung steht.<sup>4</sup> Dann sinken die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Nord-Szenario auf 28 kg/MWh, während sie im Süd-Szenario bei 131 kg/MWh festhängen würden, wenn im Süd-Szenario das HKW Moorburg weiterhin Kohle-Fernwärme an die Ölwerke Schindler liefern würde.

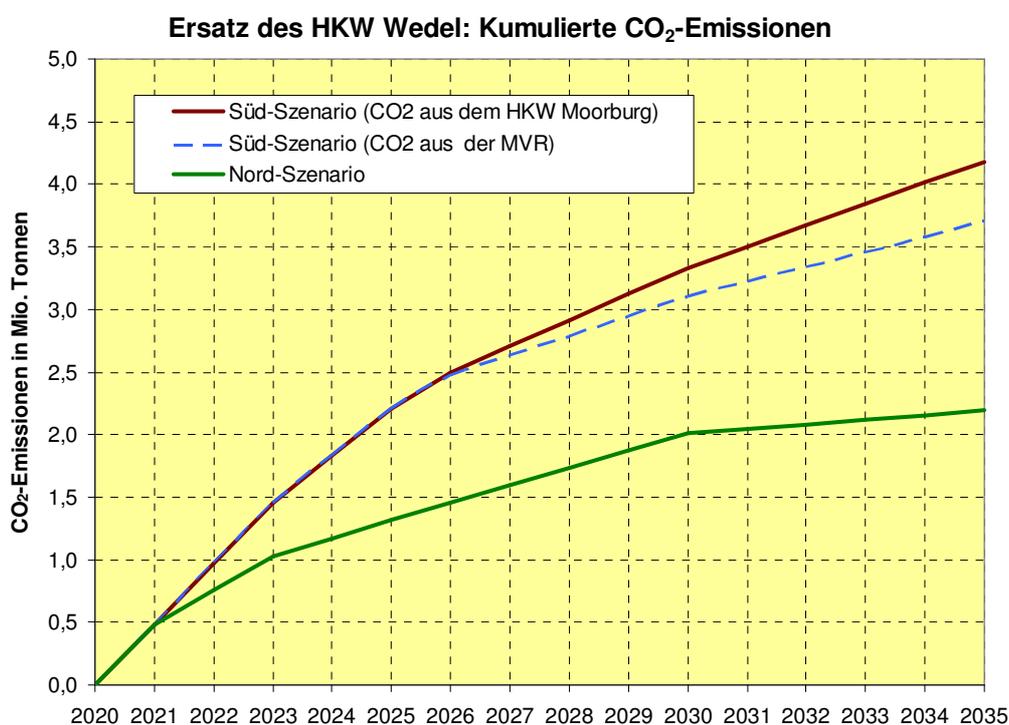


**Bild 10:** Vergleich der Planungs- und Bauzeiten für das Süd-Szenario (oben) und das Nord-Szenario (unten) bis zur Stilllegung des HKW Wedel

<sup>4</sup> Zum Übergang auf regenerativen Wasserstoff als Ersatz für fossiles Erdgas vgl. beispielsweise [Nitsch 17, Abb. 6], [Faulstich 16, Tabelle 7 und Abb. 10] und [BMUB 16, Seite 11].

Wie Bild 10 zeigt, ist für das Süd-Szenario mit einer um drei bis vier Jahre längeren Restlaufzeit des Kohle-Heizkraftwerks Wedel als für das Nord-Szenario zu rechnen. Diese längere Restlaufzeit wird vor allem durch die lange Bauzeit für die Süd-Trasse und durch die Abwicklung von gerichtlichen Klagen gegen diese Trasse verursacht. Mit Klagen ist mit Sicherheit zu rechnen, da die Trasse auf einer erheblichen Länge durch Wohngebiete in Bahrenfeld, Großflottbek und Othmarschen führt und dabei wichtige Verkehrsadern des Bezirks Altona kreuzt (Bild 2 auf Seite 5), da sie dort jahrelang erhebliche Verkehrsstörungen und Lärmbelastigungen verursacht und da den Betroffenen klar ist, dass es mit dem Nord-Szenario eine viel bessere Alternative gibt.

Bild 11 ergibt sich auf einfache Weise aus Tabelle 4 und Bild 10. Es zeigt den großen ökologischen Nachteil des Süd-Szenarios im Vergleich zum Nord-Szenario. Im Jahr 2035 sind die ab 2020 vom Süd-Szenario verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen fast doppelt so groß wie diejenigen des Nord-Szenarios.



**Bild 11:** Kumulierte CO<sub>2</sub>-Emissionen des Nord-Szenarios und des Süd-Szenarios ab 2020. Berücksichtigt wurde, dass die neuen Energieversorgungsanlagen des ZRE mit einer gewissen Verzögerung fertig gestellt werden und dass ab etwa 2030 fossiles Erdgas durch regenerativen Wasserstoff ersetzt werden kann. Bei der gestrichelten Linie wurden nicht die CO<sub>2</sub>-Emissionen von Ferndampf aus dem HKW Moorburg, sondern die realistisch berechneten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Müllverbrennungsanlage Rugenberger Damm berücksichtigt (Bild 4 auf Seite 7; ausführlicher in Abschnitt 3.3 in [Rabenstein 17]).

### 4.2.2 Anteile erneuerbarer Wärme

Wegen zahlreicher Nachteile des Süd-Szenarios ist es nicht verwunderlich, dass die BUE den einzigen scheinbaren Vorteil dieses Szenarios gegenüber dem Nord-Szenario ganz in den Vordergrund ihrer Bewertungen stellt (Tabelle 5). Bei Berichten im Energienetzbeirat nennt die BUE den entsprechenden Tagesordnungspunkt trotz fossiler Bestandteile „Projektstand Erneuerbare Wärme Hamburg“.

| Bewertungs-Maßstab        |      | Nord-Szenario | Süd-Szenario |
|---------------------------|------|---------------|--------------|
| Anteil erneuerbarer Wärme | 2017 | 41 %          | 52 %         |
|                           | 2030 | 92 %          | 64 %         |

**Tabelle 5:** Vergleich der Anteile an erneuerbarer Wärme beim Nord-Szenario und beim Süd-Szenario. Etwa im Jahr 2030 kann in beiden Szenarien fossiles Erdgas durch regenerativen Wasserstoff ersetzt werden.

Von der BUE wird regelmäßig die Wärme, die von der MVR bezogen wird, definitionsgemäß zur Hälfte als erneuerbar bewertet und es wird ignoriert, dass in Wirklichkeit wegen des Belieferungstauschs bei den Ölwerken Schindler fossile Wärme aus dem Kohle-HKW Wedel durch fossile Wärme aus dem Kohle-HKW Moorburg ersetzt werden soll. Ohne solchen Etikettenschwindel stammt nach Tabelle 5 die Wärme des Süd-Szenarios gut zur Hälfte aus erneuerbaren Quellen, während sich für das Nord-Szenario 41 % ergeben.

Nach dem Ersatz von fossilem Erdgas durch regenerativen Wasserstoff, der aus überschüssigem erneuerbarem Strom gewonnen werden kann, verschiebt sich um das Jahr 2030 das Verhältnis klar zugunsten des Nord-Szenarios.

Kann sich die BUE auf den zweiten Satz des Netze-Volksentscheids stützen, wenn sie sich bei ihren Bewertungen immer wieder vorrangig auf den Anteil erneuerbarer Wärme beruft unter Hintansetzung der Emissionen von Treibhausgasen, die für den Klimawandel verantwortlich sind?

Der Text des Volksentscheids vom 22.9.2013: „Senat und Bürgerschaft unternehmen fristgerecht alle notwendigen und zulässigen Schritte, um die Hamburger Strom-, Fernwärme- und Gasleitungsnetze 2015 wieder vollständig in die Öffentliche Hand zu übernehmen.

Verbindliches Ziel ist eine sozial gerechte, klimaverträgliche und demokratisch kontrollierte Energieversorgung aus erneuerbaren Energien.“

Erneuerbare Energien sind nicht per se klimaverträglich. Bekannte Beispiele sind Agrosprit, Palmöl nach Abholzung von Regenwäldern und Ethanol aus Zuckerrohrplantagen.

Nach dem Volksentscheid sind „erneuerbare Energien“ verbindliches Ziel, wenn sie klimaverträglich und sozial gerecht sind. Im Volksentscheid geht es also um **klimaverträgliche erneuerbare Energien**. Müllwärme wird zwar zur Hälfte als erneuerbar gewertet, die Hälfte der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen der MVR ist aber immer noch größer als die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen eines mit fossilem Erdgas gespeisten Heizwerks (Bild 4 auf Seite 7)!

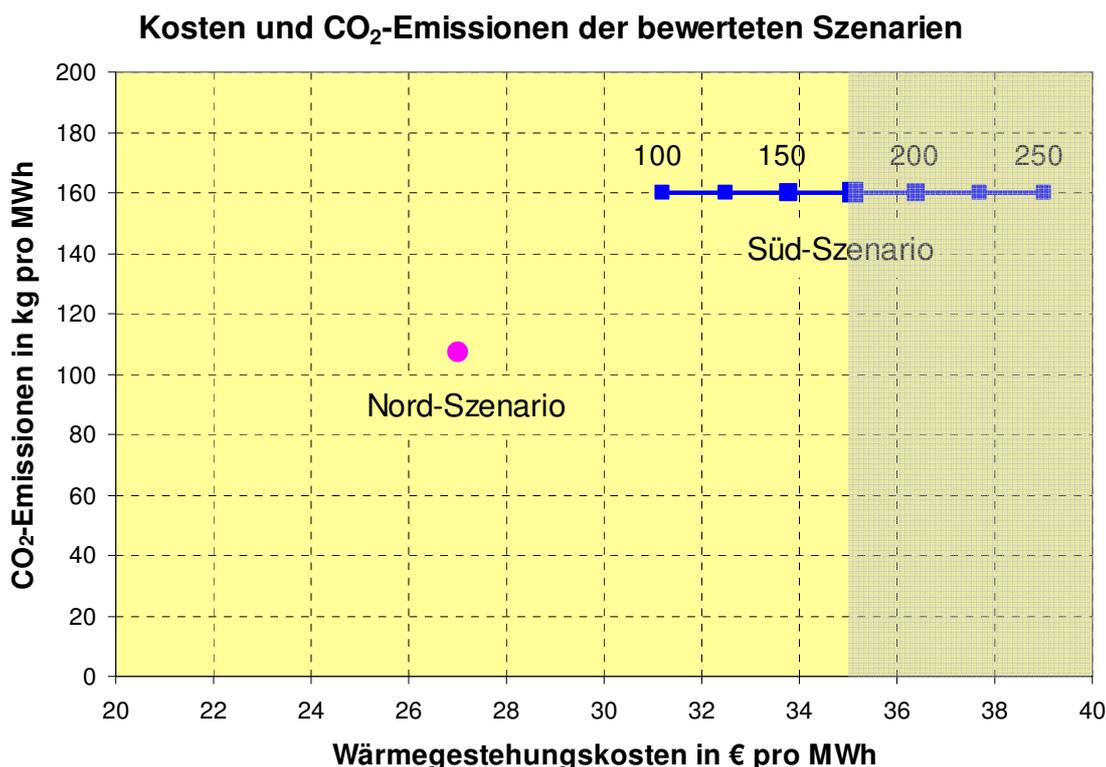
Bei einer ausschließlichen Bewertung des Anteils erneuerbarer Wärme bleibt auch völlig unbeachtet, dass nach Bild 4 auf Seite 7 die Wärme aus Erdgas-KWK-Anlagen nur knapp halb so viel CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht wie die Wärme aus Kohle-KWK-Anlagen wie Wedel oder Moorburg.

Im Sinne des Netze-Volksentscheids sollte daher bei der ökologischen Bewertung von Szenarien den CO<sub>2</sub>-Emissionen oder den Treibhausgas-Emissionen der Vorzug vor einer Bewertung nach dem Anteil an erneuerbaren Energien eingeräumt werden.

### 4.3 Zusammenfassender Vergleich von Nord- und Süd-Szenario

In Bild 12 wurden die Berechnungsergebnisse der Unterabschnitte 4.1 und 4.2 zusammengeführt.

Es wird deutlich, dass das bewertete Nord-Szenario dem bewerteten Süd-Szenario sowohl hinsichtlich der Wärmegestehungskosten als auch der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen weit überlegen ist. Dies gilt auch für den Fall, dass die Kosten für die Süd-Trasse an der Untergrenze dessen liegen, was erwartet werden kann. Liegen die Trassenkosten im wahrscheinlichsten Intervall zwischen 150 und 200 Mio. €, so wird bei den Wärmegestehungskosten bereits die Grenze zur Beeinträchtigung der Wettbewerbfähigkeit der VWH erreicht, die im HIC-Gutachten genannt wurde.



**Bild 12:** Gegenüberstellung von Wärmegestehungskosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen des Nord-Szenarios und des Süd-Szenarios. Beim Süd-Szenario sind die Kosten für den Bau der Süd-Trasse in Mio. € als Parameter angegeben. 35 € pro MWh ist nach [Sandrock 16, Seite 43] die Grenze für die Infragestellung der Wettbewerbsfähigkeit bei den Wärmegestehungskosten.

In der Übersicht in der folgenden Tabelle 6 wurden neben den Wärmegestehungskosten und den CO<sub>2</sub>-Emissionen auch die weiteren Ergebnisse einer vergleichenden Bewertung von Nord-Szenario und Süd-Szenario durch Indikatoren gekennzeichnet.

Der erste Kategorienblock führt ökonomisch fundierte Kategorien auf, im zweiten Block folgen ökologische Kategorien.

Die wesentlich positivere Bewertung des Nord-Szenarios bei den **Wärmegestehungskosten** folgt aus den ökonomischen Bewertungen in Abschnitt 4.1.

Die bessere Bewertung des Nord-Szenarios beeinflusst die **Akzeptanz** des Nord-Szenarios positiv. Entscheidender hierfür ist allerdings, dass keine neue Fernwärme-Trasse mit jahrelangen großen Verkehrsproblemen und Lärmbelastigungen durch Wohngebiete geführt werden muss.

**Energiemarktrisiken** bestehen infolge der Verwendung von Erdgas, Steinkohle und Müll für beide Szenarien.

| Bewertungs-Kategorie               | Nord-Szenario | Süd-Szenario |
|------------------------------------|---------------|--------------|
| Wärmegestehungskosten              | +             | --           |
| Akzeptanz des Szenarios            | +             | -            |
| Energiemarktrisiko                 | -             | -            |
| Unternehmenswert der VWH           | +             | --           |
| Rückkauf gemäß Volksentscheid      | +             | --           |
| Wettbewerbsfähigkeit der VWH       | +             | --           |
| Versorgungssicherheit mit Strom    | +             | -            |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen        | 0             | --           |
| Erneuerbare Wärmequellen           | -             | -            |
| Zukunftsorientiertheit zu 100 % EE | +             | -            |
| Rascher Ersatz für das HKW Wedel   | +             | --           |
| Frühe Abschaltung des HKW Moorburg | +             | --           |

**Tabelle 6:** Zusammenfassende Indikatoren-Bewertung von Nord-Szenario und Süd-Szenario für den Ersatz des Heizkraftwerks Wedel

Der **Wert des Wärmeunternehmens VWH** wird von den günstigeren Wärmegestehungskosten und der höheren Akzeptanz für das Nord-Szenario positiv beeinflusst, was wiederum günstige Bedingungen für den **Rückkauf** der VWH durch Hamburg gemäß dem Netze-Volksentscheid und für die Wettbewerbsfähigkeit der Fernwärme schafft.

Der Bau der teuren Süd-Trasse mit Elb-Unterquerung gefährdet dagegen die **Wettbewerbsfähigkeit** des Unternehmens VWH. Eine starke Verringerung des Unternehmenswertes könnte sogar den vorgesehenen Rückkauf des Fernwärmenetzes aus haushaltstechnischen Gründen erschweren.

Das Süd-Szenario, das die BUE plant, gefährdet den größten Teil der **Arbeitsplätze** der Mitarbeiter, die gegenwärtig Fernwärme und Strom im HKW Wedel erzeugen. Denn wenn in Zukunft die Unternehmen *Hamburg Energie* und *Stadtreinigung Hamburg*, die Industriebetriebe südlich der Elbe und Vattenfall mit dem HKW Moorburg den größten Teil der bisher vom HKW Wedel gelieferten Wärme ersetzen würden, würden die gegenwärtig im HKW Wedel beschäftigten Mitarbeiter nicht mehr gebraucht.

Das **Risiko** für erhöhte Wärmegestehungskosten ist beim Süd-Szenario hoch mit entsprechenden Rückwirkungen auf einen nachrangigen Einsatz der projektierten erneuerbaren Wärmequellen. Sollte sich letztendlich das „Vattenfall-Szenario“ durchsetzen, so besteht ein großes Risiko für gestrandete Investitionen von Hamburg Wasser/Hamburg Energie in Dradenau und von der Stadtreinigung Hamburg am Standort Stellingen.

Ein besonderes Risiko für die Wettbewerbsfähigkeit der VWH besteht im Zeitintervall zwischen dem Ablauf der Zertifizierung des **Primärenergiefaktors** der Fernwärme Mitte 2022 und dem Zeitpunkt der Stilllegung des HKW Wedel, da in diesem Zeitraum mit einem wesentlich größeren Primärenergiefaktor gerechnet werden muss.

Durch den wesentlich höheren Anteil an KWK-Anlagen im Nord-Szenario wird die **Versorgungssicherheit** mit Strom bei zunehmendem Anteil an erneuerbarem Strom erhöht (ausführlicher in Abschnitt 4 von [Rabenstein 17]). Die Abhängigkeit von der Stromerzeugung des Kohle-HKW Moorburg wird dadurch verringert.

Das Süd-Szenario sieht dagegen keine neuen KWK-Anlagen südlich der Elbe vor, die mit ihrer Stromerzeugung dazu beitragen könnten, dass das HKW Moorburg stillgelegt werden kann, sobald es unrentabel geworden ist. Dadurch wird die langfristige Etablierung des Steinkohle-Heizkraftwerks Moorburg unterstützt.

Das Süd-Szenario weist nach Abschnitt 4.2.1 erheblich höhere klimaschädigende **CO<sub>2</sub>-Emissionen** auf als das Nord-Szenario. Für den Klimaschutz und die Klimaschutz-Ziele Hamburgs ist das entscheidender als der etwas höhere Anteil an **erneuerbarer Wärme** des bewerteten Süd-Szenarios nach Abschnitt 4.2.2.

Mit dem Aufkommen der Nutzung von Wind-Wasserstoff um 2030 lässt sich das Nord-Szenario fast vollständig auf erneuerbare Wärme umstellen. Das Süd-Szenario profitiert hiervon kaum. Bei der **Zukunftsorientierung** zu einer vollständig erneuerbaren Fernwärme ist das bewertete Nord-Szenario daher überlegen.

Bei der Wahl des Nord-Szenarios kann im Übrigen südlich der Elbe gewinnbare Fernwärme ohne eine teure Süd-Trasse in Fernwärme-Netze südlich der Elbe eingespeist werden. In Drs. 21/5758 (27.9.2016) nannte der Senat selbst im Zusammenhang mit der industriellen Abwärme des Stahlwerks von Arcelor-Mittal das Netz Süd von HanseWerk Natur sowie ein Fernwärmenetz für ein neues Baugebiet in Finkenwerder.

Die Begrenzung der Auskopplung von Wärme aus dem HKW Moorburg kann zu einer früheren Stilllegung dieses klimaschädlichen Heizkraftwerks beitragen, da der Betreiber auf diese Weise weniger von KWK-Zuschlägen profitieren wird, deren Höhe hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Minderungskosten keineswegs zu rechtfertigen ist (Abschnitte A.5 und A.6).

Die Nord-Variante ohne Elb-Unterquerung entspricht der für das HIC-Gutachten von der BUE eigens vorgegebenen Zielsetzung einer möglichst **kurzen Restlaufzeit** des kohlebefeuerten HKW Wedel wesentlich besser als die Süd-Variante.

Beim Bau einer neuen Fernwärme-Trasse mit Elb-Unterquerung sind ähnliche Probleme wie beim Projekt der ersten „Moorburg-Trasse 1.0“ mit beträchtlichen Verzögerungen zu erwarten.

Die **längere Restlaufzeit** des HKW Wedel beim Süd-Szenario verursacht in Verbindung mit der dem Süd-Szenario anhaftenden Auskopplung von Kohle-Wärme aus dem HKW Moorburg durch den MVR-/Moorburg-Wärmetausch eklatante, zeitlich immer weiter zunehmende Unterschiede in den kumulierten CO<sub>2</sub>-Emissionen (Bild 11 auf Seite 21).

Bei einer konsequenten Entwicklung des bewerteten Nord-Szenarios müsste es möglich sein, das HKW Wedel wesentlich früher abzuschalten, als es für die Sicherstellung der erhöhten KWK-Zuschläge nach § 5 des KWK-G 2016 notwendig ist. Damit würden beim Nord-Szenario insgesamt etwa 140 Mio. € an KWK-Zuschlägen nach Hamburg fließen.

Das Süd-Szenario ist damit bei keiner einzigen Bewertungs-Kategorie besser als das Nord-Szenario. Dass es trotzdem immer noch von der Behörde für Umwelt und Energie bevorzugt wird, lässt sich wohl nur damit erklären, dass Vattenfall sich konstant zu weigern scheint, einem Nord-Szenario zuzustimmen und hartnäckig auf einen vergrößerten Einsatz von Kohle-Wärme aus dem Heizkraftwerk Moorburg hinarbeitet. Mit dem Netze-Volksentscheid ist dieser jedoch nicht vereinbar.

## Ersatz des HKW Wedel – ohne oder mit Kohle-Wärme aus dem HKW Moorburg?

Der Vergleich in Tabelle 6 sollte ausreichende Gründe dafür bieten, dass die weitere Planungstätigkeit auf das Nord-Szenario konzentriert wird. Finanzielle Aufwendungen für weitere Planungen von Süd-Szenarien, insbesondere für eine neue Trasse mit Elb-Unterquerung, sollten unterbleiben.

Der BUND Hamburg hat auf seiner Mitgliederversammlung am 27. Juni 2017 beschlossen:

„Der BUND Hamburg sieht in der Kombination verschiedener Erzeugungsanlagen nördlich der Elbe (Nord-Szenario) die beste Möglichkeit, das abgängige Kohlekraftwerk Wedel zu ersetzen. Dabei ist auf eine starke Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen zu achten.

Eine neue Fernwärmeleitung zur Müllverbrennungsanlage Rugenberger Damm (MVR) lehnt der BUND ab, da sie in der Konsequenz eine Anbindung des umstrittenen Kohlekraftwerks Moorburg an das Hamburger Fernwärmenetz ermöglicht. Das wäre für die Klimabilanz Hamburgs die denkbar schlechteste Lösung.“

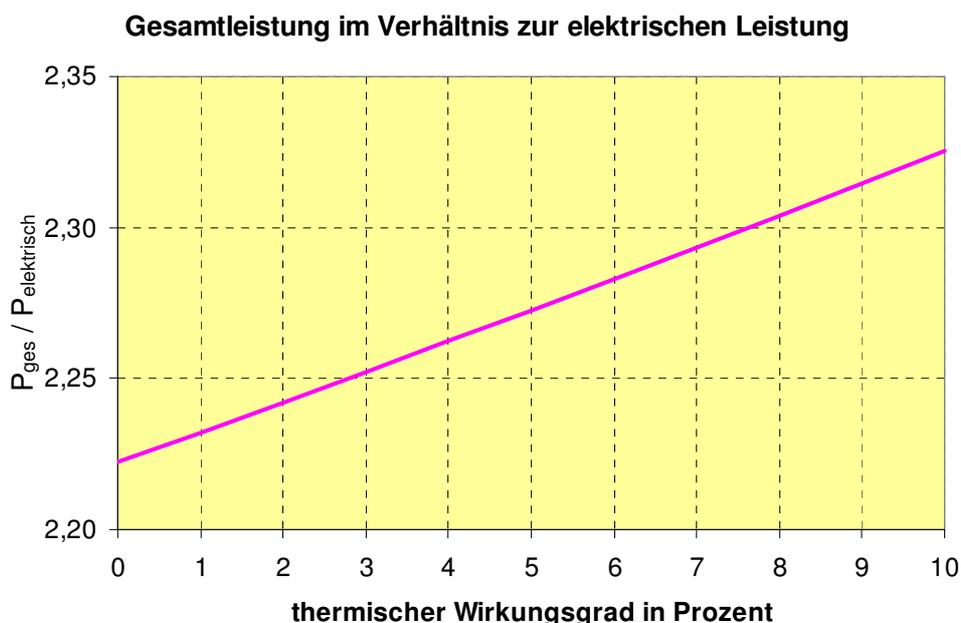
## Anhang A: Dossier zum Heizkraftwerk Moorburg

### A.1 Klimaneutrale Fernwärme aus dem Heizkraftwerk Moorburg?

Die Nutzung von „Abwärme“ aus dem Heizkraftwerk Moorburg als Fernwärme oder Ferndampf wird vor allem von den Parteien AFD, CDU und FDP befürwortet. Auch wenn ein solches „Moorburg-Szenario“ dem Netze-Volksentscheid mit seinem Ziel einer Energieversorgung aus klimaverträglichen erneuerbaren Energien widerspricht, so ist nicht zu übersehen, dass es weiterhin eine starke Anhängerschaft besitzt.<sup>5</sup>

Für die Nutzung dieser Wärme – so wird sogar von Mandatsträgerinnen der Grünen behauptet – würde nicht einmal ein zusätzlicher Einsatz von Kohle benötigt.<sup>6</sup> Daher sei sie als CO<sub>2</sub>-frei und klimaneutral zu bewerten.

In Wirklichkeit wird natürlich bei einer Auskopplung von Wärme aus dem Heizkraftwerk (HKW) Moorburg in ein Fernwärmenetz oder in ein Ferndampfnetz zusätzliche Steinkohle eingesetzt. Daher wird nicht nur bei der Erzeugung von Strom, sondern auch bei der Erzeugung von Fernwärme in erheblichem Maße klimaschädliches CO<sub>2</sub> ausgestoßen.



**Bild A.1:** Verhältnis der Gesamtleistung zur elektrischen Leistung beim Heizkraftwerk Moorburg in Abhängigkeit vom thermischen Wirkungsgrad bzw. vom Umfang der Fernwärmeauskopplung. Bei gleich bleibender Stromerzeugung steigt mit zunehmender Fernwärmeauskopplung die Gesamtleistung und damit auch der Einsatz von Steinkohle an. (Dargestellt für den Fall einer maximalen Fernwärmeleistung von 450 MW<sub>th</sub>.)

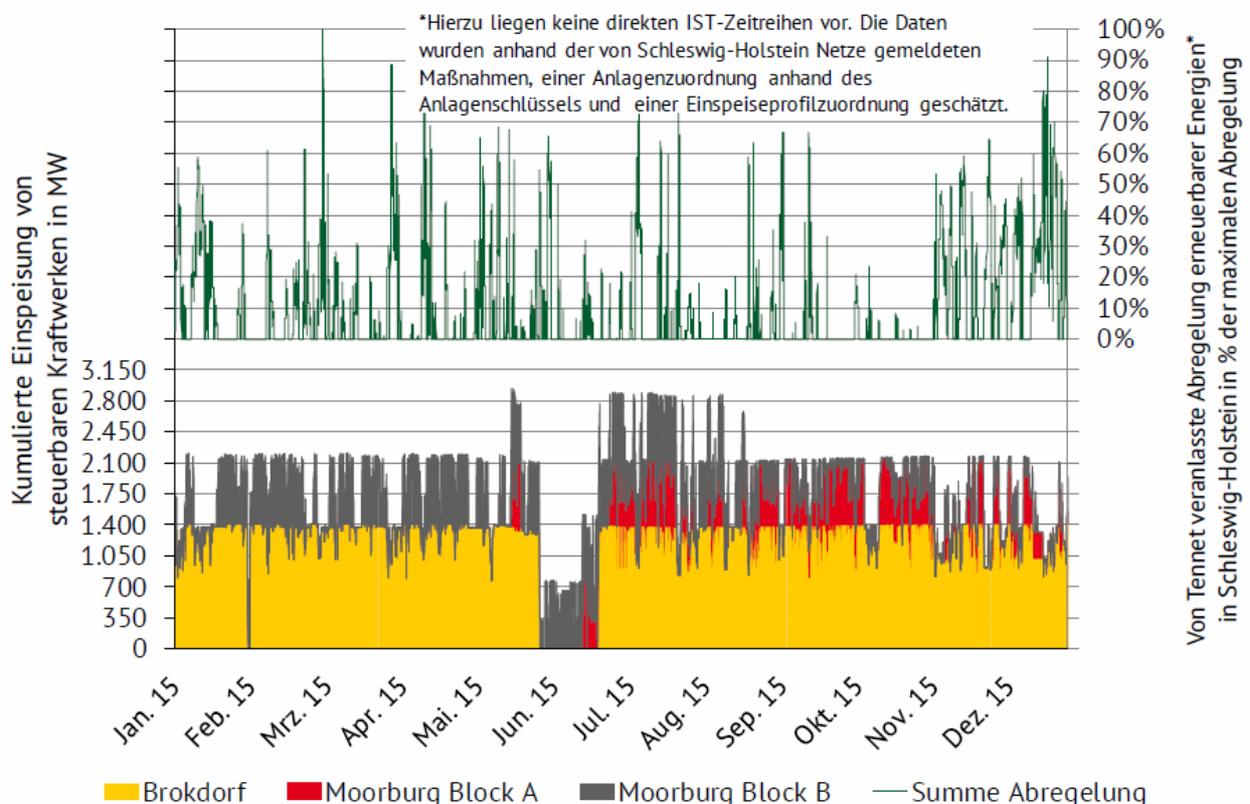
Ohne Fernwärme-Auskopplung werden im HKW Moorburg im Jahresmittel maximal 45 % der in der eingesetzten Steinkohle enthaltenen Energie in elektrischem Strom umgewandelt (Tabelle A.1;

<sup>5</sup> Vgl. beispielsweise [Harders 16]

<sup>6</sup> Beispielhaft die Sprecherin für Umwelt, Naturschutz und Energie der Grünen in der Hamburger Bürgerschaft Ulrike Sparr in einer Email vom 6.2.2017: „Dass dies dann bedeuten würde, die Ölwerke künftig mit Abwärme (nicht: extra produzierter Wärme) aus Moorburg zu versorgen, wäre, zugegeben, ein kleiner Punktgewinn für Vattenfall, aber eben auch für die Wasserqualität der Elbe.“

[FHH 10] Abschnitt 6.14). Mit zunehmender Auskopplung von Fernwärme oder Ferndampf, also mit zunehmendem thermischem Wirkungsgrad, sinkt der elektrische Wirkungsgrad. Bei gleich bleibendem Brennstoffeinsatz wird also umso weniger Strom erzeugt, je mehr Fernwärme ausgekoppelt wird.

Der Umfang der Erzeugung von Strom orientiert sich aber nicht am Bedarf an Fernwärme, sondern an der Nachfrage nach Strom, die u. a. wiederum vom Stromerlös abhängt. Gestützt auf Bild A.1 lässt sich bestimmen, in welchem Maß sich der Brennstoffeinsatz im HKW Moorburg erhöht, wenn bei gleich bleibender Erzeugung von Strom mehr Fernwärme ausgekoppelt wird und damit der thermische Wirkungsgrad steigt. Beispielsweise liegt der Brennstoffeinsatz um 3,3 % höher als ohne Wärmeauskopplung, wenn eine Wärmeleistung von 240 MW bei einem thermischen Wirkungsgrad von 7,2 % bereitgestellt wird und dadurch wie in Bild A.1 das Verhältnis von Gesamtleistung zu elektrischer Leistung von 2,222 auf 2,295 steigt, während der elektrische Wirkungsgrad von 45 % auf 43,6 % sinkt.



**Bild A.2:** Ganglinie der kumulierten Strom-Einspeisung der Kraftwerke Moorburg und Brokdorf und Ganglinie der abgeregelten Erneuerbare-Energien-Anlagen im Schleswig-Holstein-Netz (Quelle: [Hunecke 16])

Am Stromeinspeisungs-Beitrag von „Moorburg Block A“ (rot) in Bild A.2 ist besonders gut zu erkennen, dass dieser Block im Jahr 2015 selten Strom mit voller Leistung erzeugte. Bei zunehmender Auskopplung von Fernwärme wäre also eine Erhöhung der Gesamtleistung möglich gewesen, ohne die Stromerzeugungsleistung zu ändern.

Wird elektrischer Strom mit der maximal möglichen Leistung ohne Auskopplung von Fernwärme erzeugt und wird dann Fernwärme ausgekoppelt, so sinkt zwar die Stromerzeugung durch das HKW Moorburg. Um den aktuellen Strombedarf zu decken, wird aber im Allgemeinen ein anderes Kraftwerk seine Erzeugungsleistung erhöhen, zurzeit vermutlich ein Kohlekraftwerk ([Diermann 15]).

Auch in diesem Fall wird also – überregional – zusätzlicher Brennstoff für die Fernwärme-Bereitstellung eingesetzt.

Besondere Aufmerksamkeit verdient der Fall, dass zwar Fernwärme oder Ferndampf aus dem HKW Moorburg für die angeschlossenen Wärmenetze erzeugt werden muss, jedoch kein Bedarf an Strom besteht, weil genügend Strom aus erneuerbaren Quellen verfügbar ist. Auch wenn die Stromerlöse in diesen Zeitabschnitten nicht die Kosten decken, muss das HKW Moorburg auch in solchen Fällen Strom aus Steinkohle erzeugen. Der Regelbereich dieses Steinkohle-HKW beträgt nämlich 35 % bis 103 %. Daher muss das Heizkraftwerk bei Wärmeauskoppelung mit mindestens 35 % der Vollast laufen. In Bild A.2 ist das gut zu bemerken.

An Bild A.2 ist schon ohne Auskopplung von Ferndampf im Jahr 2015 zu erkennen, dass bei Abregelung von erneuerbarem Strom (grün in Bild A.2) nicht immer zeitgleich auch die Erzeugungsleistung der konventionellen Kraftwerke entsprechend verringert wurde. Dieses Problem lässt sich zwar durch den Bau großer Fernwärmespeicher mildern, aber nicht vollständig beseitigen.

| Eigenschaften                              | HKW Moorburg                      | HKW Wedel  |
|--|-----------------------------------|------------|
| Inbetriebnahme                             | 2015                              | 1961       |
| Maximale Feuerungswärmeleistung            | 3.700 MW                          | 677 MW     |
| Maximale elektrische Leistung              | 1.654 MW bei 240 MW <sub>th</sub> | 252 MW     |
| Maximale thermische Leistung               | 450 MW                            | 409 MW     |
| Elektrischer Netto-Wirkungsgrad            | 45,0 % bei 0 MW <sub>th</sub>     | 30 %       |
| Thermischer Wirkungsgrad                   | 7,2 % bei 240 MW <sub>th</sub>    | 31 %       |
| Brennstoff-Ausnutzungsgrad                 | 51,3 % bei 240 MW <sub>th</sub>   | 62 %       |
| Fernwärmeeinspeisung pro Jahr              | geplant: 2,0 TWh                  | 1,4 TWh    |
| Bruttostromerzeugung pro Jahr              | geplant: 12,0 TWh                 | 1,6 TWh    |
| CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor für Wärme | 361 kg/MWh                        | 374 kg/MWh |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Jahr       | bis zu 9 Mio. t                   | 1,6 Mio. t |

**Tabelle A.1:** Charakteristische Daten der Steinkohle-Heizkraftwerke Moorburg und Wedel (Quellen: [FHH 08], [TÜV 07], [Vattenfall 08] und eigene Berechnungen)

## A.2 Gewinn für die Temperatur des Elbwassers durch Auskopplung von Fernwärme?

Wie steht es mit dem „Punktgewinn für die Wasserqualität der Elbe“ (Fußnote 6 auf Seite 27) bei Auskopplung von Fernwärme aus dem HKW Moorburg?

Auch wenn die Stromerzeugung des HKW Moorburg bei zunehmender Fernwärmeauskopplung konstant gehalten wird, verringert sich die ungenutzt abgegebene Wärme aus dem Kohle-Heizkraftwerk mit zunehmender Auskopplung von Fernwärme. Bei einer Wärmeleistung von 240 MW (7,2 % thermischer Wirkungsgrad) sinkt die Kühlleistung um etwa 8 Prozent gegenüber der reinen Stromerzeugung ohne Wärmeauskopplung.

Am problematischsten ist die Erwärmung des Elbwassers im Sommer. In dieser Jahreszeit wird der Fernwärmebedarf im zentralen städtischen Fernwärmesystem jedoch bereits durch andere Wärme-

quellen gedeckt. Dazu kommt, dass die Durchflusskühlung schon bisher ab einer bestimmten Temperatur des Elbwassers durch Kreislaufkühlung mit einem Hybridkühlturm ersetzt werden musste. Somit ergab sich im Sommerhalbjahr ein deutlich geringerer Wärmeeintrag in die Elbe. In der kalten Jahreszeit ist die eingeleitete Kühlwassermenge wegen einer größeren zulässigen Aufwärmspanne des Kühlwassers niedriger. Daher ist bei einer Wärmeauskopplung im Prozentbereich ein Gewinn für die Wasserqualität der Elbe insgesamt marginal.

Anfang Juni 2017 hat die BUE in Reaktion auf ein Urteil des Europäischen Gerichtshofs dem Konzern Vattenfall verboten, weiterhin Elbwasser zur Kühlung des HKW Moorburg zu nutzen. Dadurch wurde die Frage nach einem Gewinn für die Temperatur des Elbwassers durch Nutzung von Fernwärme aus Moorburg obsolet.

### A.3 Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fernwärme aus dem Heizkraftwerk Moorburg

Die vom HKW Moorburg erzeugte Fernwärme ist keinesfalls CO<sub>2</sub>-frei, sondern sie ist mit einem großen Ausstoß von CO<sub>2</sub> verbunden. Das ergibt sich quantitativ nicht nur mit einer Betrachtung wie in Abschnitt A.1, sondern auch im Einklang mit der amtlichen Statistik, nach der die Finnische Bewertungsmethode zur Ermittlung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fernwärme heranzuziehen ist.

Die Wirkungsgrade der aktuellen Erzeugung von Strom und Wärme werden hierbei mit Referenz-Wirkungsgraden für die getrennte Erzeugung von Strom und Wärme verglichen, die von der EU-Kommission vorgegeben worden sind ([EU 15]).

Die Referenzwirkungsgrade für Steinkohle betragen 44,2 % für die Erzeugung von Strom und 88 % für die Erzeugung von Heißwasser. Mit Wirkungsgraden  $\eta_{el} = 43,6 \%$  und  $\eta_{th} = 7,2 \%$  für die Erzeugung von Strom und Wärme im HKW Moorburg ergeben sich die Verhältniszahlen  $s = 0,9857$  und  $w = 0,0818 = 7,2\% / 88\%$ . Daraus folgt bei  $240 \text{ MW}_{th}$  eine Primärenergieeinsparung von 6,3 % gegenüber ungekoppelten Prozessen nach der Formel  $PEE = 1 - 1 / (s + w)$ .

Der relative Brennstoffanteil für Wärme ergibt sich aus  $r = (1 - PEE) \cdot w = 7,66 \%$ . Bei der Verbrennung von Steinkohle werden  $c = 0,33912$  Tonnen CO<sub>2</sub> pro MWh ausgestoßen. Die relative CO<sub>2</sub>-Menge pro Einheit Wärme ist  $c \cdot r / \eta_{th}$ . Im Beispiel ergeben sich hierfür 0,361 Tonnen CO<sub>2</sub> pro MWh Wärme und 0,719 Tonnen CO<sub>2</sub> pro MWh Strom aus dem HKW Moorburg.

### A.4 Vergleich der Fernwärme aus den Heizkraftwerken Moorburg und Wedel

Nach Tabelle A.1 ist die maximale thermische Leistung des HKW Moorburg zwar nicht viel größer als diejenige des veralteten HKW Wedel, die maximale elektrische Leistung des HKW Moorburg ist jedoch mehr als sechsmal so groß wie die des HKW Wedel. Der mögliche Brennstoff-Ausnutzungsgrad ist beim HKW Moorburg wesentlich geringer als beim HKW Wedel. Beim HKW Moorburg wird sogar noch bei erheblicher Fernwärmeauskopplung fast die Hälfte des Brennstoffs Steinkohle nicht genutzt, beim HKW Wedel gut ein Drittel. Daher sind die oben errechneten spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen für die vom HKW Moorburg produzierte Wärme mit 0,361 Tonnen CO<sub>2</sub> pro MWh fast so groß wie diejenigen für das veraltete HKW Wedel mit 0,374 Tonnen CO<sub>2</sub> pro MWh (Tabelle A.1, Seite 29).

### A.5 Kosten für die Vermeidung von CO<sub>2</sub> durch KWK-Zuschläge

Obwohl nach § 1 und § 6 des 2016 beschlossenen KWK-Gesetzes neue, modernisierte oder nachgerüstete KWK-Anlagen, die Kohle verbrennen, keine Zuschlagszahlungen für KWK-Strom erhalten sollen, kann das (fast neue) **Steinkohle-Heizkraftwerk Moorburg** nach dem relativ wenig beachteten § 35 (Übergangsbestimmungen) KWK-Zuschläge für KWK-Strom beanspruchen. Dieser § 35 ist sehr verwickelt, so dass nicht öffentlich bekannt ist, welchen Absatz dieses Paragraphen Vatten-

fall nutzt. Bei den folgenden Berechnungen wird zur Orientierung davon ausgegangen, dass das HKW Moorburg für 30.000 Vollbenutzungsstunden eine KWK-Förderung von 3,1 Cent pro kWh KWK-Strom erhält (§ 7 (1) Nr. 5 KWK-G 2016).

„KWK-Strom“ ist nach § 2 KWK-G 2016 das rechnerische Produkt aus Nutzwärme und Stromkennzahl der KWK-Anlage.

„Stromkennzahl“ ist nach der gleichen Quelle das Verhältnis der KWK-Nettostromerzeugung zur KWK-Nutzwärmeerzeugung in einem bestimmten Zeitraum; die KWK-Nettostromerzeugung entspricht dabei dem Teil der Nettostromerzeugung, der physikalisch unmittelbar mit der Erzeugung der Nutzwärme gekoppelt ist.

Da die Stromkennzahl beim HKW Moorburg sehr hoch ist und nach Tabelle A.1 Werte bis zu 7 annehmen kann, sind die Zuschläge für den Strom, der in Kopplung mit Wärme erzeugt wird, ebenfalls sehr hoch. Pro MWh Wärme können bei Stromkennzahlen von 3, 5 oder 7 KWK-Zuschläge von 93, 155 bzw. 217 € bezogen werden, für die die Stromnutzer aufkommen müssen. Bei einer jährlichen Auskopplung von 1620 GWh Wärme, wie 2007 mit Bild 5 auf Seite 8 geplant, würden sich jährlich 150 Mio. €, 250 Mio. € bzw. 350 Mio. € an KWK-Zuschlägen ergeben. 30.000 Vollbenutzungsstunden wären dann innerhalb von etwa 5 Jahren ausgeschöpft, verbunden mit insgesamt 750 Mio. €, 1.250 Mio. € bzw. 1.750 Mio. € an KWK-Zuschlägen. Bei dem jetzt von Vattenfall ins Auge gefassten „Vattenfall-Szenario“ würden diese Gesamtbeträge sicher auf einen längeren Zeitraum gestreckt werden.

Mit der Auskoppelung von Ferndampf mit einer thermischen Leistung von 80 MW in 6.000 Stunden pro Jahr zur Belieferung der Ölwerke Schindler könnten mit einer Stromkennzahl von 5 jährlich KWK-Zuschläge von 75 Mio. € verbunden sein.

Eine interessante Frage ist, ob sich das Wirtschaftsministerium bei der Formulierung des besagten § 35 Gedanken über die Höhe des **CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten** gemacht hat, die mit KWK-Zuschlägen für Heizkraftwerke wie das Steinkohle-HKW Moorburg verbunden sind.

Mit  $t_V = 30.000$  Vollbenutzungsstunden des KWK-Zuschlags bei einer thermischen Leistung von 240 MW und bei einer durchschnittlichen Stromkennzahl von 5 (elektrische zu thermischer Leistung), sowie mit  $z_{KWK} = 31$  Euro pro MWh als KWK-Zuschlag nach § 7 (1) des geltenden Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetzes 2016 kann das **Heizkraftwerk Moorburg** als Förderung für den in Kraft-Wärme-Kopplung parallel zur Fernwärme erzeugten Strom insgesamt 1.116 Mio. € an KWK-Zuschlägen erhalten.

Mit den in Abschnitt A.3 definierten Größen und der dort infolge der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme ermittelten Primärenergieeinsparung von 6,3 % ergeben sich für die KWK-Förderung des HKW Moorburg spezifische CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten von **rund 330 Euro pro Tonne vermiedenes CO<sub>2</sub>** nach der folgenden Formel

$$\frac{t_V}{t} \cdot \frac{z_{KWK} \cdot \eta_{el}}{c \cdot (s + w - 1)}$$

Für die gesamten Vollbenutzungsstunden im Laufe der Nutzungszeit des HKW Moorburg wurden hier  $t = 54.000$  Stunden angenommen.

Zum Vergleich werden entsprechende Werte für **moderne Gasmotoren** mit thermischen und elektrischen Wirkungsgraden von jeweils 46 % berechnet werden. Bei einer thermischen Leistung von 100 MW ergeben sich mit 31 € KWK-Zuschlag pro MWh für den parallel zur Fernwärme erzeugten Strom insgesamt 93 Mio. € an KWK-Zuschlägen. Wird der erhöhte Zuschlag von 37 € pro MWh

für den Ersatz eines alten Kohlekraftwerks (Wedel) in Anspruch genommen, so erhöht sich dieser Wert auf 111 Mio. €.

Bei einer Primärenergieeinsparung von 26,9 % und einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von  $c = 0,2016$  Tonnen CO<sub>2</sub> pro MWh erhält man hier für die KWK-Förderung von Gasmotoren infolge der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme spezifische CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten von **67 € pro Tonne vermiedenes CO<sub>2</sub>** beim tieferen und **80 € pro Tonne vermiedenes CO<sub>2</sub>** beim höheren KWK-Zuschlagswert. Als gesamte Vollbenutzungsstunden im Laufe der Nutzungszeit der Gasmotoren wurden hier 86.000 Stunden angenommen.

Die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten für Gasmotoren liegen somit erheblich unter den mittleren CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten von EEG-Anlagen in Höhe von 182 € pro Tonne CO<sub>2</sub> nach [Schrader 11].

Die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten durch KWK-Zuschläge für Kraft-Wärme-Kopplung im HKW Moorburg liegen in einem nicht vertretbaren Bereich. Sie sind fünfmal höher als die gut vertretbaren Werte moderner Gasmotoren. Es erscheint daher sehr fraglich, ob es volkswirtschaftlich sinnvoll ist, mehr als eine Milliarde an Umlagen für KWK im HKW Moorburg auf die Strom-Nutzerinnen und -Nutzer überzuwälzen.

Das KWK-Gesetz „dient der Erhöhung der Nettostromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen ... im Interesse der Energieeinsparung sowie des Umwelt- und Klimaschutzes“ (§ 1 KWK-G). Fünfmal höhere CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten für Strom aus dem Kohle-Heizkraftwerk Moorburg als für Strom aus modernen Gasmotoren stehen sicher nicht im Einklang mit dieser gesetzlich verankerten Zielsetzung.

### A.6 Bedingungen für die Stilllegung des Heizkraftwerks Moorburg

Die Führung der Hamburger Grünen hat erklärt, eine Stilllegung des HKW Moorburg könne nur durch politische Beschlüsse der deutschen Bundesregierung erfolgen. Daher werde eine Weigerung, Fernwärme aus dem HKW Moorburg einzusetzen, keine Auswirkungen auf eine endgültige Abschaltung dieses besonders klimaschädlichen Steinkohle-Heizkraftwerks haben.

In der Tat wird ohne eine politische Steuerung der notwendige klimagerechte Ausstieg aus der Kohlenutzung zur Strom- und Wärmeversorgung nicht rechtzeitig erreicht werden. Der Folgerung, eine Verwendung von Fernwärme aus dem HKW Moorburg habe keine Auswirkungen auf den Zeitpunkt der Stilllegung dieses Heizkraftwerks kann jedoch nicht zugestimmt werden.

In einer Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) [Hermann 17] wurden kürzlich mehrere Optionen untersucht, mit denen für die Energiewirtschaft eine Reduzierung der Treibhausgase um 61 bis 62 Prozent bis zum Jahr 2030 gegenüber 1990 zu erwarten ist – gemäß dem von der Bundesregierung am 14. November 2016 beschlossenen Klimaschutzplan 2050 [BMUB 16]. Diese Begrenzung entspricht einer Halbierung der Treibhausgasemissionen der Energiewirtschaft gegenüber dem Jahr 2014.

Bei **Option 1** dieser Studie würden durch ein Kapazitätsmanagement Braun- und Steinkohlekraftwerke, die im Jahr 2030 40 Jahre oder älter sind, nach und nach stillgelegt werden.

Bei **Option 2** würde die Stilllegung bevorzugt Braunkohlekraftwerke als die CO<sub>2</sub>-intensivste Form der Strom- und Wärmeerzeugung betreffen. Reine Kraftwerke würden eher stillgelegt werden als Heizkraftwerke. Für das HKW Moorburg ergäbe sich bei beiden Optionen eine Laufzeit bis etwa 2050.

Eine grün geführte Umweltbehörde wird sich den Optionen 1 und 2 im Hinblick auf das besonders klimaschädliche HKW Moorburg kaum anschließen können.

**Option 3** sieht vor, dass CO<sub>2</sub> aus fossilen Kraftwerken national um 10 Euro pro Tonne verteuert wird. Ein nationaler-CO<sub>2</sub>-Preis-Aufschlag müsste in Deutschland wegen des Finanzverfassungsrechts über eine Ausweitung der Energiesteuer auf Kohle und Erdgas als Brennstoff für die Stromerzeugung umgesetzt werden. Wegen seines geringen Brennstoff-Ausnutzungsgrades würde damit das HKW Moorburg relativ früh unrentabel werden. Falls das HKW an größere Fernwärmenetze in Hamburg angeschlossen wäre, würde jedoch sicher versucht werden, das HKW mit Hilfe von höheren Fernwärmegebühren rentabel zu halten.

**Option 4** geht auf einen Vorschlag der grünen Bundestagsfraktion zurück ([Baerboeck 16]). Dieser sieht ein CO<sub>2</sub>-Budget für Kraftwerke vor, das sich am CO<sub>2</sub>-Jahresausstoß eines modernen Gaskraftwerks als Einstiegswert orientiert. Für Kohlekraftwerke läuft dieser Vorschlag auf eine jährliche Begrenzung auf 3.000 bis 4.000 Volllaststunden ab 2030 hinaus. Mit einer Begrenzung der Volllaststunden wird effektiv eine jährliche Maximalemission für Kraftwerke eingeführt, die abhängig von ihrer installierten Leistung und ihrem Wirkungsgrad ist. Wenn die Grenze für alle Kraftwerke einheitlich ist, produzieren modernere Kraftwerke mit hohem Energie-Ausnutzungsgrad oder Kraftwerke mit saubereren Brennstoffen innerhalb der erlaubten Grenze weniger CO<sub>2</sub>. Beim 1.600-MW-Kraftwerk Moorburg entspräche diese Einstiegsbegrenzung rund 5,3 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr, eine erhebliche Reduzierung des möglichen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes nach Tabelle A.1 von bis zu 9 Mio. t CO<sub>2</sub>.

Für KWK-Anlagen wurde in [Baerboeck 16] statt eines CO<sub>2</sub>-Budgets ein begrenzender Energie-Ausnutzungsgrad des eingesetzten Brennstoffs von 75 % vorgesehen. [Hermann 17] nennt einen begrenzenden Energie-Ausnutzungsgrad von 70%, ab dem KWK-Anlagen von der beschriebenen Volllaststunden-Begrenzung ausgenommen wären. Da mit dem HKW Moorburg diese Werte bei weitem nicht zu erreichen sind, müsste das HKW auch im Fall der Option 4 nach 2030 durch höhere Fernwärmegebühren rentabel gehalten werden oder der Anschluss des Hamburger Fernwärmenetzes könnte sich sogar als gestrandete Investition erweisen.

Insgesamt zeigt sich also, dass ein Anschluss des HKW Moorburg an Hamburger Fernwärmenetze erhebliche Auswirkungen auf die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen dieses Heizkraftwerks und auf den Zeitpunkt seiner Stilllegung haben würde.

Die kaum haltbare Behauptung des grünen Umweltsenators, ein Fernwärmeanschluss an das HKW Moorburg habe keine Auswirkungen auf eine endgültige Abschaltung dieses besonders klimaschädlichen Steinkohle-Heizkraftwerks, ist auch aus folgendem Grund bemerkenswert:

Auf Veranlassung der Hamburger Grünen wurde in den rot-grünen Koalitionsvertrag im Jahr 2015 der Satz aufgenommen:

„Ein Neuanschluss kohlegefeuerter Erzeugungsanlagen an städtische oder andere Wärmenetze wird von der Koalition weder angestrebt noch unterstützt.“

Allein schon mit einem Anschluss der Ölwerke Schindler an das HKW Moorburg zum Zweck einer Belieferung mit Ferndampf anstelle der Belieferung durch die Müllverbrennungsanlage Rugenberger Damm (MVR) würde ein Neuanschluss der kohlebefeuerter Erzeugungsanlage Moorburg an ein „anderes Wärmenetz“ erfolgen. Ohne eine „Unterstützung“ der rot-grünen Koalition wäre dieser Neuanschluss kaum durchführbar.

## Anhang B: Zur Geschichte der Moorburg-Trassen

### B.1 Die Geschichte der Moorburg-Trasse 1.0

|            |  |
|------------|--|
| 12.7.2004  | Vattenfall kündigt die Absicht an, in Hamburg-Moorburg ein Kraftwerk zu bauen.   |
|            | Die damalige Umweltstaatsrätin Herlind Gundelach (CDU) animiert den Konzern im Mai 2006, das Kraftwerk größer zu bauen als geplant. Vattenfall beschließt daraufhin, statt 700 Millionen € rund 1,7 Milliarden € zu investieren. |
| 27.10.2006 | Genehmigungsantrag zur Errichtung und zum Betrieb des Kraftwerks Moorburg  |
| 4.5.2007   | Die Norddeutsche Affinerie (jetzt Aurubis) verzichtet auf den Bau eines eigenen Kraftwerks und unterzeichnet einen Vertrag zur Beteiligung am Kraftwerk Moorburg.  |
| 14.11.2007 | Genehmigung des Kraftwerks Moorburg durch die BSU (CDU-Senat)  |
| 29.8.2007  | Einleitung des <b>Genehmigungsverfahrens für die Moorburg-Trasse 1.0</b>   |
|            | Am 10. März 2008 verstreicht eine Frist der BSU zur Erteilung der endgültigen Kraftwerksgenehmigung. Die Behörde verlängert die Frist um drei Monate.  |
| 14.4.2008  | Vattenfall reicht beim Hamburgischen Obergericht (OVG) Untätigkeitsklage ein.  |
| 16.7.2008  | Erörterungstermin für die Moorburg-Trasse vor dem OVG  |
|            | Am 25. August 2008 ergeht ein Hinweisbeschluss des OVG Hamburg, der die Rechtsposition von Vattenfall stärkt.  |
| 30.9.2008  | <b>Genehmigung des Kraftwerks Moorburg</b> unter Auflagen durch die grün geführte BSU  |
|            | Im Herbst 2008 schmiedeten die CDU und die Grünen die erste schwarz-grüne Koalition Deutschlands.  |
|            | Vattenfall klagte gleich zweifach: Im Oktober 2008 vor dem Obergericht in Hamburg gegen die Genehmigung. Und im April 2009 verklagte der Konzern Deutschland vor dem Internationalen Schiedsgerichtshof in Washington.           |
| 24.6.2009  | <b>Genehmigung der Moorburg-Trasse 1.0</b>   |
| 10.7.2009  | <b>Ab Anfang Juli soll mit den Arbeiten begonnen werden. Die gesamte Bauzeit soll drei Jahre betragen.</b>   |
| Ende 2009  | Baumbesetzungen durch AktivistInnen in Altona  |
| 28.1.2010  | Umweltstaatsrat Christian Maaß fordert Vattenfall auf, auf die Fernwärmeleitung zu verzichten.   |

|              |  |
|--------------|--|
| März 2010    | Vorläufiger Baustopp durch das Oberverwaltungsgericht  |
| 7.5.2010     | Vattenfall bereitet die Unterlagen für ein neues Planfeststellungsverfahren vor.   |
| Februar 2011 | Vernetzungstreffen der Bürgerinitiative Moorburgtrasse-Stoppen   |
| 18.8.2011    | Altonaer Regionalkoalition aus SPD und GAL lehnt Moorburg-Trasse ab.   |
| 22.9.2013    | Erfolgreicher <b>Volksentscheid zum Rückkauf der Hamburger Energienetze</b>  |
| 22.1.2014    | „Moorburgtrasse durch den Volksentscheid abgewählt“ (Dr. Andreas Dressel, SPD)   |
| 16.12.2014   | Der Senat stellt in Drs. 20/14023 (16.12.2014) unter Verweis auf Drs. 20/10767 (11.2.2014) fest, das Verfahren zur Planfeststellung der Fernwärmetrasse sei noch nicht abgeschlossen. Nach derzeitigem Stand könne von der grundsätzlichen Zulassungsfähigkeit ausgegangen werden. |

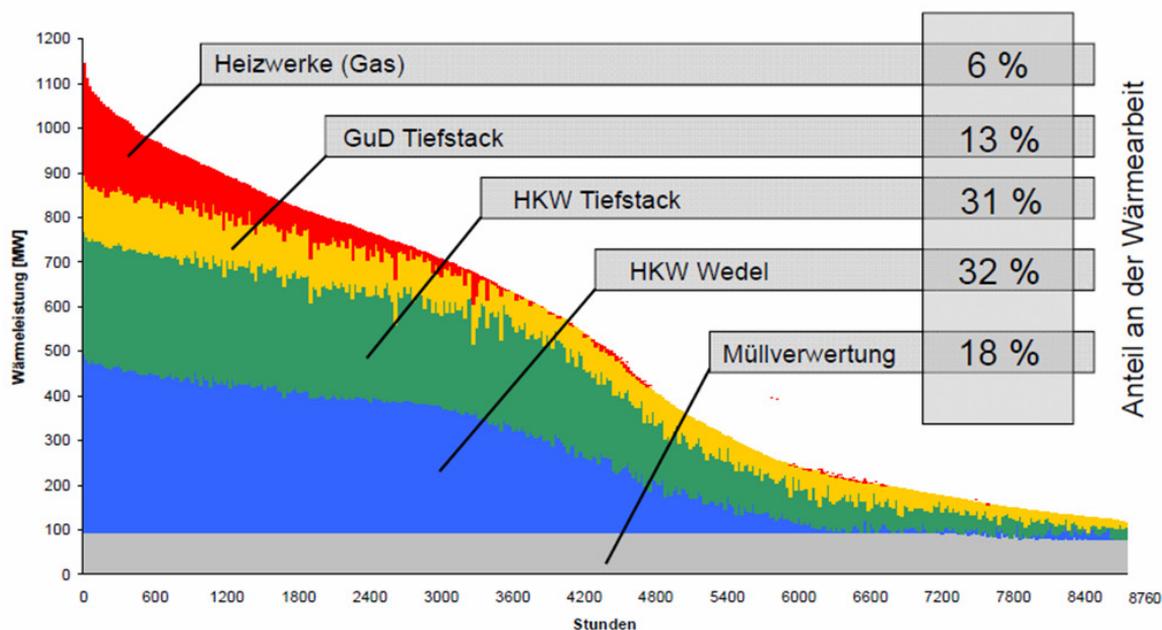
## B.2 Die bisherige Geschichte der Moorburg-Trasse 2.0

|                 |   |
|-----------------|---|
| 7.12.2015       | <p>Abschluss des „<b>BET-Gutachtenprozesses</b>“. Das Gutachterbüro BET empfiehlt das HKW Wedel durch Gasmotoren am Standort Stellingen, durch industrielle Abwärme der Kupferhütte Aurubis und durch ein Biomasse-Heizkraftwerk zu ersetzen.</p> <p>Laut Senator Kerstan hat am 7.12.2015 eine Abstimmung zwischen dem Bürgermeister und Vattenfall stattgefunden, ohne eine klare Übereinstimmung in den Positionen.</p> <p>Der Aufsichtsrat der VWH beschließt am 8.12.2015 den Übergang vom „GuD-Szenario“ zum „<b>Alternativ-Szenario</b>“ für den Ersatz des HKW Wedel, da keine Einigung für ein GuD-Heizkraftwerk am Standort Wedel möglich war.</p> <p>Das HKW Wedel soll von Vattenfall technisch <b>ertüchtigt</b> werden für einen Betrieb bis mindestens 2021.</p> <p>Von der BUE sollen vier neue Gutachtenaufträge vergeben werden, darunter einer zur Integration erneuerbarer Wärme.</p> |
| 30.6.2016 (ENB) | <p>Gutachtenauftrag „Einsatz von erneuerbaren Energien im Fernwärmenetz“ Anfang Juni an das Hamburg Institut (HIC)</p> <p>Erstergebnisse Mitte Juli, Abschluss Mitte September erwartet</p>   |
| 1.9.2016 (ENB)  | <p>Präsentiert werden von der BUE <b>sechs Szenarien</b>, darunter drei mit einer <b>Fernwärme-Trasse</b> von Bahrenfeld zur Müllverwertungsanlage Rugenberger Damm (MVR) bzw. zum HKW Moorburg:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vattenfall Szenario</li> <li>• MVR und neue Gaslösung</li> <li>• Konzepte Stellingen und MVR (noch keine Nutzung des Standorts Dradenau etc.)</li> </ul>  |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <p>10.11.2016<br/>(ENB)</p> | <p>Einem „Szenario Nord“ wird ein „Szenario Süd“ gegenüber gestellt.</p> <p>Beim „Szenario Süd“, das auch das „abfallwirtschaftliche Konzept Stellingen“ und „Gasinfrastruktur“ am Haferweg enthält, werden sechs „Vorteile“ und keine Nachteile aufgezählt. Für das „Szenario Nord“ werden vier „Vorteile“ und zwei „Nachteile“ aufgezählt, nämlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoher Anteil fossiler Gasinfrastruktur</li> <li>- Perspektiven für weitere EE-Potenziale begrenzt</li> </ul> <p>Die Bewertung berücksichtigt nur den „EE-Anteil“ und nicht die CO<sub>2</sub>-Emissionen.</p> <p>Die zu erwartende Restlaufzeit des HKW Wedel spielt trotz des für das HIC-Gutachten vorgegebenen hohen Stellenwertes keine Rolle. Und das, obwohl die BUE am 13.12.16 beim „Richtungsentscheid“ erklärte: <b>„Ziel ist der schnellstmögliche Ersatz des Kohlekraftwerks in Wedel durch einen Mix von dezentralen Anlagen mit Erneuerbaren Energiequellen.“</b></p> |
| <p>7.12.2016</p>            | <p>In der BUE wird ein „Szenario Süd mit EE+“ präsentiert, das neben der Wärmepumpe Draudenau (60 MW<sub>th</sub>) ein Strohheizwerk (77 MW<sub>th</sub>), industrielle Abwärme (25 MW<sub>th</sub>), Solarthermie (28 MW<sub>th</sub>) und Power-to-Heat (PtH) Moorburg mit 50 MW<sub>th</sub> enthält, dazu einen Aquiferspeicher in Stellingen. Diese nichtöffentliche Präsentation zeigt auch eine neue <b>Fernwärmeleitung</b> vom HKW Moorburg zur Müllverwertungsanlage Rugenberger Damm.</p>   |
| <p>13.12.2016</p>           | <p>Beim „Richtungsentscheid“ der Gesellschafterversammlung der Vattenfall Wärme Hamburg GmbH (VWH) am 12. Dezember 2016 werden Planungsmittel für die Netzplanung in Höhe von 5,5 Mio. Euro freigegeben.</p> <p>Die BUE erklärt unter Bezug auf das „Süd-Szenario“: „Um in diesem Szenario die Anbindung ans Wärmenetz im Westen der Stadt zu ermöglichen, wurde eine Vorplanung für eine <b>Wärmeleitung aus dem Süden</b> vereinbart. Im Norden soll vor allem der Standort Stellingener Moor eine Rolle spielen, den die Stadtreinigung derzeit bereits intensiv für ein abfallwirtschaftliches Zentrum prüft, das erhebliche Mengen Energie ins Wärmenetz einspeisen soll.“</p> <p>Herr Beckereit (Hamburg Wasser) zeigt die später bestätigte Führung der Süd-Trasse.</p>   |
| <p>23.3.2017</p>            | <p>Die BUE stellt dem Energienetzbeirat eine komplizierte <b>„Projektstruktur“</b> bis zum Erreichen der Voraussetzungen für Investitions-Entscheidungen am 31.10.2017 vor. Vattenfall erhält dabei u. a. die Zuständigkeit für den Fernwärme-<b>Leitungsbau</b> und die Systemintegration.</p>  |
| <p>11.5.2017</p>            | <p>Zwischenstand-Präsentation eines Gutachtens von LBD im ENB. Nach einer umfangreichen Kritik des Gutachtens von HIC durch eine Arbeitsgruppe des ENB soll ein fertiges, transparentes Gutachten von LBD nicht vor Abschluss der Projektierung vorgelegt werden.</p>  |
| <p>13.6.2017</p>            | <p>Der geplante Verlauf der von Vattenfall <b>projektierten Süd-Trasse</b> wird von der BUE öffentlich vorgestellt. Für den 27.6.2017 wird zu einem Scoping-Termin zur Klärung des Umfangs und der Methoden der Umweltverträglichkeits-Untersuchung eingeladen.</p>  |
| <p>30.6.2017</p>            | <p>Die BUE teilt u. a. mit, dass das Teilprojekt <b>Solarthermie</b> des Süd-Szenarios in der Modellierung keine Berücksichtigung mehr findet. Die in Altenwerder vorgesehene Fläche steht nicht mehr zur Verfügung. Bereits bei einer früheren Sitzung des ENB lehnte Senator Kerstan jedoch die Berücksichtigung von doppelt so großen für Solarthermie geeigneten Flächen direkt am Standort Stellingen beim Nord-Szenario aus Zeitgründen ab. Die BUE selbst hatte für ein Nord-Szenario keine für Solarthermie geeigneten Flächen gefunden.</p>   |

## Anhang C: Berechnungen und Erläuterungen zu den bewerteten Nord- und Süd-Szenarien

### C.1 Benötigte Wärmeleistung für den Ersatz des Heizkraftwerks Wedel



**Bild C.1:** Exemplarische Jahresdauerlinie der Vattenfall Wärme Hamburg GmbH (VWH) mit Beiträgen der wichtigsten Fernwärmeerzeuger im Jahr 2009. (Quelle: [Wasmuth 16], Folie 7)

Bild C.1 zeigt die bekannten Jahresdauerlinien der Lieferungen von Wärme ins zentrale Hamburger Fernwärmesystem im Jahr 2009. Die blaue Fläche entspricht einer jährlichen Fernwärmelieferung durch das HKW Wedel von etwa 1.430 GWh.

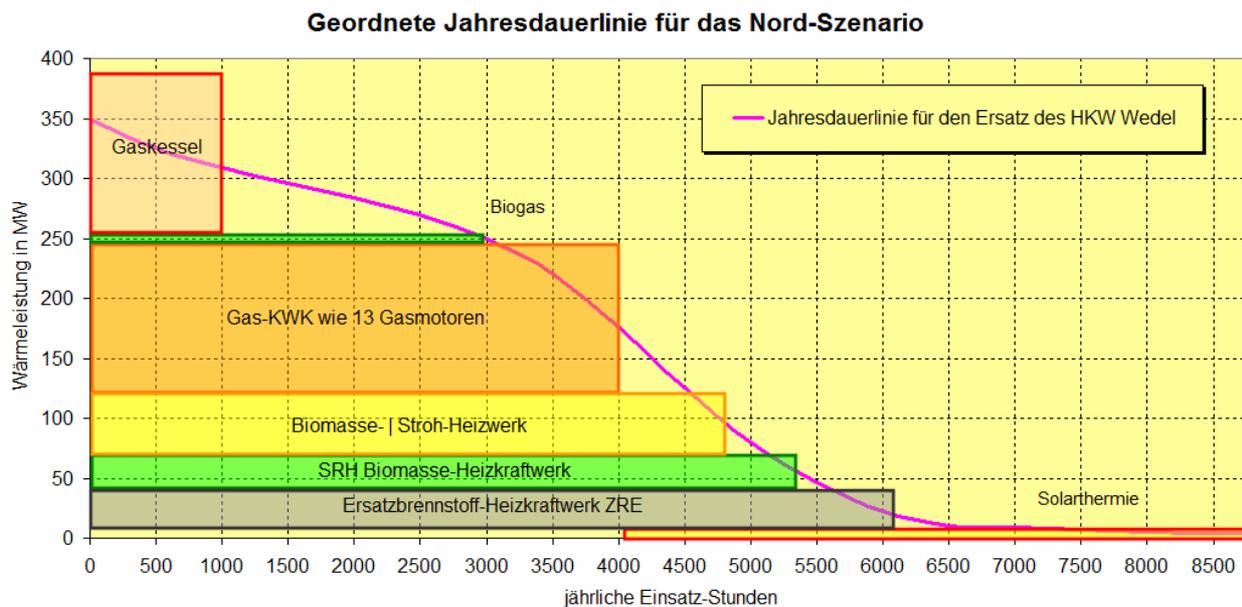
Da die Jahresdauerlinie in Bild C.1 zu einem ungewöhnlich kalten Jahr gehört, wird für den Ersatz des HKW Wedel auch von der BUE eine **jährliche Fernwärmelieferung von 1.300 GWh** geplant.

### C.2 Die Einsatzreihenfolge beim bewerteten Nord-Szenario

Bild C.2 enthält Informationen zur Einsatzreihenfolge und zu den jährlichen Einsatzzeiten für das in Tabelle 2 auf Seite 14 beschriebene bewertete Nord-Szenario.

Die nach [Siechau 16] von der Stadtreinigung Hamburg (SRH) am Zentrum für Ressourcen und Energie (ZRE) geplanten KWK-Anlagen, Biomasse-Heizkraftwerk und Ersatzbrennstoff-Heizkraftwerk, sollen erst Ende 2022 einsatzfähig sein. Daher ist von besonderem Interesse, ob mit den anderen Modulen eine frühere Stilllegung des Kohle-HKW Wedel möglich ist.

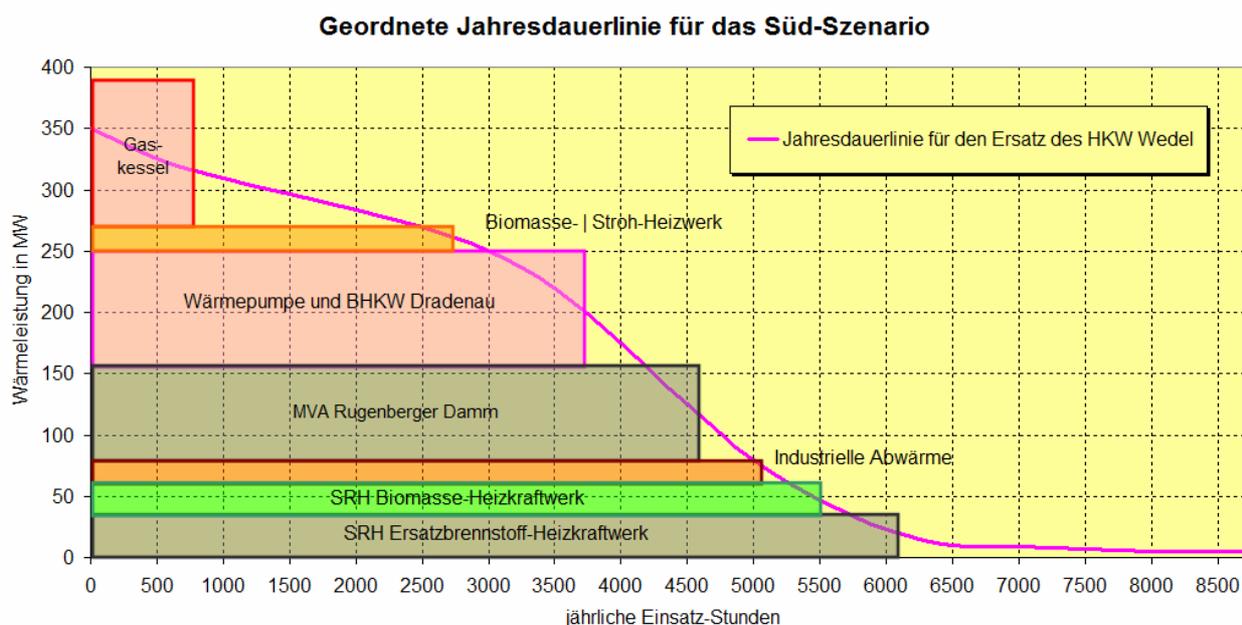
Ähnlich wie bei dem in Bau befindlichen Energiewendekraftwerk in Kiel ([Mayer 17]) könnten die Gas-KWK-Anlagen relativ rasch einsatzfähig sein, wenn dies von der BUE und vom Unternehmen VWH gewollt wäre und entsprechend vorangetrieben würde. Orientiert an den Planungs- und Bauzeiten in Kiel könnte die zeitliche Grenze für die KWK-Zuschläge Ende des Jahres 2022 ohne weiteres eingehalten werden (Bild 10, Seite 20). Die Übergangsphase zwischen dem Einsatz-Zeitpunkt der neuen Gas-KWK-Anlagen und der Fertigstellung der neuen Wärmeversorgungsanlagen des ZRE und des im HIC-Gutachten vorgeschlagenen Biomasse-/Stroh-Heizwerks könnte mit einem umfangreicheren Einsatz vorhandener Kapazitäten an Erdgas-Heizwerken und mit Wärmelieferungen aus dem mittleren und dem östlichen Teil des zentralen Fernwärmesystem überbrückt werden.



**Bild C.2:** Module des bewerteten Nord-Szenarios für den Ersatz des HKW Wedel (zu Tabelle 2 auf Seite 14). Die normale Einsatzreihenfolge und die jährlichen Einsatzzeiten sind hieraus ablesbar.

Da zur Einbindung der neuen Wärmeversorgungsanlagen des ZRE ohnehin eine relativ kurze Fernwärme-Trasse vom Standort Stellingen zur Pumpstation Haferweg gebaut werden soll, sind die weiteren Aufwendungen von Versorgungsleitungen zum Standort Stellingen für Gas-KWK-Anlagen und für das Biomasse-/Stroh-Heizwerk (Strom- und Gasleitung) relativ gering.

Mit dem Nord-Szenario ergibt sich so eine gute Perspektive für eine ziemlich rasche Stilllegung des HKW Wedel.



**Bild C.3:** Module des bewerteten Süd-Szenarios für den Ersatz des HKW Wedel (zu Tabelle 3 auf Seite 15). Die normale Einsatzreihenfolge und die jährlichen Einsatzzeiten sind hieraus ablesbar.

### C.3 Die Einsatzreihenfolge beim bewerteten Süd-Szenario

Bild C.3 zeigt die Einsatzreihenfolge und die jährlichen Einsatzzeiten für das bewertete Süd-Szenario, das in Tabelle 3 auf Seite 15 beschrieben wurde.

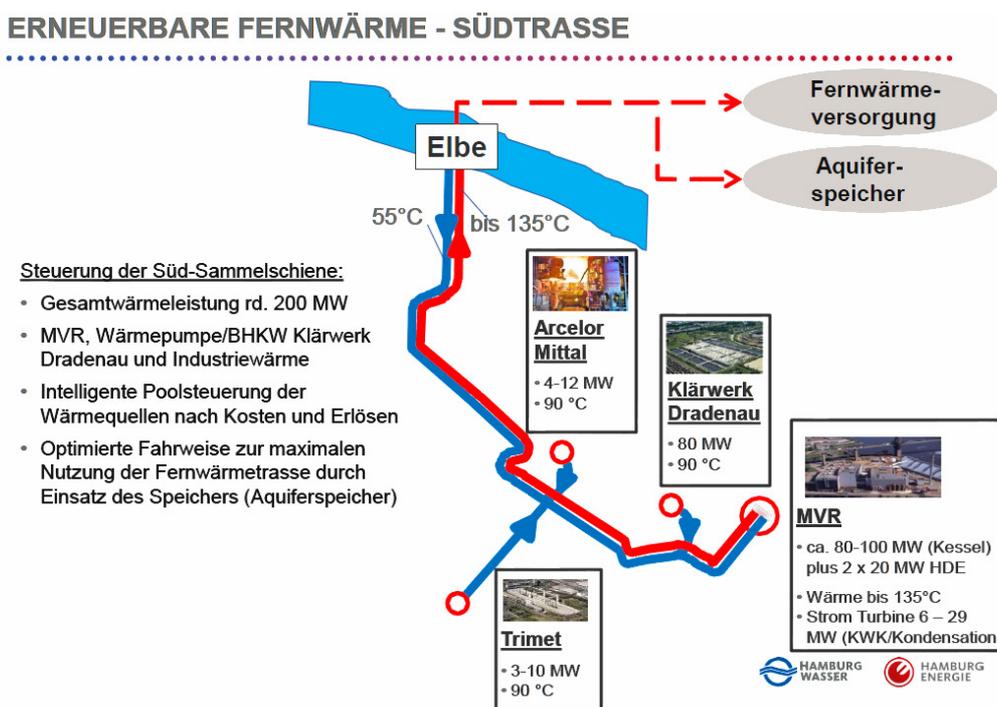
Nach Planungen der Stadtreinigung Hamburg sollen die am Zentrum für Ressourcen und Energie (ZRE) vorgesehenen KWK-Anlagen, Biomasse-Heizkraftwerk und Ersatzbrennstoff-Heizkraftwerk, Ende 2022 einsatzfähig sein. Mit der Verfügbarkeit der Fernwärmebeiträge, die die Fertigstellung einer Süd-Trasse benötigen, wäre aber erst im Jahr 2025 zu rechnen (Bild 10, Seite 20).

In einer vom Energienetzbeirat eingesetzten Arbeitsgruppe zur Kritik des HIC-Gutachtens schlug dessen Hauptautor Matthias Sandrock vor, die Zeit zwischen 2022 und 2025 mit eigens gekauften Erdgas-Anlagen (Heizwerke und/oder KWK-Anlagen) zu **überbrücken**, um so das HKW Wedel früher stilllegen zu können. Hierzu in der Arbeitsgruppe vorgenommene Kalkulationen ergaben einen Mehraufwand in der Größenordnung von 100 Mio. €, der insbesondere daraus resultiert, dass nur etwa ein Drittel der zur Überbrückung gekauften Gas-Heizwerke im Unternehmen VWH weiterverwendet werden könnte. Eine Überbrückung mit KWK-Anlagen wie Gasmotoren würde faktisch auf ein Nord-Szenario hinauslaufen mit der Folge, dass ganz auf die kostenintensive Süd-Trasse verzichtet werden könnte (detaillierter in Abschnitt 2.5 von [Rabenstein 17]).

Wegen der ohnehin schon sehr hohen Kostenbelastung durch den Bau einer Süd-Trasse erscheint eine weitere Kostenbelastung in der Größenordnung von 100 Mio. €, nur um den Nachteil der längeren Bauzeit des Süd-Szenarios auszugleichen, für das Unternehmen VWH nicht tragbar. Der Netze-Volksentscheid schreibt eine sozial gerechte Energieversorgung vor. Damit verbietet sich eine starke Erhöhung der Fernwärmepreise infolge des Ersatzes des HKW Wedel.

### Hydraulische Einbindung von Wärme-Versorgungsanlagen im Süd-Szenario

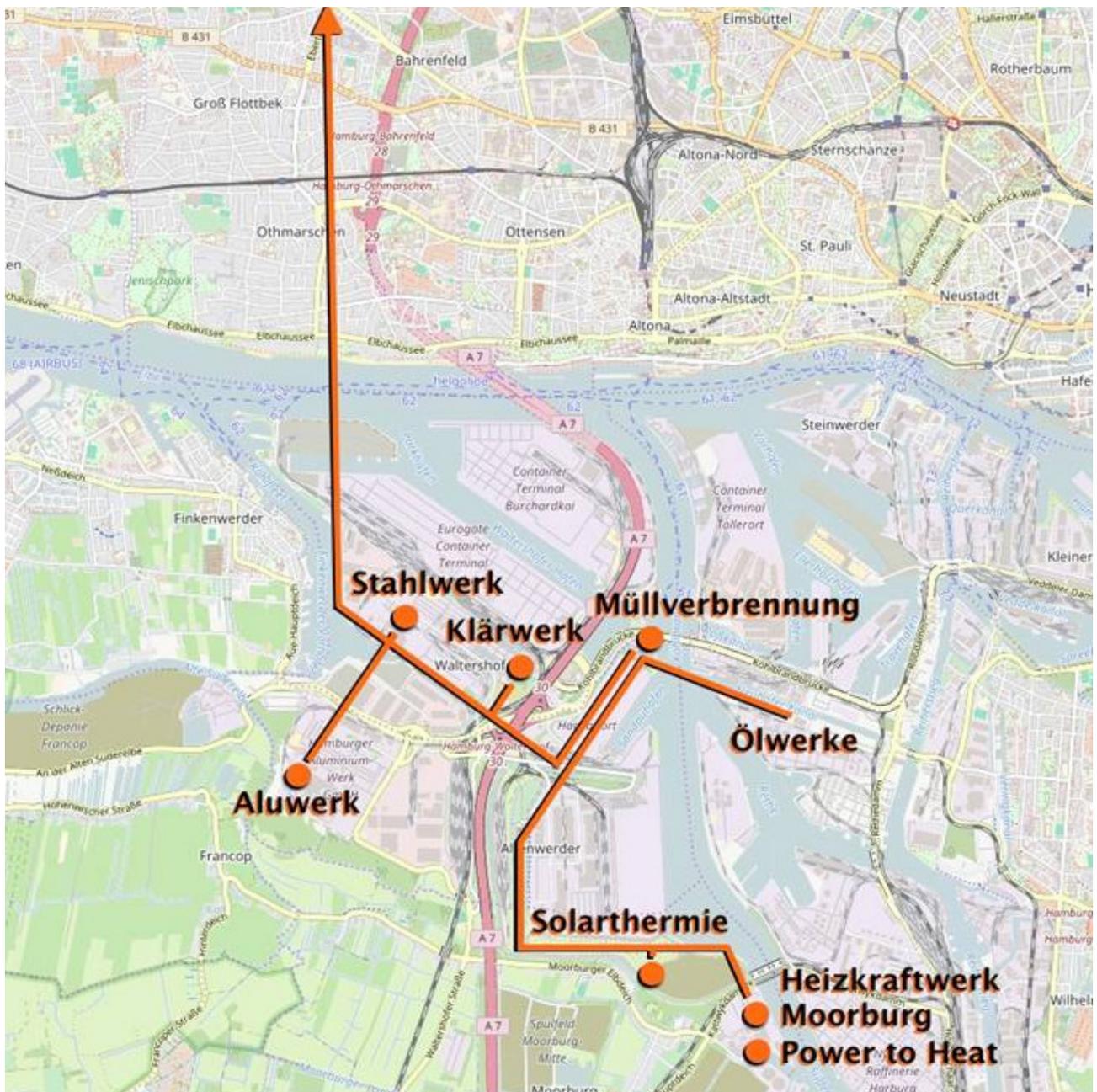
Bild C.4 aus [Beckereit 16] lässt sich entnehmen, auf welche Art die wichtigsten Wärmeversorgungsanlagen im Süd-Szenario über eine „Süd-Sammelschiene“ in das zentrale Fernwärmesystem eingebunden werden können.



**Bild C.4:** Skizze zur hydraulischen Einbindung von Anlagen im „Szenario Süd EE+“ (Quelle: [Beckereit 16]). Blau: Fernwärme-Rücklauf, rot: Fernwärme-Vorlauf.

## Ersatz des HKW Wedel – ohne oder mit Kohle-Wärme aus dem HKW Moorburg?

Der Fernwärme-Rücklauf (blau in Bild C.4) wird zunächst durch die industrielle Abwärme leicht erwärmt. Im Klärwerk Dradenau wird die Rücklauftemperatur mit der Abwasser-Wärmepumpe auf bis zu 90 °C angehoben. Eine weitere Temperaturerhöhung kann in der Müllverbrennungsanlage MVR erfolgen, soweit das nötig ist.



**Bild C.5:** Erzeugungsmodule des „Szenarios Süd EE+“ und mögliche Verläufe von neuen Fernwärmeleitungen (Bild: Christian Völker auf Basis von OpenStreetMap, Lizenz CC BY-SA)

In Bild C.5 sind ergänzend zu Bild 2 auf Seite 5 auch die Positionen der Ölwerke Schindler, des „ruhig gestellten“ Projektes Solarthermie und des HKW Moorburg zu sehen.

Mit einer Verlängerung der „Süd-Sammelschiene“ könnte auch die von Vattenfall für den Standort Moorburg projektierte Power-to-Heat-Anlage mit einer Leistung von 50 MW eingebunden werden. In einer Präsentation der BUE vom 10.11.2016 wurde mit der Kennzeichnung „ÜNB / PtH“ darauf hingewiesen, dass diese Wärmespeicher-Anlage vom Übertragungsnetzbetreiber als zuschaltbare Last genutzt werden könnte, um Abregelungen von Stromquellen bei Netzengpässen zu vermeiden.

Nach den Vorschlägen für die Süd-Szenarien müsste vom HKW Moorburg neben der bereits vorgesehenen Ferndampfleitung, mit der die Ölwerke Schindler in Zukunft nicht mehr von der MVR sondern aus dem Kohle-HKW Moorburg versorgt werden sollen, eine parallele neue Fernwärmeleitung gebaut werden, um die Fernwärme aus der Power-to-Heat-Anlage ins zentrale Fernwärmesystem zu transportieren.

#### **C.4 Indikative Wärmekosten des bewerteten Nord-Szenarios**

##### **Hinweise zu Tabelle C.1 mit der Berechnung der Wärmekosten des Nord-Szenarios:**

Kosten-Annahmen für neue Versorgungsleitungen am Standort Stellingen:

Gasanschluss Stellingen: 2,5 Mio. € ([Ederhof 15] Seite 31)

Fernwärme-Leitung: 12,5 Mio. € ([Ederhof 15] Seite 30; enthalten sind 2,5 Mio. für den Höhenunterschied und für Anbindung der Solarthermie)

Strom-Leitung: keine Kosten; Teile der Gas-KWK am Standort Haferweg möglich ([Ederhof 15] Seite 32)

Erdgas-HW: Investitionskosten orientiert an HIC-Gutachten mit der Annahme, dass 50 MW schon am Standort Haferweg verfügbar sind

EBS-HKW und Biomasse-HKW: Übernahme der Wärmekosten vom HIC-Gutachten

Biogas-HW: Spitzenlast-Heizwerk entsprechend Planung des ZRE. Gerechnet wurde mit Erdgas, da Biogas günstiger verkauft werden kann.

Gas-KWK: Investitionskosten orientiert an HIC-Gutachten

Solarthermie: Doppelt so große Kollektorfläche wie im HIC-Gutachten, über Parkplätzen direkt am Standort Stellingen, auf Dachflächen usw. Zusatzkosten für Aufständigung: 80 € pro m<sup>2</sup> Kollektorfläche nach diversen Herstellerangaben. Erhöhte Betriebskosten im Vergleich zum HIC-Gutachten.

Biomasse/Stroh-HW: Die Investitionskosten orientieren sich am HIC-Gutachten mit Zuschlägen für geringere Leistung.

Die Reduktion der Leistung von 77 MW bei HIC auf nur noch 18 MW in [BUE 17b] wurde vom BUE-Sprecher damit begründet, dass in Norddeutschland oder sogar Nordeuropa kein größeres Belieferungspotenzial bestünde. Diese Einschätzung ist nicht nachvollziehbar. Sie steht nicht nur in starkem Widerspruch zum HIC-Gutachten. In Drs. 20/14648 vom 17.2.2015 („Wärmekonzept“) stützte sich die BSU auf die Biomassestudie 2009 der BSU aus dem Jahr 2009. Diese rechnet mit 50.000 Tonnen holzartiger Biomasse pro Jahr (Seite 20) allein aus Hamburg (entsprechend etwa 12 MW Wärmeabgabe). Das Potenzial in der Metropolregion Hamburg ist ungleich größer (Studie Biomasse-Nutzung in der Metropolregion Hamburg, 16.10.2009). Dazu kommt das Potenzial an Stroh, das im HIC-Gutachten analysiert wurde. Alles in allem bestünde vom Biomasse-/Stroh-Potenzial her offensichtlich mittelfristig sogar eine gute Grundlage für die von HIC geplante Leistung von 77 MW. Trotzdem wurden nur 50 MW angesetzt.

## Ersatz des HKW Wedel – ohne oder mit Kohle-Wärme aus dem HKW Moorburg?

| Standort                    |               | Stellingen            |            |            |                      |                   |              |             |
|-----------------------------|---------------|-----------------------|------------|------------|----------------------|-------------------|--------------|-------------|
|                             |               | Haferweg              | EBS-HKW    | Biom.-HKW  | Biogas-HW            | Gas-KWK (Motoren) | Bio/Stroh-HW | Solar       |
| Erzeugungsanlage            | Einheit       | Erdgas-HW (teils neu) |            |            |                      |                   |              |             |
| <b>Kenngröße</b>            |               |                       |            |            |                      |                   |              |             |
| Brennstoff                  |               | Erdgas                | Abfall     | Biomasse   | Biogas               | Erdgas            | Biom/Stroh   | Sonnenen.   |
| <b>Anlagendaten</b>         |               |                       |            |            |                      |                   |              | 80.000      |
| max. el. Leistung           | MW_el         | 0                     | 4,5        | 6,5        |                      | 126               |              |             |
| max. th. Leistung           | MW_th         | 137                   | 33         | 28         | 10                   | 126               | 50           | 8           |
| max. Wirkungsgrad el.       | %             |                       |            |            |                      | 46%               |              |             |
| max. Wirkungsgrad th.       | %             | 95%                   |            |            | 95%                  | 46%               | 90%          |             |
| Brennstoffnutzung           | %             | 95%                   |            |            | 95%                  | 92%               | 90%          |             |
| Laufzeit (theoretisch)      | h/a           | 1.000                 | 6.100      | 5.350      | 3.000                | 4.000             | 4.800        | 4.700       |
| Wärmeenergie                | MWh/a         | 137.300               | 201.300    | 149.800    | 30.000               | 504.000           | 240.000      | 37.600      |
| Strom                       | MWh/a         |                       | 27.450     | 34.775     |                      | 504.000           |              |             |
| <b>Brennstoffkosten</b>     |               |                       |            |            |                      |                   |              |             |
| Brennstoffpreis             | €/MWh         | 23,44                 |            |            | 23,44                | 23,44             | 19,48        |             |
| Energiesteuer               |               | 5,50                  |            |            | 5,50                 |                   |              |             |
| Kosten Brennstoff / MWh     | €/MWh         | 28,94                 |            |            | 28,94                | 23,44             | 19,48        |             |
| <b>Brennstoffkosten</b>     | T €/a         | <b>4.183</b>          |            |            | <b>914</b>           | <b>25.682</b>     | <b>5.195</b> |             |
| <b>Kapitalkosten</b>        |               |                       |            |            |                      |                   |              |             |
| Investition Neuanlage       | T €           | 29.100                |            |            | 3.500                | 117.000           | 32.000       | 24.800      |
| ggfls. Förderung            | T €           | 0                     |            |            | 0                    | 0                 | 0            | 8.280       |
| Investition nach Förderung  | T €           | 29.100                |            |            | 3.500                | 117.000           | 32.000       | 16.520      |
| Annuisierungsdauer          | a             | 20                    |            |            | 20                   | 20                | 20           | 25          |
| Zinssatz                    | %             | 3%                    |            |            | 3%                   | 3%                | 3%           | 3%          |
| <b>Kapitalkosten gesamt</b> | T €/a         | <b>1.956</b>          |            |            | <b>235</b>           | <b>7.864</b>      | <b>2.151</b> | <b>949</b>  |
| <b>Betriebskosten</b>       |               |                       |            |            |                      |                   |              |             |
| Wartung/Instandhaltung      | % Invest.     | 1%                    |            |            | 1%                   | 2%                | 1,5%         | 0,5%        |
| Wartung/Instandhaltung      | T €/a         | 291                   |            |            | 35                   | 2340              | 480          | 124         |
| Beschäftigte VZÄ            | P             | 4                     |            |            | 0,5                  | 8                 | 12           | 0,5         |
| Personalkosten              | T €           | 300                   |            |            | 37,5                 | 600               | 900          | 38          |
| Verwaltung/Versicherung     | T €           | 291                   |            |            | 35                   | 1.170             | 320          | 124         |
| variable Kosten             | T €/a         | 137                   |            |            | 30                   | 1008              | 240          | 38          |
| <b>Betriebskosten</b>       | T €/a         | <b>1.019</b>          |            |            | <b>138</b>           | <b>5.118</b>      | <b>1.940</b> | <b>323</b>  |
| <b>Stromerlös</b>           |               |                       |            |            |                      |                   |              |             |
| KWK-Zuschlag (30.000 h)     | €/MWh         |                       |            |            |                      | 37,4              |              |             |
| mit 3000 h/a                | €/MWh         |                       |            |            |                      | 28,1              |              |             |
| KWK-Zulage                  | T €           |                       |            |            |                      | <b>14.137</b>     |              |             |
| Strompreis Börse            | €/MWh         |                       |            |            |                      | 32,0              |              |             |
| <b>Stromerlös</b>           | T €           |                       |            |            |                      | <b>16.128</b>     |              |             |
| <b>Wärmekosten</b>          | <b>ct/kWh</b> | <b>5,2</b>            | <b>2,0</b> | <b>1,8</b> | <b>4,3</b>           | <b>1,7</b>        | <b>3,9</b>   | <b>3,4</b>  |
| <b>Systemeinbindung</b>     |               | <b>15.000</b>         |            |            |                      |                   |              |             |
| Investition Trasse etc.     | T €           |                       | 2.597      | 1.933      | 387                  | 6.502             | 3.096        | 485         |
| Annuisierungsdauer          | a             |                       | 25         | 25         | 25                   | 25                | 25           | 25          |
| Zinssatz                    | %             |                       | 3%         | 3%         | 3%                   | 3%                | 3%           | 3%          |
| annuisierte Investition     | T €           |                       | 149        | 111        | 22                   | 373               | 178          | 28          |
| Wartung/Instandhaltung      | T €           |                       | 26         | 19         | 4                    | 65                | 31           | 5           |
| Jahreskosten                | T €           |                       | 175        | 130        | 26                   | 438               | 209          | 33          |
| Wärmekosten Trasse etc.     | ct/kWh        |                       | 0,1        | 0,1        | 0,1                  | 0,1               | 0,1          | 0,1         |
| <b>spez. Wärmekosten</b>    | <b>ct/kWh</b> | <b>5,2</b>            | <b>2,1</b> | <b>1,9</b> | <b>4,4</b>           | <b>1,8</b>        | <b>4,0</b>   | <b>3,5</b>  |
|                             |               |                       |            |            |                      | <b>Mittelwert</b> |              | <b>2,70</b> |
| Wärmekosten pro Jahr        | T €           | 7.158                 | 4.201      | 2.827      | 1.313                | 8.838             | 9.494        | 1.305       |
| <b>gesamt</b>               |               |                       |            |            |                      |                   |              |             |
| Wärme                       | MWh/a         | 1.300.000             |            |            | Wärmekosten pro Jahr | T €               | 35.135       |             |

**Tabelle C.1:** Berechnung der indikativen Wärmekosten unter Berücksichtigung der neuen Versorgungsleitungen für das bewertete Nord-Szenario nach Tabelle 2 auf Seite 14

## **C.5 Indikative Wärmekosten des bewerteten Süd-Szenarios**

### **Hinweise zu Tabelle C.2 mit der Berechnung der Wärmekosten des Süd-Szenarios:**

Erdgas-HW: Investitionskosten orientiert am HIC-Gutachten mit der Annahme, dass 50 MW schon am Standort Haferweg verfügbar sind.

EBS-HKW und Biomasse-HKW: Übernahme der Wärmekosten vom HIC-Gutachten

Industrielle Abwärme: Leicht höhere Wärmekosten als im HIC-Gutachten, da Übergang von 10 MW auf 19,5 MW und HIC-Hinweis: „Die Erschließung des gesamten Potenzials erfordert jedoch eine aufwändige Wärmeerschließung“ ([Sandrock 16] Seite 77).

MVR: Übernahme der Wärmekosten vom HIC-Gutachten

Abwasser-Wärmepumpe Dradenau: Wirkungsgrad übernommen, obwohl sehr hoch. BHKW so eingestellt, dass die Stromerzeugung genau passt. Beim BHKW Erdgas statt Biogas angenommen, da der Verkauf von Biogas vorteilhafter ist.

In den angesetzten Kosten der Trasse sind Fördergelder bereits berücksichtigt.

Kosten für den Umbau der MVR (Belieferungstausch) und für eine neue Ferndampf-Trasse vom HKW Moorburg zur MVR wurden nicht berücksichtigt.

Für die Annuisierungsdauer der Süd-Trasse wurden 25 Jahre angesetzt im Unterschied zu 40 Jahren im Gutachten von HIC [Sandrock 16]. Der Kostenansatz für Wartung und Instandhaltung von 1 % der Investitionskosten wurde aus dem HIC-Gutachten übernommen, obwohl er für eine Trasse mit Elb-Unterquerung sehr niedrig zu sein scheint. Das gleiche gilt für den Zinssatz von 3 %.

## Ersatz des HKW Wedel – ohne oder mit Kohle-Wärme aus dem HKW Moorburg?

| Standort                        |               | Haferweg              | Stellingen  |               | Köhlbrand  |            |                      |                 |              |
|---------------------------------|---------------|-----------------------|-------------|---------------|------------|------------|----------------------|-----------------|--------------|
|                                 |               | Gas-HW<br>(teils neu) | EBS-<br>HKW | Biom.-<br>HKW | Industrie  | MVR        | Bio /Stroh-<br>HW    | Abwasser-<br>WP | BHKW         |
| Erzeugungsanlage                | Einheit       | Erdgas                | Abfall      | Biomasse      | Abwärme    | Abfall     | Biom/Stroh           | Strom           | Erdgas       |
| <b>Kenngröße</b>                |               |                       |             |               |            |            |                      |                 |              |
| Brennstoff                      |               |                       |             |               |            |            |                      |                 |              |
| <b>Anlagendaten</b>             |               |                       |             |               |            |            |                      |                 |              |
| max. el. Leistung               | MW_el         | 0                     | 4,5         | 6,5           |            |            |                      |                 | 21           |
| max. th. Leistung               | MW_th         | 120                   | 33          | 28            | 19,5       | 80         | 18                   | 73              | 17           |
| max. Wirkungsgrad el.           | %             |                       |             |               |            |            |                      |                 | 49%          |
| max. Wirkungsgrad th.           | %             | 95%                   |             |               |            |            | 90%                  | 350%            | 42%          |
| Brennstoffnutzung               | %             | 95%                   |             |               |            |            | 90%                  |                 | 91%          |
| Laufzeit (theoretisch)          | h/a           | 750                   | 6.100       | 5.500         | 5.100      | 4.600      | 2.750                | 3.750           | 3.750        |
| Wärmeenergie                    | MWh/a         | 90.000                | 201.300     | 154.000       | 99.450     | 368.000    | 49.500               | 273.000         | 64.500       |
| Strom                           | MWh/a         |                       | 27.450      | 35.750        |            |            |                      |                 | 77.938       |
| <b>Brennstoffkosten</b>         |               |                       |             |               |            |            |                      |                 |              |
| Brennstoffpreis                 | €/MWh         | 23,44                 |             |               |            |            | 19,48                | 40,00           | 23,44        |
| Energiesteuer                   |               | 5,50                  |             |               |            |            |                      |                 |              |
| Kosten Brennstoff / MWh         | €/MWh         | 28,94                 |             |               |            |            | 19,48                | 40,00           | 23,44        |
| <b>Brennstoffkosten</b>         | T €/a         | <b>2.742</b>          |             |               |            |            | <b>1.071</b>         | <b>3.120</b>    | <b>3.669</b> |
| <b>Kapitalkosten</b>            |               |                       |             |               |            |            |                      |                 |              |
| Investition Neuanlage           | T €           | 23.333                |             |               |            |            | 12.000               | 50.000          | 21.500       |
| ggfls. Förderung                | T €           | 0                     |             |               |            |            | 0                    | 0               | 0            |
| Investition nach Förde-<br>rung | T €           | 23.333                |             |               |            |            | 12.000               | 50.000          | 21.500       |
| Annuisierungsdauer              | a             | 20                    |             |               |            |            | 20                   | 20              | 20           |
| Zinssatz                        | %             | 3%                    |             |               |            |            | 3%                   | 3%              | 3%           |
| <b>Kapitalkosten gesamt</b>     | T €/a         | <b>1.568</b>          |             |               |            |            | <b>807</b>           | <b>3.361</b>    | <b>1.445</b> |
| <b>Betriebskosten</b>           |               |                       |             |               |            |            |                      |                 |              |
|                                 | %             |                       |             |               |            |            |                      |                 |              |
| Wartung/Instandhaltung          | Invest.       | 1%                    |             |               |            |            | 1,5%                 | 2%              | 2%           |
| Wartung/Instandhaltung          | T €/a         | 233                   |             |               |            |            | 180                  | 1000            | 430          |
| Beschäftigte VZÄ                | P             | 2                     |             |               |            |            | 3                    | 1               | 1            |
| Personalkosten                  | T €/a         | 150                   |             |               |            |            | 225                  | 75              | 75           |
| Verwaltung/Versicherung         | T €/a         | 233                   |             |               |            |            | 120                  | 500             | 215          |
| variable Kosten                 | T €/a         | 90                    |             |               |            |            | 50                   | 273             | 157          |
| <b>Betriebskosten</b>           | T €/a         | <b>707</b>            |             |               |            |            | <b>575</b>           | <b>1.848</b>    | <b>877</b>   |
| <b>Stromerlös</b>               |               |                       |             |               |            |            |                      |                 |              |
| KWK-Zuschlag (30.000 h)         | €/MWh         |                       |             |               |            |            |                      |                 |              |
| mit 3000 h/a                    | €/MWh         |                       |             |               |            |            |                      |                 |              |
| KWK-Zulage                      | T €/a         |                       |             |               |            |            |                      |                 |              |
| Strompreis Börse                | €/MWh         |                       |             |               |            |            |                      |                 |              |
| <b>Stromerlös</b>               | T €/a         |                       |             |               |            |            |                      |                 | 3.118        |
| <b>Wärmekosten</b>              | <b>ct/kWh</b> | <b>5,6</b>            | <b>2,0</b>  | <b>1,8</b>    | <b>2,0</b> | <b>1,5</b> | <b>5,0</b>           | <b>3,1</b>      | <b>4,5</b>   |
| <b>Systemeinbindung</b>         |               |                       |             |               |            |            |                      |                 |              |
| Investition Trasse etc.         | T €           |                       | 10.000      | 2.000         | 17.459     | 64.603     | 8.690                | 47.926          | 11.323       |
| Annuisierungsdauer              | a             |                       | 25          | 25            | 25         | 25         | 25                   | 25              | 25           |
| Zinssatz                        | %             |                       | 3%          | 3%            | 3%         | 3%         | 3%                   | 3%              | 3%           |
| annuisierte Investition         | T €           |                       | 574         | 115           | 1.003      | 3.710      | 499                  | 2.752           | 650          |
| Wartung/Instandhaltung          | T €           |                       | 100         | 20            | 175        | 646        | 87                   | 479             | 113          |
| Jahreskosten                    | T €           |                       | 674         | 135           | 1.177      | 4.356      | 586                  | 3.232           | 763          |
| Wärmekosten Trasse etc.         | ct/kWh        |                       | 0,3         | 0,1           | 1,2        | 1,2        | 1,2                  | 1,2             | 1,2          |
| <b>spez. Wärmekosten</b>        | <b>ct/kWh</b> | <b>5,6</b>            | <b>2,3</b>  | <b>1,9</b>    | <b>3,2</b> | <b>2,7</b> | <b>6,1</b>           | <b>4,2</b>      | <b>5,6</b>   |
|                                 |               |                       |             |               |            |            | <b>Mittelwert</b>    |                 | <b>3,38</b>  |
| Wärmekosten pro Jahr            | T €           | 5.017                 | 4.700       | 2.907         | 3.166      | 9.876      | 3.038                | 11.560          | 3.637        |
| <b>gesamt</b>                   |               |                       |             |               |            |            |                      |                 |              |
| Wärme                           | MWh/a         | 1.299.750             |             |               |            |            | Wärmekosten pro Jahr | T €             | 43.901       |

**Tabelle C.2:** Berechnung der indikativen Wärmekosten unter Berücksichtigung der neuen Versorgungsleitungen für das bewertete Süd-Szenario nach Tabelle 3 auf Seite 15

## Abkürzungen und Erläuterung von Begriffen

|                              |   |
|------------------------------|---|
| a                            | Jahr  |
| BET                          | Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH                    |
| BHKW                         | Blockheizkraftwerk  |
| BSU                          | Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg |
| BUE                          | Behörde für Umwelt und Energie  |
| BUND                         | Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland                               |
| CO <sub>2</sub>              | Kohlenstoffdioxid   |
| CO <sub>2</sub> -Äquivalente | Maß für Treibhausgase umgerechnet auf Kohlenstoffdioxid                   |
| Drs.                         | Bürgerschaftsdrucksache   |
| ENB                          | Hamburger Energienetzbeirat   |
| FHH                          | Freie und Hansestadt Hamburg  |
| GEG                          | Gebäudeenergiegesetz  |
| GmbH                         | Gesellschaft mit beschränkter Haftung                                     |
| GuD                          | Gas- und Dampfturbinen-Heizkraftwerk                                      |
| GWh                          | Gigawattstunde = 10 <sup>6</sup> kWh                                      |
| HE                           | Unternehmen Hamburg Energie   |
| HGV                          | Hamburger Gesellschaft für Vermögens- und Beteiligungsmanagement mbH      |
| HIC                          | Hamburg Institut Consulting   |
| HKW                          | Heizkraftwerk   |
| HW                           | Heizwerk ohne Stromerzeugung  |
| HW                           | Unternehmen Hamburg Wasser  |
| Kg                           | Kilogramm   |
| kW                           | Kilowatt  |
| kWh                          | Kilowattstunde  |
| kWh <sub>el</sub>            | Kilowattstunde elektrisch   |
| KWK                          | Kraft-Wärme-Kopplung  |
| KWK-G                        | KWK-Gesetz  |
| m <sup>2</sup>               | Quadratmeter  |
| Mio.                         | Millionen   |
| Mrd.                         | Milliarden  |
| MVA                          | Müllverbrennungsanlage  |
| MVR                          | Müllverwertung Rugenberger Damm   |
| MW <sub>el</sub>             | Megawatt elektrisch   |
| MW <sub>th</sub>             | Megawatt thermisch  |
| SRH                          | Stadtreinigung Hamburg  |
| t                            | Tonne   |
| UBA                          | Umweltbundesamt   |
| VWH                          | Vattenfall Wärme Hamburg GmbH   |
| WGBU                         | Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen |
| ZRE                          | Zentrum für Ressourcen und Energie der Stadtreinigung Hamburg             |

## Literatur

- [Baerboeck 16] Baerboeck, A., Hofreiter, A., Krischer, O., Verlinden, J.: Fahrplan Kohleausstieg. Die grüne Roadmap für den Umstieg in eine lebensfreundliche Stromversorgung, August 2016
- [BMUB 16] Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Kabinettsbeschluss vom 14. November 2016
- [BMWi 16] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi): Strom 2030. Langfristige Trends – Aufgaben für die kommenden Jahre. September 2016
- [BUE 16a] Behörde für Umwelt und Energie: Szenarien für den Ersatz des HKW Wedel in einer Präsentation vom 7.12.16
- [BUE 16b] Pressestelle des Senats: Nächster Schritt für die Wärmewende in Hamburg. 13.12.2016
- [BUE 17a] Behörde für Umwelt und Energie: Projektstruktur und Terminplan. Energienetzbeirat 23.3.2017  
<http://www.hamburg.de/contentblob/8413858/dbf012c611a84537ea325484f11a9ab5/dat a/d-top-8-ersatzlo%CC%88sung-wedel-projektstruktur.pdf>
- [BUE 17b] Behörde für Umwelt und Energie: Erneuerbare Wärme Hamburg. Statusbericht Haupt- und Teilprojekte. 4.7.2017. Energienetzbeirat 30.6.2017  
<http://www.hamburg.de/contentblob/9051728/a5419cec6127eb5f2a611c78a96776b8/dat a/d-top-7-projektstand-eneuerbare-waerme-hamburg.pdf>
- [BUND 16a] BUND Hamburg: Aurubis-Wärme kommt ins Fernwärmenetz. BUND Hamburg fordert Ersatz für Kraftwerk Wedel mit möglichst viel „erneuerbarer Wärme“. Pressemeldung vom 3.11.2016
- [BUND 16b] BUND Hamburg: Ersatz für Kohlekraftwerk Wedel: Keine Hintertür für Kohlewärme aus Moorburg. Pressemeldung vom 13.12.2016
- [Diermann 15] Diermann, C.: Die Rolle der Kraft-Wärme-Kopplung in der Energiewende. Status quo, Perspektiven und Weichenstellungen für den sich wandelnden Strom- und Wärmemarkt. LBD Beratungsgesellschaft mbH. April 2015
- [EU 15] Delegierte Verordnung (EU) 2015/2402 der Kommission vom 12. Oktober 2015 zur Überarbeitung der harmonisierten Wirkungsgrad-Referenzwerte für die getrennte Erzeugung von Strom und Wärme gemäß der Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung des Durchführungsbeschlusses 2011/877/EU der Kommission
- [Ederhof 15] Ederhof, M., Rabenstein, D.: Gutachterliche Stellungnahme zum wirtschaftlichen Vergleich der Standorte Stellingen und Wedel. Version 2.1, 8.5.2015
- [Ederhof 17] Ederhof, M.: Ausschluss von Moorburg-Wärme. TOP 6 Energienetzbeirat am 30. Juni 2017.  
<http://www.hamburg.de/contentblob/9108948/faa56e0b5c2fe33f1cab905b337b2c35/dat a/d-top-6-impulsvortrag-hr-ederhof.pdf>
- [Faulstich 16] Faulstich, M. u. a.: Szenarien zur Energieversorgung in Niedersachsen im Jahr 2050, Zusatzgutachten zeitlich höher aufgelöste Szenarien. 6.10.2016
- [FHH 08] Freie und Hansestadt Hamburg: Immissionsrechtliche Genehmigung für die Errichtung und den Betrieb des Steinkohle Kraftwerkes in Hamburg Moorburg. 30.9.2008
- [FHH 10] Freie und Hansestadt Hamburg, BSU: Wesentliche Änderung des Kraftwerkes Moorburg nach § 16 BimSchG durch die Errichtung und den Betrieb eines Hybridkühlturms mit Nebenanlagen sowie die Ergänzung des Kraftwerks um die Betriebsweise Kreislaufkühlung. 23.12.2010
- [FHH 16] Schriftliche Kleine Anfrage des Abgeordneten Stephan Jersch: Will der Senat die Planung des Ersatzes für das Heizkraftwerk Wedel Vattenfall überlassen? – Nachfragen zu Drs. 21/6098 vom 30.9.2016. Drs. 21/6380, 25.10.2016

## Ersatz des HKW Wedel – ohne oder mit Kohle-Wärme aus dem HKW Moorburg?

- [FHH 17] Schriftliche Kleine Anfrage des Abgeordneten Stephan Jersch: Wird die Nord-Variante für den Ersatz des HKW Wedel gleichrangig mit der Nord-Süd-Variante behandelt? Drs. 21/9237, 6.6.2017
- [HA 17] Krause, K.: Die Idee für Wedel: Drei neue Kraftwerke, 13.7.2017
- [Harders 16] Harders, H., Gehrckens, U.: Vier-Punkte-Papier zur Entwicklung der Hamburger Fernwärmeversorgung. Wirtschaftsrat der CDU e.V. – Landesverband Hamburg, 8.3.2016
- [Hermann 17] Hermann, H. u. a.: Klimaschutz im Stromsektor 2030 – Vergleich von Instrumenten zur Emissionsminderung. Im Auftrag des UBA, Januar 2017
- [Hunecke 16] Hunecke, F., Lenck, T.: Kurzanalyse zur Stromerzeugung bei netzbedingter Abregelung erneuerbarer Energien. 30. Mai 2016
- [Matthes 17] Matthes, F. u. a.: Zukunft Stromsystem. Kohleausstieg 2035. Vom Ziel her denken. Öko-Institut und Prognos, Januar 2017
- [Mayer 17] Mayer, R.: Das Energiewende-Kraftwerk in Kiel – Küstenkraftwerk K.I.E.L. (...ein Gasmotorenkraftwerk). TOP 5 Energienetzbeirat am 11. Mai 2017.  
<http://www.hamburg.de/contentblob/8733938/896721d7be4d7dd76bdba5e242aaa41c/data/d-5-kuestenkraftwerk.pdf>
- [Nitsch 17] Nitsch, J.: Erfolgreiche Energiewende nur mit verbesserter Energieeffizienz und einem klimagerechten Energiemarkt – Aktuelle Szenarien 2017 der deutschen Energieversorgung. 12. Mai 2017
- [Oschatz 17] Oschatz, B.: Zukünftige Entwicklung der Primärenergiefaktoren des Hamburger Fernwärmenetzes. TOP 4 Energienetzbeirat am 30. Juni 2017.  
[http://www.hamburg.de/contentblob/9051724/ddef9564ef9b7df865e13fa149244be4/data/d-top-4-primaeenergiefaktor-fernwaerme-itg-oschatz\).pdf](http://www.hamburg.de/contentblob/9051724/ddef9564ef9b7df865e13fa149244be4/data/d-top-4-primaeenergiefaktor-fernwaerme-itg-oschatz).pdf)
- [Pehnt 08] Pehnt, M. u. a., Groscurth, H.-M. u. a.: Das Steinkohle-Kraftwerk Hamburg Moorburg und seine Alternativen. November 2007
- [Pietroni 17] Pietroni, A., Fernahl, A., Perez Linkeheil, C., Niggemaier, M., Huneke, F.: Klimaschutz durch Kohleausstieg. Wie ein Ausstieg aus der Kohle Deutschlands Klimaziele erreichbar macht, ohne die Versorgungssicherheit zu gefährden. Energy Brainpool. Im Auftrag von Greenpeace e.V., Berlin, Juni 2017
- [Rabenstein 17] Rabenstein, D.: Kritische Stellungnahme zum HIC-Gutachten „Erneuerbare Energien im Fernwärmenetz Hamburg“. V3.0, 5.5.2017
- [Sandrock 16] Sandrock, M., Maaß, Ch., Weisleder, S., Kaufmann, Ch., Fuß, G., Sørensen, P., Jensen, L., Radmann, K.: Erneuerbare Energien im Fernwärmenetz Hamburg, Teil 1: Handlungsoptionen für einen kurzfristigen Ersatz des Kraftwerks Wedel“. 7.12.2016
- [Schrader 11] Schrader, K., Ritzau, M.: KWK und Fernwärmepakt 2015. Optionen für den Ausbau der Fernwärmeerzeugung und KWK in Deutschland, BET, 20.1.2011
- [Siechau 16] Siechau, R.: Zentrum für Ressourcen und Energie: ZRE Stellingen und Wärmekonzept. Präsentation Dezember 2016
- [TÜV 07] TÜV Rheinland: Gutachterliche Stellungnahme zur Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Reduzierung durch das neue Steinkohle-Kraftwerk Hamburg-Moorburg. 1.10.2007
- [Vattenfall 08] Vattenfall Europe AG: ENERGIE FÜR DEN NORDEN. Die Vattenfall Kraftwerke in der Metropolregion Hamburg, 19.12.2008
- [Wasmuth 16] Wasmuth, P.: Wärmeversorgung durch die Vattenfall Wärme Hamburg GmbH. Präsentation am 20.1.2016 bei der Handelskammer Hamburg
- [WGBU 16] Sondergutachten 2016 des WGBU. Entwicklung und Gerechtigkeit durch Transformation: Die vier großen I. 14.12.2016
- [Zander 15] Zander, W. u. a.: Erstellung einer Expertise zur Hamburger Fernwärmeversorgung; Handlungsalternativen für das Kohlekraftwerk in Wedel. 31.7.2015