

B E T

Energie. Weiter denken

ZAHLEN, DATEN, FAKTEN

Machbarkeitsstudie Kohleausstieg und nachhaltige
Fernwärmeversorgung Berlin 2030

Eine Studie im Auftrag
der
Vattenfall Wärme Berlin AG und des Landes Berlin, vertreten durch
die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz

Stand: 12.12.2019



Senatsverwaltung
für Umwelt, Verkehr
und Klimaschutz

INHALTSVERZEICHNIS

1	IST-Situation	3
1.1	Gesamtüberblick - Kohlennutzung in Berlin (aktueller Stand):	3
1.2	Wärmemarkt Berlin	3
1.3	Gesamtes Fernwärmesystem Vattenfall Wärme Berlin 2018.....	3
1.4	Entwicklung und Ziele CO ₂ Emissionen Berlin	4
2	Machbarkeitsstudie - Ausgangspunkt 2021 und Ergebnisse	4
2.1	Untersuchungsgebiet Versorgungsgebiet 1	4
2.2	Besonderheiten in Berlin:.....	5
2.3	Ziele der MBS Berlin:	5
2.4	Drei Transformationsszenarien: CP, KS80, KS95	6
2.5	Annahmen für 2030 (Szenario Klimaschutz 95)	6
2.6	Ersatz der Kohlewärme durch neue Wärmeerzeuger (Vergleich 2030 mit 2021)	6
2.7	Ergebnis MBS - CO ₂ -Reduktion durch Kohlesubstitution	7
2.8	Einordnung der Kostenänderung	7

1 IST-SITUATION

1.1 Gesamtüberblick - Kohlennutzung in Berlin (aktueller Stand):

- Insgesamt gibt es fünf Steinkohlekraftwerke in Berlin. Das Unternehmen Vattenfall Wärme Berlin (VWB) als größter Berliner Steinkohlenutzer betreibt die drei Kraftwerksstandorte Reuter, Reuter West und Moabit (98 % Anteil an der Berliner Steinkohle). Darüber hinaus gibt es je noch ein Steinkohlekraftwerk des Kraftwerksbetreibers FHW Neukölln AG und BTB Blockheizkraftwerks-Träger- und Betreiber-gesellschaft mbH Berlin. Diese haben im Vergleich zu Vattenfall nur einen geringen Anteil am Gesamtsteinkohleeinsatz (je rund 1 %).
- Die fünf Steinkohlekraftwerke werden sowohl für die Strom- als auch Fernwärmeversorgung Berlins betrieben (installierte Leistung insgesamt: rd. 800 MWel, 1.100 MWth, Stand: 01/2019, vgl. Tabelle 1). Sie sind für rd. 3,5 Mio. t CO₂-Emissionen pro Jahr und somit rund 21 % der Emissionen aus dem Primärenergieverbrauch (Quellenbilanz) im Land Berlin verantwortlich (Quelle: Amt für Statistik Berlin Brandenburg (2019), „Quellenbilanz der Energie- und CO₂-Bilanz Berlin 2016“).

Tabelle 1: Übersicht über Kohleheizkraftwerke in Berlin

Kapazitäten je Standort:

HKW Reuter: Kohleblock Reuter C -> 124 MWel und 169 MWth

HKW Reuter West: Kohleblöcke D+E -> 564 MWel und 720 MWth

HKW Moabit: Kohleblock -> 89 MWel und 136 MWth

Fernheizwerk Neukölln (FHW Neukölln): 3 Kohlekessel -> rd. 75 MWth (nur Wärmeauskopplung)

HKW Schöneweide (BTB): 9,6 MWel und 36 MWth

1.2 Wärmemarkt Berlin

- Der Berliner Wärmemarkt hat einen Endenergieverbrauch von insgesamt 31 TWh versorgt durch:
 - Gas (ca. 40 %)
 - Öl (ca. 20 %)
 - Fernwärme ca. 33 % (ca. 30 % VWB)
 - Strom (ca. 5 %)
 - EE (<2 %)

1.3 Gesamtes Fernwärmesystem Vattenfall Wärme Berlin 2018

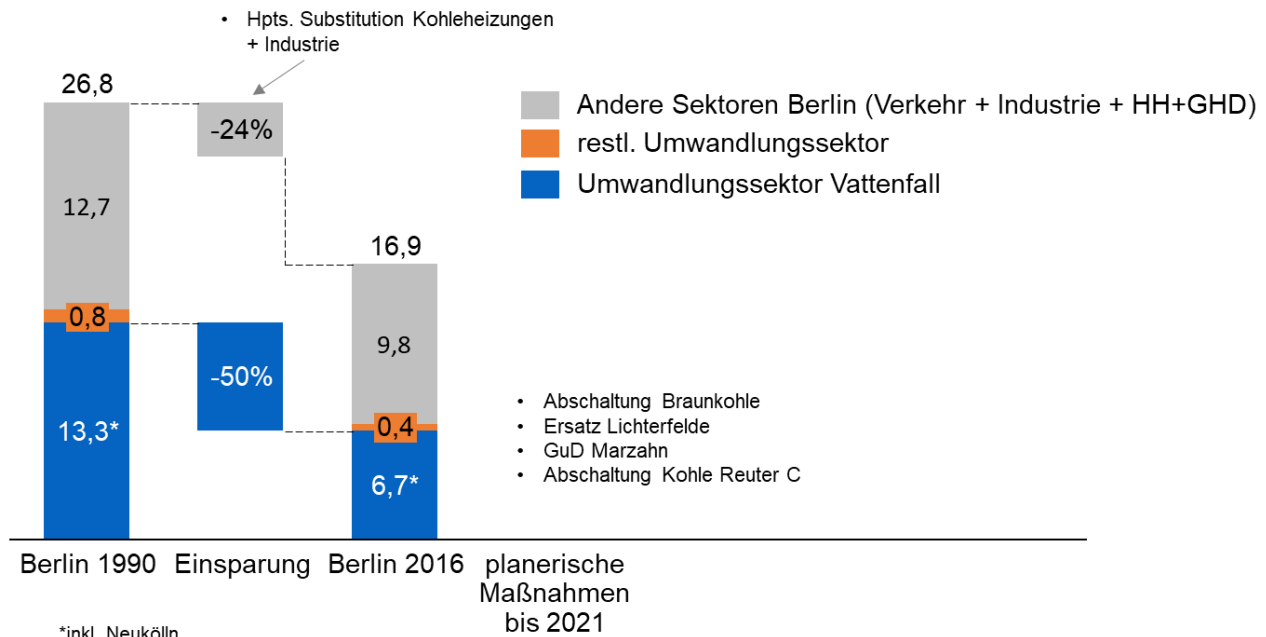
- VWB hat ein großes Fernwärmesystem mit 1,3 Mio. versorgten Wohneinheitenäquivalenten¹, 2.000 km Rohrleitungsnetz. Das Fernwärmesystem wächst jährlich um 20-25 km und um 25.000 versorgter Wohneinheitenäquivalente. Die für die ca. 9,6 TWh Fernwärmeezeugung genutzten Brennstoffe, teilen sich auf in:
 - Anteil Kohle ca. 21 %

¹ Eine prototypische Wohnung mit einem Anschlusswert in Höhe von 4,5 kW.

- Anteil Gas ca. 70 %
- Anteil EE/Abwärme ca. 8 % (davon ca. 75 % Abfallabwärme)
- Anteil sonstige ca. 1 % (Öl)

1.4 Entwicklung und Ziele CO₂ Emissionen Berlin

Tabelle 2: Entwicklung der Quellenbilanz der CO₂-Emissionen Berlin, 1990-2016, in Mio. t



Quelle: „Energie- und CO₂-Bilanz in Berlin 2016“; „Fortführung der Anlage 2 zur Klimaschutzvereinbarung zwischen dem Land Berlin und Vattenfall“; „Ergebnisse MBS KS95“

- Von den 6,7 Mio. t CO₂ entfallen rd. 4 Mio. t CO₂-Emissionen auf die Vattenfall-Anlagen im VG1 (2016).
- Davon sind wiederum 3,4 Mio. t CO₂-Emissionen der 4 Kohleblöcke Moabit A, Reuter C, Reuter West D+E – das entspricht rund 20 % von 16,9 Mio. t CO₂ in Berlin (Quellenbilanz, 2016²)

2 MACHBARKEITSSTUDIE - AUSGANGSPUNKT 2021 UND ERGEBNISSE

2.1 Untersuchungsgebiet Versorgungsgebiet 1

- Das Fernwärmeversorgungsgebiet der VWB besteht im Wesentlichen aus zwei Netzsystemen VG1 und VG2. Die Kohleheizkraftwerke speisen Wärme ausschließlich in das VG1 ein. Daher liegt das VG1 im Fokus der MBS.
- Der Ausgangspunkt der MBS berücksichtigt bereits beschlossene Maßnahmen im VG1: Stilllegung Kohleheizkraftwerk Reuter C (bis 2020), neue 120 MW P-t-H Anlage am Standort Reuter (September 2019), Inbetriebnahme GuD Lichterfelde (in 2019 erfolgt)

² Quelle: Amt für Statistik Berlin Brandenburg (2019), „Quellenbilanz der Energie- und CO₂-Bilanz Berlin 2016“

B E T

- Gemäß Berechnung der MBS beträgt die Wärmeerzeugung im VG1 in 2021 4,7 TWh.
- 2021 werden insgesamt 856 MW an thermischer Leistung aus Kohleanlagen im VG1 bestehen.
 - **Reuter West, Blöcke D und E = 720 MW_{th}**
 - **Moabit Block A = 136 MW_{th}**
- Bisher erzeugen diese Anlagen jährlich ca. 2,3 bis 2,8 TWh Wärme (jährliche Wärmeerzeugung).
- Das entspricht einem Steinkohleanteil von ca. 60 % am VG1.

2.2 Besonderheiten in Berlin:

- Berlin hat das größte Fernwärmesystem Westeuropas (Mehr als doppelt so groß wie z. B. in Hamburg.)
- Berlin verfügt über wenig industrielle Abwärme (kaum großindustrielle Abwärmepotenziale wie zum Beispiel in Hamburg: Arcelor Mittal, Aurubis, Raffinerien) sowie nur geringe Geothermie-Potenziale.
- Die Flächen für große solarthermische Anlagen inkl. notwendiger Saisonalspeicher sind nicht verfügbar (mindestens $\frac{3}{4}$ der Fläche des Tiergartens erforderlich für 7 % Anteil der Wärmeerzeugung).
- Vorteile durch viel Wind- und PV-Anlagen im Umland zur Nutzung von Sektorenkopplung für Power-to-Heat und Power-to-Gas.

2.3 Ziele der MBS Berlin:

- Kohleausstieg in Berlin bis spätestens 2030
- Dekarbonisierung bis 2050 (minus 95 %) und Klimaneutralität bis 2050 bzw. (Vattenfall) Ermöglichung eines fossilsfreien Lebens innerhalb einer Generation (also auch bis spätestens 2050)
- Maximal mögliche Emissionseinsparung
- Gewährleistung der Versorgungssicherheit bei Wärme und Strom, keine Brüche in der Bereitstellung von Wärme
- Vertretbare Kosten

2.4 Drei Transformationsszenarien: CP, KS80, KS95

Tabelle 3: Übersicht über die drei Transformationsszenarien

	Current Policies	Klimaschutz 80	Klimaschutz 95
Annahmen zu den Szenarien	Wärmeabsatz <ul style="list-style-type: none"> Gebäudesanierungsrate: Ø 0,6 %/a Wärmebedarf 2030: 4,7 TWh Wärmebedarf 2050: 5,0 TWh 	<ul style="list-style-type: none"> Gebäudesanierungsrate: Ø 1,5 %/a Wärmebedarf 2030: 5,0 TWh Wärmebedarf 2050: 4,8 TWh 	<ul style="list-style-type: none"> Gebäudesanierungsrate: Ø 2,2 %/a Wärmebedarf 2030: 4,7 TWh Wärmebedarf 2050: 3,9 TWh
	Energiemarkt <ul style="list-style-type: none"> Fortsetzung aktueller Maßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> ambitionierte Klimapolitik 	<ul style="list-style-type: none"> Stark ambitionierte Klimapolitik
	Marktanteil <ul style="list-style-type: none"> Marktanteil in Berlin 2050: 34 % 	<ul style="list-style-type: none"> Marktanteil in Berlin 2050: 44 % 	<ul style="list-style-type: none"> Marktanteil in Berlin 2050: 48 %
	Kohleausstieg <ul style="list-style-type: none"> Spätestens 2030 	<ul style="list-style-type: none"> Spätestens 2030 	<ul style="list-style-type: none"> Spätestens 2030
Kohleersatz durch EE	<div style="background-color: #f4a460; padding: 2px;">MüVA (Bestand)¹⁾</div> <div style="background-color: #92d050; padding: 2px;">Moabit auf Biomassefeuerung</div> <div style="background-color: #4682b4; padding: 2px;">P2H Reuter</div> <div style="text-align: center; color: white; font-weight: bold; margin-top: 10px;">279 MW_{th}²⁾</div>	<div style="background-color: #f4a460; padding: 2px;">MüVA (optimiert)¹⁾</div> <div style="background-color: #f4a460; padding: 2px;">Abwasser-Wärmepumpe</div> <div style="background-color: #f4a460; padding: 2px;">Ind. Abwärme</div> <div style="background-color: #92d050; padding: 2px;">Neues Biomasse-Heizwerk</div> <div style="background-color: #4682b4; padding: 2px;">Geothermie</div> <div style="background-color: #4682b4; padding: 2px;">P2H (Hybride KWK & Reuter)</div> <div style="text-align: center; color: white; font-weight: bold; margin-top: 10px;">521 MW_{th}</div>	<div style="background-color: #f4a460; padding: 2px;">MüVA (optimiert)¹⁾</div> <div style="background-color: #f4a460; padding: 2px;">Abwasser-Wärmepumpe</div> <div style="background-color: #f4a460; padding: 2px;">Ind. Abwärme</div> <div style="background-color: #92d050; padding: 2px;">Neues Biomasse-Heizwerk</div> <div style="background-color: #4682b4; padding: 2px;">Geothermie</div> <div style="background-color: #4682b4; padding: 2px;">P2H (Hybride KWK & Reuter)³⁾</div> <div style="text-align: center; color: white; font-weight: bold; margin-top: 10px;">521 MW_{th}</div>
	GuD, BHKW, HWE	Hybride KWK - Gas	Hybride KWK - Gas
	570 MW _{th} ²⁾	644 MW _{th}	503 MW _{th}
	Kohleersatz durch Gas		
	Netztemperatur <ul style="list-style-type: none"> Beibehaltung des aktuellen Temperaturniveaus 	<ul style="list-style-type: none"> Umstellung auf den gleitenden Vorlauf (überwiegend 80 °C) 	<ul style="list-style-type: none"> Umstellung auf den gleitenden Vorlauf (überwiegend 80 °C)

1) Die Bestandsanlage der MüVa umfasst 99 MW. Dieser Leistungsteil ist somit nicht dem Kohleersatz zuzuschreiben.
 2) Die Bestimmung der Ersatzleistung im CP-Szenario erfolgte durch eine vereinfachte (n-1)-Betrachtung
 3) Ab dem Jahr 2030 wird eine um 180 MW höhere P2H-Leistung angenommen.

2.5 Annahmen für 2030 (Szenario Klimaschutz 95)

- Es wird von einer Erhöhung der Sanierungsrate von heute ca. 0,9 % auf Ø 2,4 % im Zeitraum 2021 – 2030 (Ø 2,2 %/a, Zeitraum 2021-2050) ausgegangen.
- Der gesamte Wärmebedarf im VG1 sinkt insgesamt (Wohnungsneubau sowie Sanierung im Bestand) auf 81 % in 2030 ggü. 2018 durch die Sanierungserfolge.
- Der Fernwärmeanteil der VWB in Berlin steigt durch Nachverdichtung und sinnvolle Netzerweiterungen von 25 % aktuell auf 31 % in 2030, und perspektivisch bis 2050 auf 48 %.

2.6 Ersatz der Kohlewärme durch neue Wärmeerzeuger (Vergleich 2030 mit 2021)

Gemäß der Machbarkeitsstudie wird bis 2030 die Kohle durch folgende neue Wärmequellen substituiert (KS 95):

Tabelle 4: Darstellung der Anteile der neuen Wärmeerzeuger am Ersatz der Kohlewärme

Klimaschutz 95 Kommentar		
Abwärmenutzung	26 %	
Nutzung von Abwärme aus Abwasser	7 % (195 GWh)	Statische Annahme zum Anlageneinsatz gemäß Dargebot
gewerbliche & industrielle Abwärmepotenziale	8 % (230 GWh)	Statische Annahme zum Anlageneinsatz gemäß Dargebot
Zusätzliche Abwärme aus der bestehenden MüVA in Ruheleben (effizientere Nutzung, im Rahmen des Berliner Abfallwirtschaftskonzepts)	11 % (315 GWh)	Statische Annahme zum Anlageneinsatz gemäß Dargebot
Erneuerbare Wärmequellen	16 %	
Biomasse	4 % (100 GWh)	Ergebnis Kraftwerkseinsatzsimulation B E T
Power-to-Heat	11 % (325 GWh)	Ergebnis Kraftwerkseinsatzsimulation B E T
Geothermie	0,5 % (13 GWh)	Statische Annahme zum Anlageneinsatz gemäß Dargebot
Hochflexible, gasgefeuerte hybride KWK-Anlage (Kombination aus Gas-KWK, Wärmespeicher und PtH, die am Standort Reuter neu errichtet werden muss)	58 % (1630 GWh)	Ergebnis Kraftwerkseinsatzsimulation

2.7 Ergebnis MBS - CO₂-Reduktion durch Kohlesubstitution

- Gemäß der MBS werden durch den Kohleausstieg bis 2030 Emissionsreduktionen in Höhe von 2,15 Mio. t CO₂ (Ergebnis für KS 95) auf 3,3 Mio. t CO₂ erreicht.
- Die CO₂-Emissionen im VG1 betragen (nach Quellenbilanz) im Jahr 2021 noch 3,4 Mio. t aus den Anlagen der Vattenfall Wärme Berlin. Im Jahr 2030 reduzieren sich diese Emissionen nach der Umstellung auf den neuen Energiemix auf 1,3 Mio. t – was einer Minderung um rund 61 Prozent entspricht.

2.8 Einordnung der Kostenänderung

- Entsprechend der Annahmen zum Energiemarkt (steigende Kosten für Brennstoff, CO₂ und Strom) steigen die Kosten zur Wärmeerzeugung sowohl dezentral als auch für die Fernwärme.
- Der neue Energiemix in der Fernwärme führt der MBS zufolge im Jahr 2030 zu einem Anstieg der Wärmeerzeugungskosten pro Kilowattstunde (ohne Berücksichtigung von Inflation) von 0,9 ct/kWh (KS 80) bis 1,7 Cent/kWh (KS 95) im Vergleich zu 2021.
- Die Erzeugungskosten dezentraler Erzeugungsanlagen steigen in mindestens gleicher Größenordnung (KS 80: 0,9 bis 2,1 ct/kWh – KS95: 1,4 bis 2,5 ct/kWh je nach dezentraler Erzeugungsart), somit bleibt die Fernwärme wettbewerbsfähig.
- Für einen durchschnittlichen über FW versorgten Haushalt (65 Quadratmeter, 8.580 kWh) bedeutet dies im KS95-Szenario maximale Mehrkosten von ca. 12 Euro im Monat bzw. 147 Euro pro Jahr. Unter Berücksichtigung energetischer Gebäudesanierung sinken die Mehrkosten durch den deutlich reduzierten Verbrauch (6.950 kWh) auf nur noch rund 6 Euro pro Jahr bzw. 50 ct je Monat (unberücksichtigt sind Mietkostenaufschläge durch energetische Sanierung).
- Zugleich ist davon auszugehen, dass auch die Dekarbonisierung dezentraler Erzeugungsanlagen zu Mehrkosten in mindestens gleicher Größenordnung führen würde.

IMPRESSUM

B E T Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH
Alfonsstraße 44
52070 Aachen

Autoren B E T :

Dr. Michael Ritzau - Generalbevollmächtigter und Gründungsgesellschafter
Thomas Langrock - Leiter Kompetenzteam „Erzeugung“
Armin Michels - Partner „Nachhaltige Erzeugungssysteme“

Ansprechpartner Vattenfall Wärme Berlin AG:

Markus Witt – Vice President of Asset Management
Christoph Koch – Leiter Portfolioplanung Berlin
Alexander Noack – Referent Asset Management

Ansprechpartner Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz:

Jan Thomsen (Pressestelle)