

Aktueller Stand der KWK-Erzeugung (Dezember 2015)

Im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft und
Energie

Berlin, 17.12.2015

Autorinnen und Autoren

Sabine Gores
Wolfram Jörß
Carina Zell-Ziegler

Öko-Institut e.V.

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin

Schicklerstraße 5-7
10179 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

info@oeko.de
www.oeko.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	6
Abkürzungsverzeichnis	7
1 Einleitung	8
2 KWK-Strom- und Wärmeerzeugung 2003-2014	9
2.1 Überblick	9
2.2 KWK-Erzeugung nach Energieträgern	11
2.3 KWK-Erzeugung nach Anlagenart	16
3 Brennstoffeinsatz und CO₂-Emissionen der KWK-Erzeugung	17
3.1 Einsatz der Energieträger zur KWK-Erzeugung	17
3.2 CO ₂ -Emissionen der KWK-Erzeugung	17
3.3 Spezifische CO ₂ -Emissionen der KWK-Erzeugung	19
4 Kenngrößen der KWK-Stromerzeugung	21
4.1 KWK-Anteile	21
4.2 KWK-Leistung im Jahr 2014	22
4.3 Vollbenutzungsstunden nach Anlagenart	23
5 Förderung nach dem KWKG	26
5.1 KWK-Anlagen	27
5.2 Netze und Speicher	33
5.2.1 Wärme- und Kältenetze	33
5.2.2 Wärme- und Kältespeicher	37
5.3 Jährliche Fördersummen nach KWKG	42
Literaturverzeichnis	45
Anhang	46
6 Datengrundlage und Methodik zur Ermittlung der Strom- und Wärmeerzeugung	46
6.1 KWK-Anlagen der allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft (Statistische Erhebungen 066 und 067)	46
6.2 Fossil betriebene BHKW kleiner 1 MW _{el}	47
6.3 Biogene KWK außerhalb der statistischen Erhebungen in den Tabellen 066+067	49
7 Betrachtung der KWK-Leistung	50

7.1	Abschätzung der KWK-Leistung mit den Daten des Statistischen Bundesamtes	50
7.2	Anlagenscharfe Schätzung auf Basis der UBA-Datenbank	55
7.3	Zubau an BHKW basierend auf der BHKW-Umfrage des Öko-Instituts	56

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Absolute Aufteilung der Energieträger an der KWK-Nettostromerzeugung	12
Abbildung 2-2:	Prozentuale Aufteilung der Energieträger an der KWK-Nettostromerzeugung	13
Abbildung 2-3:	Absolute Aufteilung der Energieträger an der KWK-Wärmeerzeugung	15
Abbildung 2-2:	Prozentuale Aufteilung der Energieträger an der KWK-Wärmeerzeugung	15
Abbildung 3-1:	Verteilung der KWK-Erzeugung und KWK-Emissionen auf die Energieträger im Jahr 2014	20
Abbildung 4-1:	Übersicht über die Entwicklung des Anteils der KWK an der gesamten und der regelbaren Nettostromerzeugung	22
Abbildung 4-2:	Entwicklung der Jahresauslastung der installierten KWK-Leistung nach Technologiegruppen in der allgemeinen Versorgung, 2003 bis 2014	24
Abbildung 4-3:	Entwicklung der Jahresauslastung der installierten KWK-Leistung nach Technologiegruppen in der industriellen Kraftwirtschaft, 2003 bis 2014	25
Abbildung 5-1:	Zur KWK-Förderung zugelassene Anlagen nach Inbetriebnahmejahr	30
Abbildung 5-2:	Zur KWK-Förderung zugelassene modernisierte Anlagen nach Inbetriebnahmejahr	31
Abbildung 5-3:	Nach KWKG geförderte Wärmenetze inklusive unbearbeiteter Anträge nach Klassen des mittleren Nenndurchmessers	36
Abbildung 5-4:	Nach KWKG geförderte Wärmenetze inklusive unbearbeiteter Anträge nach Maßnahmenart	37
Abbildung 5-5:	Anzahl der nach KWKG geförderten Wärmespeicher nach Größenklassen	41
Abbildung 5-6:	Speichervolumen der nach KWKG geförderten Wärmespeicher nach Größenklassen	42
Abbildung 6-1:	Gesamtleistung fossiler BHKW-Bestand	48
Abbildung 7-1:	KWK-Leistung nach Anlagenart für allgemeine Versorgung (im Vergleich zur KWK-Stromerzeugung)	52
Abbildung 7-2:	KWK-Leistung nach Anlagenart für industrielle Kraftwirtschaft (im Vergleich zur KWK-Stromerzeugung)	53
Abbildung 7-3:	Entwicklung der abgesetzten fossilen BHKW-Leistung in Deutschland nach Größenklassen	57

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Gesamte KWK-Nettostromerzeugung	9
Tabelle 2-2:	Gesamte KWK-Nettowärmeerzeugung	10
Tabelle 2-3:	KWK-Erzeugung mit und ohne Fermenterbeheizung	11
Tabelle 2-4:	KWK-Nettostromerzeugung nach Energieträgern	11
Tabelle 2-5:	KWK-Wärmeerzeugung nach Energieträgern	14
Tabelle 2-6:	KWK-Nettostromerzeugung nach Anlagenart	16
Tabelle 3-1:	Brennstoffeinsatz zur KWK-Erzeugung	17
Tabelle 3-2:	CO ₂ -Emissionen der KWK-Strom- und Wärme-Erzeugung	18
Tabelle 3-3:	KWK-Brennstoffeinsatz und Emissionen im Jahr 2014	19
Tabelle 3-4:	Spezifische KWK-Emissionsfaktoren für die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung	19
Tabelle 4-1:	Gesamter KWK-Anteil an der Brutto- und Nettostromerzeugung	21
Tabelle 5-1:	Im Rahmen des KWKG zugelassene KWK-Anlagen nach Netto-Leistungsklassen und Inbetriebnahmejahr	28
Tabelle 5-2:	Im Rahmen des KWKG zugelassene KWK-Anlagen nach Kategorie und Inbetriebnahmejahr	29
Tabelle 5-3:	Im Rahmen des KWKG zugelassene modernisierte KWK-Anlagen nach Klassen der Neuerrichtungskosten und Inbetriebnahmejahr	32
Tabelle 5-4:	Anzahl und Trassenlänge bewilligter Wärmenetze nach Klassen des mittleren Nenndurchmessers und Inbetriebnahmejahren	34
Tabelle 5-5:	Anzahl und Trassenlänge bewilligter Wärmenetze nach Maßnahmenart und Inbetriebnahmejahren	35
Tabelle 5-6:	Anzahl und Speichervolumen bewilligter Wärme- und Kältespeicher nach Größenklassen und Inbetriebnahmejahren	39
Tabelle 5-7:	Anzahl und Speichervolumen bewilligter Wärme- und Kältespeicher nach Verwendungszweck und Inbetriebnahmejahren	40
Tabelle 5-8:	Auszahlungen der Stromnetzbetreiber je Anlagenkategorie im Rahmen des KWKG, 2009 - 2014	43
Tabelle 5-9:	Förderungsbeträge für Netze und Speicher	44
Tabelle 6-1:	KWK-Nettostromerzeugung und Gesamtnettostromerzeugung der AV und IKW, KWK-Anteile	47
Tabelle 6-2:	Fossile BHKW unter 1 MW	48
Tabelle 7-1:	Schätzung der KWK-Netto-Leistung im Jahr 2014	54
Tabelle 7-2:	Schätzung der KWK-Leistung nach Energieträgern	55
Tabelle 7-3:	Zusammenfassung der elektrischen Leistungen nach Inbetriebnahmejahren	56
Tabelle 7-4:	Zubau und Bestand von fossilen BHKW 2003-2014 nach der BHKW-Datenbank	58

Abkürzungsverzeichnis

AGEE-Stat	Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik
AMS (2012)	Aktuelle-Maßnahmen-Szenario (2012) im Projekt „Klimaschutzszenarien 2050“
AV	Allgemeine Versorgung
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
BHKW	Blockheizkraftwerk
DT	Dampfturbine
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EF	Emissionsfaktor
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GT	Gasturbine
GuD	Gas- und Dampfturbinen-Anlage
HH	Haushalte
HKW	Heizkraftwerk
IKW	Industrielle Kraftwirtschaft
kW _{el}	Kilowatt elektrisch
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	KWK-Gesetz
MW _{el}	Megawatt elektrisch
StBA	Statistisches Bundesamt
TWh	Terawattstunde
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
VIK	Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft
W _{el} / Wh _{el}	Watt / Wattstunde elektrisch
W _{th} / Wh _{th}	Watt / Wattstunde thermisch
ZSE	Zentrales System der Emissionserfassung

1 Einleitung

Dieser Bericht stellt die Aktualisierung des Berichts „Stand der KWK“ (Öko-Institut 2014) dar. Durch die detaillierte Zusammenstellung von Zahlen zur Erzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung, dem damit verbundenen Einsatz von Energieträgern sowie den resultierenden Emissionen, wird eine Grundlage bereitgestellt, um die Entwicklung der KWK in Deutschland zu verfolgen.

Die Methodik beruht dabei weitgehend auf der des KWK-Monitoring (Öko-Institut 2009-2012), bei der von einem Gesamtgerüst der KWK-Erzeugung ausgegangen wird, das folgende vier Bereiche umfasst:

- Die allgemeine Versorgung (AV) nach StBA 066
- Die industrielle Kraftwirtschaft (IKW) nach StBA 067
- Fossile BHKW unter 1 MW
- Biogene KWK-Anlagen außerhalb der Erfassung der Tabellen 066 und 067.

Die Entwicklung der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung wird in Abschnitt 2 dargestellt. Die mit dieser Erzeugung verbundenen Emissionen werden im folgenden Abschnitt 3 aufgeführt.

Anschließend werden in Kapitel 4 Kenngrößen der KWK-Stromerzeugung detailliert betrachtet. Dazu werden die KWK-Anteile und die KWK-Leistung im Zeitverlauf dargestellt sowie die Vollaststunden. In Kapitel 5 wird die erfolgte Förderung durch das KWKG ausgewiesen.

Im Anhang (Abschnitte 6 und 7) sind weitere methodische Ausführungen zur Ermittlung der Strom- und Wärmeerzeugung sowie der KWK-Leistung zu finden.

Die Arbeiten für diesen Bericht erfolgten im Rahmen des Projektes „Klimaschutz und KWK – aktuelle Entwicklungen im Kontext der wirtschaftlichen Randbedingungen und des technologischen Fortschritts“, Förderkennzeichen (UM13 46 168).

2 KWK-Strom- und Wärmeerzeugung 2003-2014

Aufbauend auf der Methodik des KWK-Monitorings (Öko-Institut 2009-2012) wird im Folgenden die KWK-Erzeugung getrennt in vier Erfassungsbereichen dargestellt. Detaillierte Erläuterungen zur Methodik sind im Anhang (Kapitel 6) zu finden. Im Gegensatz zum KWK-Monitoring werden wie im Vorjahr für die biogene KWK-Erzeugung außerhalb der Erfassung der Tabellen 066 und 067 die Ergebnisse des ZSW im Rahmen der Arbeiten der AGEE-Stat übernommen, um die Datenlage zu vereinheitlichen.

2.1 Überblick

Im Folgenden sind die Tabellen aufgeführt, die die einzelnen Bereiche der KWK-Erzeugung zusammenfassen. Tabelle 2-1 zeigt die Nettostromerzeugung, Tabelle 2-2 die Nettowärmeerzeugung durch KWK.

Tabelle 2-1: Gesamte KWK-Nettostromerzeugung

Berichtskreis	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	TWh											
Allgemeine Versorgung	50.3	52.4	52.3	54.0	51.9	53.8	50.5	53.4	51.1	51.1	49.7	44.9
Industrielle Kraftwirtschaft	23.5	22.9	25.6	25.8	25.8	25.7	26.6	29.8	28.4	28.3	28.9	29.7
Summe der amtlich erfassten Erzeugung	73.8	75.3	77.9	79.8	77.6	79.5	77.0	83.2	79.6	79.4	78.7	74.6
BHKW unter 1 MW	1.8	2.0	2.1	2.2	2.4	2.7	2.9	3.3	3.8	4.5	5.4	6.5
Nicht erfasste biogene Anlagen	1.9	2.6	3.2	4.9	6.4	7.0	9.2	10.6	10.9	13.4	15.6	16.5
Nicht-erfasste BHKW und nicht-erfasste biogene Anlagen ¹⁾	3.7	4.6	5.2	7.1	8.9	9.6	12.1	13.8	14.7	17.9	21.1	23.0
Gesamte KWK-Stromerzeugung excl. Fermenterbeheizung	77.5	79.8	83.2	86.9	86.5	89.1	89.1	97.0	94.3	97.3	99.7	97.6

1) "BHKW unter 1 MW" entsprechen den fossilen BHKW mit einer Leistung bis 1 MW, die nicht von der amtlichen Statistik erfasst werden. Diese Zahl stammt aus der BHKW-Datenbank des Öko-Instituts.
Die KWK-Stromerzeugung der nicht erfassten biogenen KWK-Anlagen entspricht der biogenen KWK-Stromerzeugung **exkl. der Stromerzeugung, die mit der Fermenterbeheizung verbunden ist**, wie von AGEE-Stat ermittelt.

Quelle: StBA 066+067; AGEE-Stat; BHKW-Umfrage Öko-Institut; eigene Berechnungen.

Bei der gesamten KWK-Nettostromerzeugung konnte von 2003 bis 2010 eine fast kontinuierliche Steigerung der Stromerzeugung um 20 TWh auf 97 TWh festgestellt werden. Seit 2010 schwankt die gesamte KWK-Nettostromerzeugung leicht um diesen Wert. Insbesondere der Ausbau der biogen betriebenen Anlagen, die nicht in den Tabellen des statistischen Bundesamtes erfasst werden, spielt im Zeitverlauf eine entscheidende Rolle: Die KWK-Stromerzeugung aus diesen Anlagen ist stetig von knapp 2 auf 16,5 TWh im Jahr 2014 gewachsen und ihr relativer Anteil liegt im Jahr 2014 schon bei 17 %. Der Anteil der kleinen BHKWs an der KWK-Stromerzeugung stieg ebenfalls kontinuierlich. Im Jahr 2014 lieferten sie 7 % der gesamten KWK-Nettostromerzeugung. Zur Erhöhung der KWK-Stromerzeugung trug auch die industrielle Kraftwirtschaft bei. Ihr Anteil an der KWK-Stromerzeugung lag in den letzten Jahren recht konstant bei ca. 30 %. Die KWK-Stromerzeugung in der allgemeinen Versorgung hat 2003 noch 65 % ausgemacht, im Jahr 2014 ist erstmalig weniger als die Hälfte der KWK-Stromerzeugung in diesem Sektor zu verzeichnen, der

Anteil liegt bei nur noch 46 %. Entsprechend liegt im Jahr 2014 die KWK-Stromerzeugung in der allgemeinen Versorgung bei einem Minimum von knapp 45 TWh innerhalb der gesamten Zeitreihe.

Tabelle 2-2: Gesamte KWK-Nettowärmeerzeugung

Berichtskreis	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	TWh											
Allgemeine Versorgung	94	100	101	103	97	99	95	101	93	96	97	88
Industrielle Kraftwirtschaft	82	77	80	78	80	80	79	87	84	84	85	84
Summe der amtlich erfassten Erzeugung	176	178	181	181	177	178	175	188	177	180	182	172
BHKW unter 1 MW	3	3	3	3	4	4	4	5	6	7	8	10
Nicht erfasste biogene Anlagen	4	6	7	9	10	12	14	18	18	21	22	23
Nicht-erfasste BHKW und nicht-erfasste biogene Anlagen ¹⁾	7	9	10	12	14	16	19	23	23	28	30	33
Gesamte KWK-Wärmeerzeugung	183	186	191	193	190	194	193	210	201	208	212	205

1) "BHKW unter 1 MW" entsprechen den fossilen BHKW mit einer Leistung bis 1 MW, die nicht von der amtlichen Statistik erfasst werden. Diese Zahl stammt aus der BHKW-Datenbank des Öko-Instituts.
Die KWK-Stromerzeugung der nicht erfassten biogenen KWK-Anlagen entspricht der biogenen KWK-Stromerzeugung **exkl. der Stromerzeugung, die mit der Fermenterbeheizung verbunden ist**, wie von AGEE-Stat ermittelt.

Quelle: StBA 066+067; AGEE-Stat; BHKW-Umfrage Öko-Institut; eigene Berechnungen.

Auch die gesamte Nettowärmeerzeugung ist seit 2003 angestiegen. Analog zur KWK-Nettostromerzeugung ist auch hier seit dem Jahr 2010 eine Stagnation zu verzeichnen, welche bei etwa 210 TWh liegt. Die Wärmeerzeugung durch die nicht erfassten biogenen Anlagen ist auch der Haupttreiber des Anstiegs der KWK-Wärmeerzeugung. Ihr Anteil an der gesamten KWK-Wärmeerzeugung ist aber mit 11 % geringer als ihr Anteil an der KWK-Stromerzeugung. Dasselbe gilt für die BHKWs, deren Anteil an der Nettowärmeerzeugung 5 % beträgt. Auch der Anteil der allgemeinen Versorgung liegt bei der Wärmeerzeugung niedriger als bei der Stromerzeugung, seit 2009 unter 50 %, im Jahr 2014 bei 43 %. Dafür hatte die industrielle Kraftwirtschaft durchgängig einen Anteil von 41-45 % an der Wärmeerzeugung aus KWK in den vergangenen 11 Jahren.

Um die Vergleichbarkeit mit anderen Quellen herzustellen (z.B. AGEB 2015), wird in der folgenden Tabelle die KWK Strom- und Wärmeerzeugung zusammengefasst zur KWK-Erzeugung. Außerdem wird die Strom- und Wärmeerzeugung explizit ausgewiesen, die mit der Beheizung der Fermenter von Biogasanlagen verbunden ist. Diese wird in anderen Quellen der KWK-Erzeugung zugerechnet. In dem hier vorliegenden Bericht wird die Fermenterbeheizung jedoch nicht als Nutzwärme im Sinne von KWK-Wärme angesehen, wie sie im KWKG definiert ist (KWKG 2012, §3 (6)):

„Nutzwärme ist die aus einem KWK-Prozess ausgekoppelte Wärme, die außerhalb der KWK-Anlage für die Raumheizung, die Warmwasserbereitung, die Kälteerzeugung oder als Prozesswärme verwendet wird.“

Deshalb wird die mit der Fermenterbeheizung verbundene Strom- und Wärmeerzeugung in den weiteren Betrachtungen nicht als KWK-Erzeugung gewertet.

Tabelle 2-3: KWK-Erzeugung mit und ohne Fermenterbeheizung

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	TWh											
KWK-Erzeugung excl. Fermenterbeheizung	260.2	266.3	274.4	280.0	276.7	283.2	282.5	307.5	295.2	305.5	311.8	302.4
Strom	77.5	79.8	83.2	86.9	86.5	89.1	89.1	97.0	94.3	97.3	99.7	97.6
Wärme	182.7	186.5	191.2	193.2	190.2	194.1	193.3	210.5	200.9	208.2	212.0	204.8
Erzeugung verbunden mit Fermenterbeheizung	1.8	1.3	1.5	1.8	2.4	8.1	10.1	11.5	15.0	19.5	10.8	11.0
Strom	0.9	0.6	0.7	0.8	1.0	4.0	4.8	5.5	7.2	9.2	5.2	5.3
Wärme	1.0	0.7	0.9	1.0	1.4	4.1	5.3	6.1	7.8	10.3	5.5	5.7
KWK-Erzeugung inkl. Fermenterbeheizung	262.1	267.6	275.9	281.9	279.0	291.3	292.6	319.0	310.1	325.0	322.5	313.4
Strom	78.4	80.5	83.8	87.7	87.5	93.1	93.9	102.5	101.5	106.5	105.0	102.9
Wärme	183.6	187.2	192.1	194.2	191.5	198.3	198.6	216.5	208.7	218.5	217.6	210.5

Quelle: StBA 066+067; AGEE-Stat; BHKW-Umfrage Öko-Institut; Auswertungsbilanz der AGEB; eigene Berechnungen.

2.2 KWK-Erzeugung nach Energieträgern

Nachfolgend ist die KWK-Erzeugung nach Energieträgern getrennt dargestellt: in Tabelle 2-4 für die Nettostromerzeugung und in Tabelle 2-5 für die Nettowärmeerzeugung.

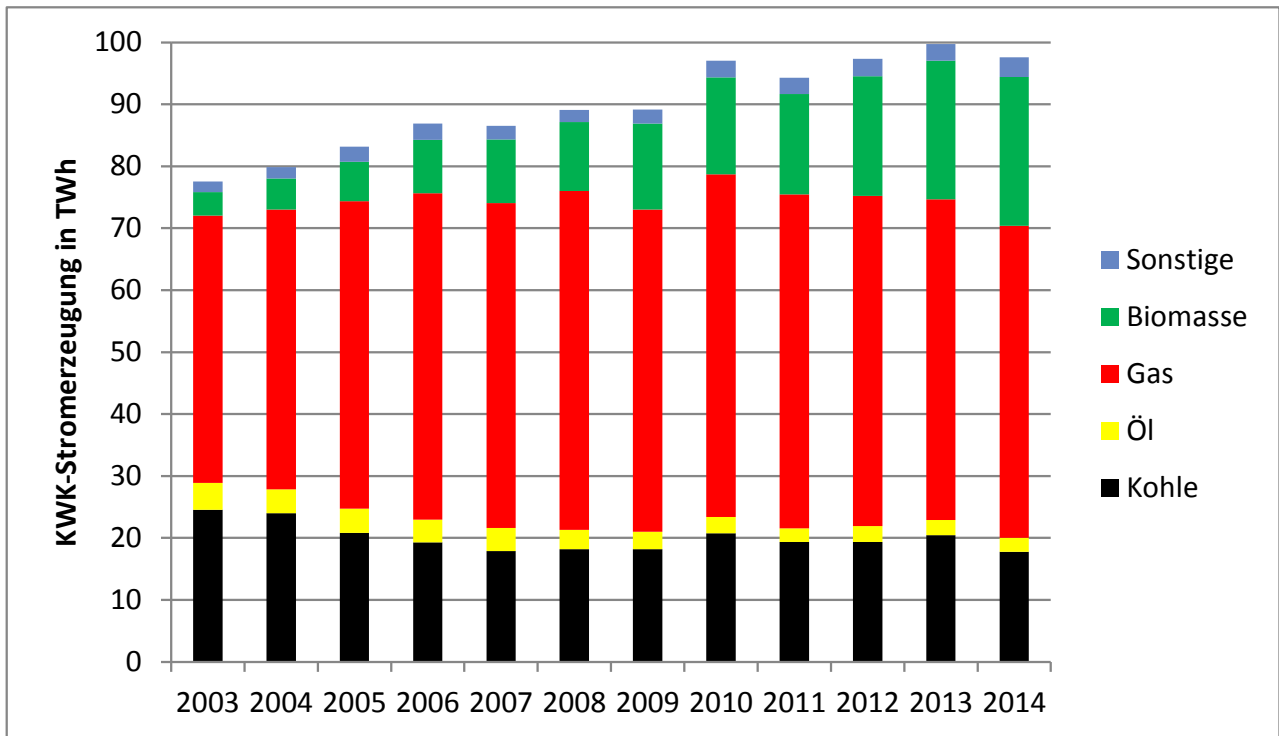
Tabelle 2-4: KWK-Nettostromerzeugung nach Energieträgern

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	TWh											
AV +KWK	73.8	75.3	77.9	79.8	77.6	79.5	77.0	83.2	79.6	79.4	78.7	74.6
Kohle	24.6	24.0	20.8	19.3	17.9	18.2	18.2	20.8	19.3	19.4	20.4	17.8
Öl	3.9	3.5	3.5	3.3	3.3	2.7	2.4	2.3	1.9	2.3	2.2	2.0
Gas	41.7	43.6	47.9	50.9	50.4	52.5	49.4	52.4	50.4	49.0	46.7	44.2
Biomasse	1.9	2.4	3.2	3.8	3.8	4.1	4.7	5.1	5.3	5.9	6.7	7.5
Sonstige	1.7	1.8	2.5	2.6	2.2	2.0	2.2	2.7	2.6	2.8	2.7	3.2
Kleine BHKW < 1 MW	1.8	2.0	2.1	2.2	2.4	2.7	2.9	3.3	3.8	4.5	5.4	6.5
Öl	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
Gas	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	2.3	2.5	2.9	3.5	4.2	5.1	6.2
Biogen außerhalb der Tabellen 066 und 067	1.9	2.6	3.2	4.9	6.4	7.0	9.2	10.6	10.9	13.4	15.6	16.5
Gesamt	77.5	79.8	83.2	86.9	86.5	89.1	89.1	97.0	94.3	97.3	99.7	97.6
Kohle	24.6	24.0	20.8	19.3	17.9	18.2	18.2	20.8	19.3	19.4	20.4	17.8
Öl	4.3	3.9	3.9	3.7	3.7	3.1	2.8	2.6	2.2	2.6	2.5	2.3
Gas	43.1	45.2	49.6	52.7	52.5	54.7	52.0	55.3	53.9	53.3	51.8	50.4
Biomasse	3.8	5.0	6.4	8.6	10.2	11.1	13.9	15.7	16.2	19.3	22.4	24.0
Sonstige	1.7	1.8	2.5	2.6	2.2	2.0	2.2	2.7	2.6	2.8	2.7	3.2

Quelle: StBA 066+067; AGEE-Stat; BHKW-Umfrage Öko-Institut; eigene Berechnungen.

Wie an den Zahlen zu sehen ist, hat Gas mit Abstand den größten Anteil aller Energieträger an der KWK-Stromerzeugung, gefolgt von Kohle und Biomasse. In Abbildung 2-1 ist die absolute Entwicklung der KWK-Stromerzeugung aufgeteilt in die verschiedenen Energieträger dargestellt. Unter anderem wird hier die bisherige Spitze der Erzeugung im Jahr 2013 deutlich.

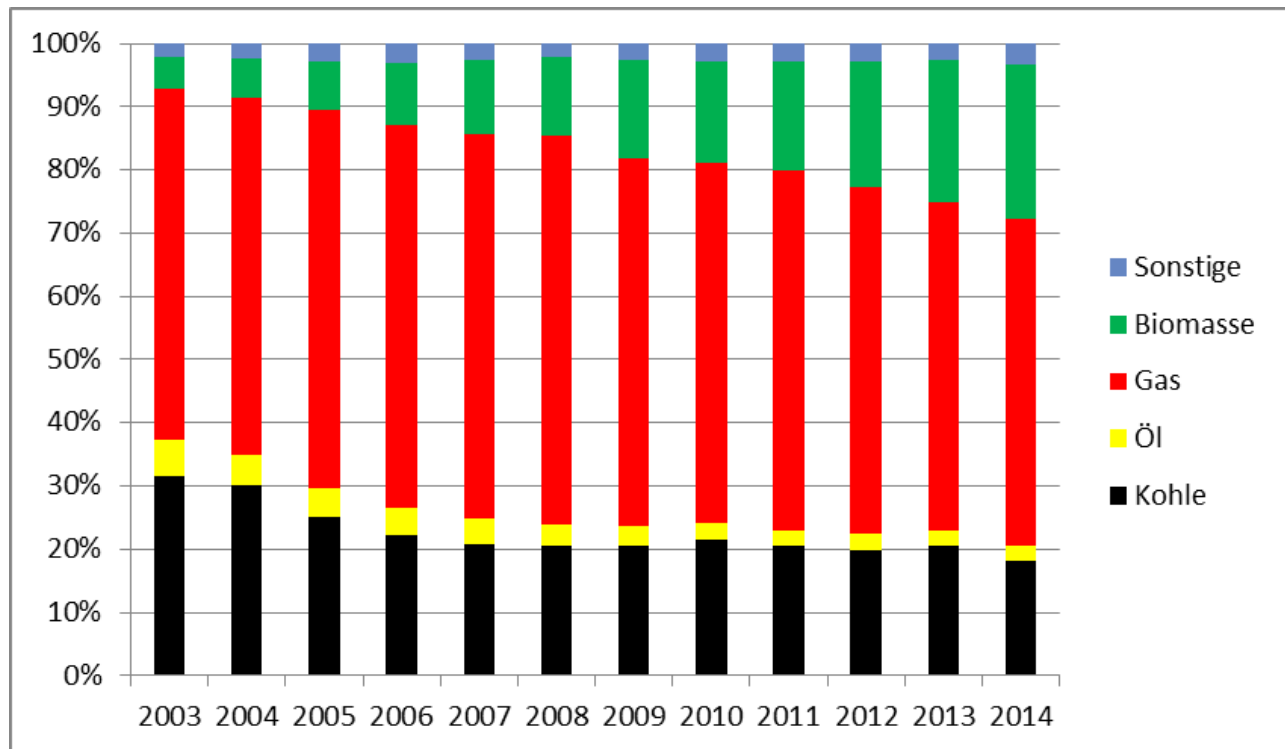
Abbildung 2-1: Absolute Aufteilung der Energieträger an der KWK-Nettostromerzeugung



Quelle: StBA 066+067; AGEE-Stat; BHKW-Umfrage Öko-Institut; eigene Berechnungen.

Die prozentuale Aufteilung der Energieträger ist in Abbildung 2-2 dargestellt, in der sich deutlich der zunehmende Anteil der Biomasse abzeichnet.

Abbildung 2-2: Prozentuale Aufteilung der Energieträger an der KWK-Nettostromerzeugung



Quelle: StBA 066+067; AGEE-Stat; BHKW-Umfrage Öko-Institut; eigene Berechnungen.

In beiden Abbildungen wird die geringe Änderung in der KWK-Stromerzeugung durch Kohle seit 2005 deutlich: Sie beträgt unverändert etwa 20 TWh und entspricht damit rund 20 % der gesamten KWK-Stromerzeugung.

Die nachfolgende Tabelle 2-5 gibt einen Überblick über die KWK-Wärmeerzeugung nach Energieträgern.

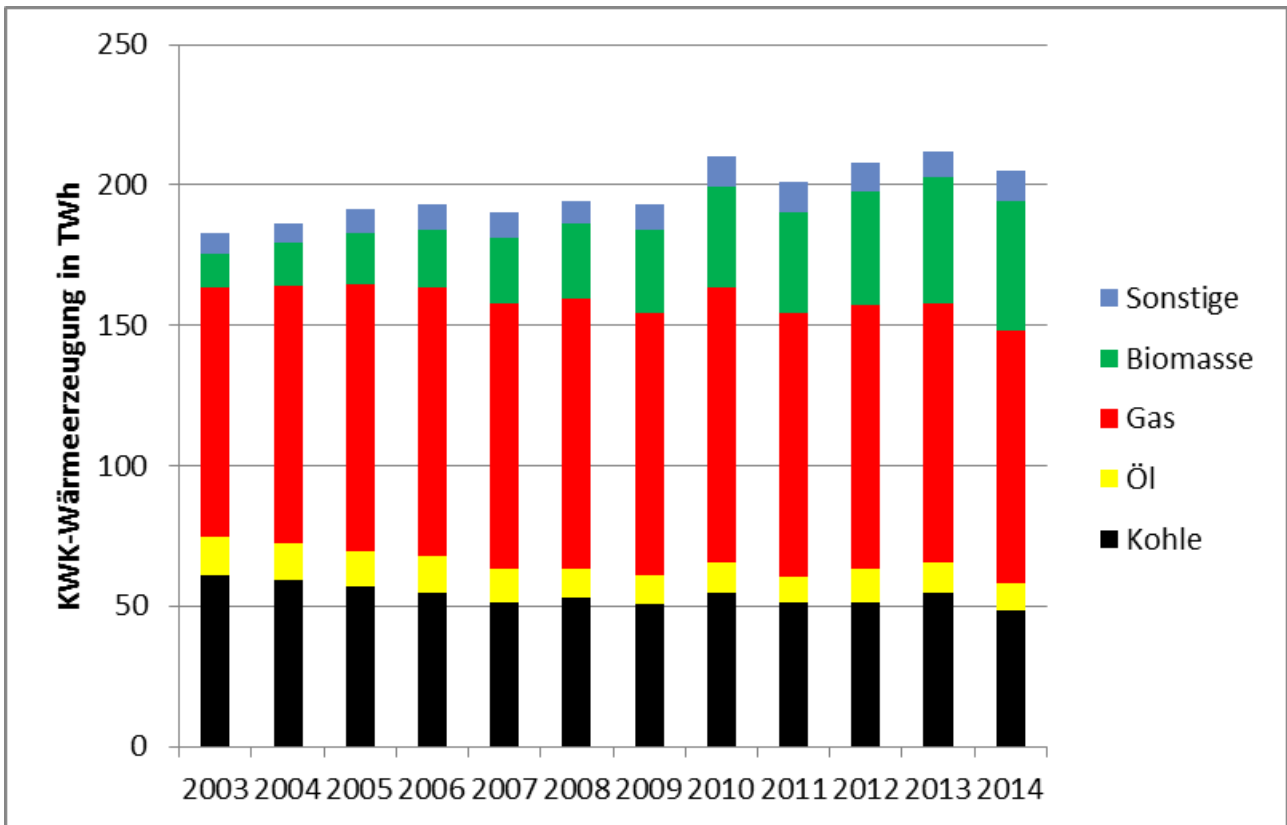
Tabelle 2-5: KWK-Wärmeerzeugung nach Energieträgern

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	TWh											
AV +KWK	175.9	177.7	181.4	181.2	176.5	178.3	174.6	187.7	177.5	180.1	181.7	172.3
Kohle	60.7	59.2	56.7	54.9	51.2	52.7	50.7	54.8	51.2	51.4	54.6	48.4
Öl	13.2	12.6	12.0	12.5	11.6	10.1	9.9	10.1	8.5	11.2	10.5	9.3
Gas	86.9	89.6	92.8	92.7	91.4	92.8	89.1	93.7	88.5	87.4	84.1	80.6
Biomasse	7.7	9.0	11.6	12.1	13.3	14.9	15.5	18.1	18.6	19.3	23.1	23.5
Sonstige	7.4	7.3	8.4	8.9	9.0	7.8	9.4	11.0	10.7	10.7	9.2	10.5
Kleine BHKW < 1 MW	2.8	3.0	3.2	3.4	3.8	4.1	4.5	5.0	5.9	7.0	8.3	9.9
Öl	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4
Gas	2.2	2.4	2.6	2.8	3.1	3.5	3.9	4.5	5.4	6.5	7.9	9.6
Biogen außerhalb der Tabellen 066 und 067	3.9	5.8	6.6	8.5	9.9	11.8	14.3	17.7	17.5	21.2	22.0	22.6
Gesamt	182.7	186.5	191.2	193.2	190.2	194.1	193.3	210.5	200.9	208.2	212.0	204.8
Kohle	60.7	59.2	56.7	54.9	51.2	52.7	50.7	54.8	51.2	51.4	54.6	48.4
Öl	13.8	13.2	12.6	13.1	12.3	10.7	10.5	10.6	9.0	11.7	11.0	9.7
Gas	89.1	91.9	95.4	95.5	94.5	96.3	93.0	98.2	93.9	93.9	92.1	90.2
Biomasse	11.6	14.8	18.2	20.7	23.2	26.6	29.8	35.8	36.1	40.5	45.2	46.1
Sonstige	7.4	7.3	8.4	8.9	9.0	7.8	9.4	11.0	10.7	10.7	9.2	10.5

Quelle: StBA 066+067; AGEE-Stat; BHKW-Umfrage Öko-Institut; eigene Berechnungen.

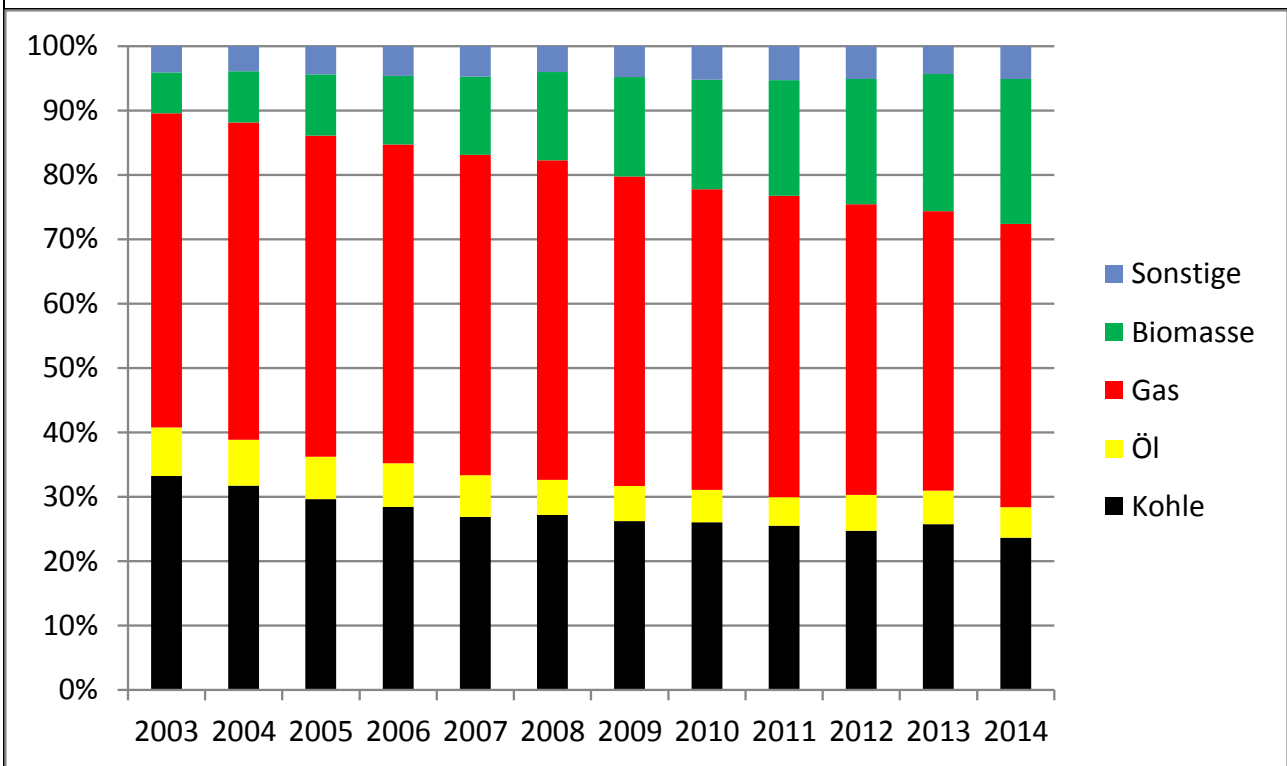
Auch für die Wärmeerzeugung ist also Gas der wichtigste Energieträger, gefolgt von Kohle und Biomasse. Der Anteil von Öl und sonstigen Energieträgern an der KWK-Wärmeerzeugung ist höher als bei der KWK-Stromerzeugung. In Abbildung 2-3 ist die absolute Aufteilung grafisch veranschaulicht.

Abbildung 2-3: Absolute Aufteilung der Energieträger an der KWK-Wärmeerzeugung



Quelle: StBA 066+067; AGEE-Stat; BHKW-Umfrage Öko-Institut; eigene Berechnungen.

Abbildung 2-4: Prozentuale Aufteilung der Energieträger an der KWK-Wärmeerzeugung



Quelle: StBA 066+067; AGEE-Stat; BHKW-Umfrage Öko-Institut; eigene Berechnungen.

2.3 KWK-Erzeugung nach Anlagenart

In Tabelle 2-6 ist die Nettostromerzeugung aus KWK nach der Anlagenart aufgeschlüsselt.

Tabelle 2-6: KWK-Nettostromerzeugung nach Anlagenart

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	TWh											
AV +KWK	73.8	75.3	77.9	79.8	77.6	79.5	77.0	83.2	79.6	79.4	78.7	74.6
Dampfturbinen	41.6	41.1	37.7	36.1	35.1	34.7	34.5	38.2	36.0	37.8	39.2	35.7
Gasturbinen	28.7	30.2	36.2	39.4	38.1	40.3	38.3	40.4	38.9	36.6	33.5	32.0
Motoren	3.5	3.9	3.9	4.2	4.4	4.4	4.2	4.4	4.5	5.0	5.8	6.8
Sonstige Anlagen	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Kleine BHKW < 1 MW	1.8	2.0	2.1	2.2	2.4	2.7	2.9	3.3	3.8	4.5	5.4	6.5
Motoren	1.8	2.0	2.1	2.2	2.4	2.7	2.9	3.3	3.8	4.5	5.4	6.5
Biogen außerhalb der Tabellen 066 und 067	1.9	2.6	3.2	4.9	6.4	7.0	9.2	10.6	10.9	13.4	15.6	16.5
Dampfturbinen	0.6	0.8	1.0	1.5	1.9	2.1	2.8	3.2	3.3	4.0	4.7	4.9
Motoren	1.3	1.8	2.2	3.4	4.5	4.9	6.4	7.4	7.6	9.4	11.0	11.5
Gesamt	77.5	79.8	83.2	86.9	86.5	89.1	89.1	97.0	94.3	97.3	99.7	97.6
Dampfturbinen	42.1	41.8	38.7	37.6	37.0	36.8	37.3	41.4	39.3	41.8	43.9	40.6
Gasturbinen	28.7	30.2	36.2	39.4	38.1	40.3	38.3	40.4	38.9	36.6	33.5	32.0
Motoren	6.6	7.7	8.2	9.8	11.3	11.9	13.5	15.1	16.0	18.9	22.2	24.9
Sonstige Anlagen	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Quelle: StBA 066+067; AGEE-Stat; BHKW-Umfrage Öko-Institut; eigene Berechnungen.

Die KWK-Stromerzeugung mit Gasturbinen nimmt seit dem Jahr 2008 ab: Während ihr Anteil im Jahr 2008 noch bei 45 % an der gesamten Stromerzeugung lag, ist dieser seitdem kontinuierlich gesunken und liegt im Jahr 2014 bei nur noch 33 %. Die Erzeugung in Dampfturbinen ist in dieser Zeit prozentual konstant bei ca. 42 % geblieben, angestiegen ist vor allem der Anteil der KWK-Stromerzeugung aus Motoren, der im Jahr 2014 25 % beträgt.

3 Brennstoffeinsatz und CO₂-Emissionen der KWK-Erzeugung

Die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme ist effizienter als die ungekoppelte Erzeugung. Dennoch sind die für die KWK-Erzeugung eingesetzten Energieträger zu berücksichtigen und deren Emissionen nicht zu vernachlässigen. Aus diesem Grund wird hier im ersten Schritt der Einsatz der verschiedenen Energieträger aufgeführt, um anschließend die mit ihrem Einsatz verbundenen Emissionen zu berechnen. Zusammenführend werden schließlich die spezifischen CO₂-Emissionen der KWK-Strom- und Wärmeerzeugung nach den verschiedenen Brennstoffen dargestellt.

3.1 Einsatz der Energieträger zur KWK-Erzeugung

Basierend auf der Zeitreihe für die eingesetzten Energieträger zur KWK-Erzeugung wird analog zu Öko-Institut (2012) aus den Daten des Statistischen Bundesamtes (Tabelle 066 und 067) sowie den Ergebnissen der BHKW-Umfrage der Brennstoffeinsatz für die gesamte KWK-Erzeugung ermittelt. Der Brennstoffeinsatz der biogenen KWK-Erzeugung außerhalb der Tabellen 066 und 067 ist mit den durchschnittlichen Nutzungsgraden der allgemeinen Versorgung abgeschätzt worden. Die jährlichen Ergebnisse sind in Tabelle 3-1 dargestellt.

Tabelle 3-1: Brennstoffeinsatz zur KWK-Erzeugung

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	TWh											
AV +IKW	324	330	335	332	323	333	329	352	336	338	339	323
Kohle	116	112	101	94	86	90	89	97	90	91	96	84
Öl	21	20	19	20	18	17	17	16	15	17	15	14
Gas	161	168	175	176	175	179	173	181	173	168	161	154
Biomasse	14	17	23	26	28	31	34	39	40	42	46	48
Sonstige	12	12	16	16	17	16	17	19	18	20	21	23
BHKW < 1 MW	5	6	6	7	7	8	9	10	11	13	16	19
Öl	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gas	4	5	5	5	6	7	7	9	10	13	15	19
Biogen außerhalb der Tabellen 066 und 067	10	14	19	25	30	35	45	57	57	67	67	69
Gesamt	339	350	360	364	361	376	383	419	405	418	423	411
Kohle	116	112	101	94	86	90	89	97	90	91	96	84
Öl	22	21	21	21	19	18	18	17	16	18	16	14
Gas	165	173	180	182	181	186	181	190	184	181	176	172
Biomasse	24	32	42	51	58	65	79	96	97	109	114	117
Sonstige	12	12	16	16	17	16	17	19	18	20	21	23

Quelle: StBA 066+067; AGEE-Stat; BHKW-Umfrage Öko-Institut; eigene Berechnungen.

3.2 CO₂-Emissionen der KWK-Erzeugung

Durch Multiplikation der Energieträger mit den Emissionsfaktoren erhält man die CO₂-Emissionen, wie sie in der folgenden Tabelle dargestellt sind. Im Gegensatz zu Öko-Institut (2014) werden hier die Emissionsfaktoren des aktuellen Treibhausgasinventars (UBA 2015) verwendet, wodurch sich

leichte Unterschiede bei den Emissionen in der amtlich erfassten Erzeugung ergeben.¹ In Tabelle 3-2 sind die Emissionen nach den vier Berichtskreisen aufgegliedert dargestellt.

Tabelle 3-2: CO₂-Emissionen der KWK-Strom- und Wärme-Erzeugung

Berichtskreis	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	Mt CO ₂											
Allgemeine Versorgung	52.0	53.6	51.4	50.6	46.8	48.8	47.7	50.4	47.2	48.2	48.5	43.0
Industrielle Kraftwirtschaft	30.6	28.9	29.8	29.6	29.5	29.1	29.0	31.4	29.7	29.2	29.2	28.9
Summe der amtlich erfassten Erzeugung	82.6	82.6	81.1	80.2	76.2	77.9	76.7	81.8	76.9	77.4	77.7	71.9
BHKW unter 1 MW	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	2.4	2.8	3.3	3.9
Biogen außerhalb der Tabellen 066 und 067	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nicht-erfasste BHKW und nicht-erfasste biogene Anlagen	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	2.4	2.8	3.3	3.9
Gesamte KWK-Emissionen	83.8	83.8	82.5	81.6	77.8	79.6	78.5	83.8	79.2	80.1	81.0	75.9

Quelle: UBA 2015; RWI 2008; StBA 066+067; BHKW-Umfrage; eigene Berechnungen.

Die Emissionen der gesamten KWK-Erzeugung liegen relativ stabil bei etwa 80 Mio. t CO₂. Vergleicht man nur die Jahre 2003 und 2014, ist die KWK-Erzeugung (Strom und Wärme zusammen) um 16 % gestiegen, während die Emissionen, vor allem durch den verstärkten Einsatz von Biomasse, um 9 % gesunken sind.

Zur Veranschaulichung der Größenordnung hilft ein Blick auf die gesamten deutschen Treibhausgasemissionen: Für das Jahr 2014 werden diese mit 910 Mt CO₂ eq. abgeschätzt. Im Zeitraum 2003 bis 2014 sind sie um 12 % gesunken (UBA 2015), während der Gesamt-Primärenergieeinsatz um 7 % abnahm (Eurostat 2015). Die Brutto-Stromerzeugung ist in diesem Zeitraum nahezu konstant geblieben (BMWi 2015).

Die Aufteilung der Emissionen kann auch nach den verschiedenen Energieträgern ausgeführt werden, wie in Tabelle 3-2 für das Jahr 2014 dargestellt ist. Vergleichend dazu wird die KWK-Erzeugung gegenübergestellt. Rein informativ wird der Brennstoffeinsatz auf die KWK-Strom- und Wärmeerzeugung nach der finnischen Methode verteilt, proportional dazu die Emissionen der KWK-Erzeugung.

¹ Allein für den Einsatz von Hochofengas wird weiterhin der Emissionsfaktor aus dem KWK-Monitoring verwendet (s. RWI 2008). Das bedeutet, dass der Emissionsfaktor um mehr als die Hälfte niedriger liegt als im Treibhausgasinventar ausgewiesen ist (105 statt 260 t CO₂/TJ). Hochofengas ist ein Nebenprodukt des Hochofenprozesses. Ein Teil der CO₂-Emissionen dieses Brennstoffs ist auf die Reduktion im Hochofenprozess zurückzuführen. Deshalb wird hier ein reduzierter Emissionsfaktor in Ansatz gebracht. Dies bedeutet, dass ein Teil der Emissionen des Hochofengases der Roheisenerzeugung zuzurechnen ist (und nicht der Strom- und Wärmeproduktion).

Tabelle 3-3: KWK-Brennstoffeinsatz und Emissionen im Jahr 2014

	KWK-Erzeugung			Brennstoffeinsatz			KWK-Emissionen		
	Gesamt	Strom	Wärme	Gesamt	Strom	Wärme	Gesamt	Strom	Wärme
	TWh			TWh			Mt CO ₂		
Gesamt	302	98	205	411	195	216	77	35	42
Kohle	66	18	48	84	35	49	30	13	17
Öl	12	2	10	14	4	10	4	1	3
Gas	141	50	90	172	84	88	36	18	19
Biomasse	70	24	46	117	60	57	0	0	0
Sonstige	14	3	10	23	11	12	7	3	4

Quelle: UBA 2015; RWI 2008; StBA 066+067; BHKW-Umfrage; eigene Berechnungen.

3.3 Spezifische CO₂-Emissionen der KWK-Erzeugung

Mit diesen in Tabelle 3-3 dargestellten Werten lassen sich spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren für die KWK-Erzeugung nach den Energieträgern für die Strom- und Wärmeerzeugung ermitteln.

Tabelle 3-4: Spezifische KWK-Emissionsfaktoren für die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung

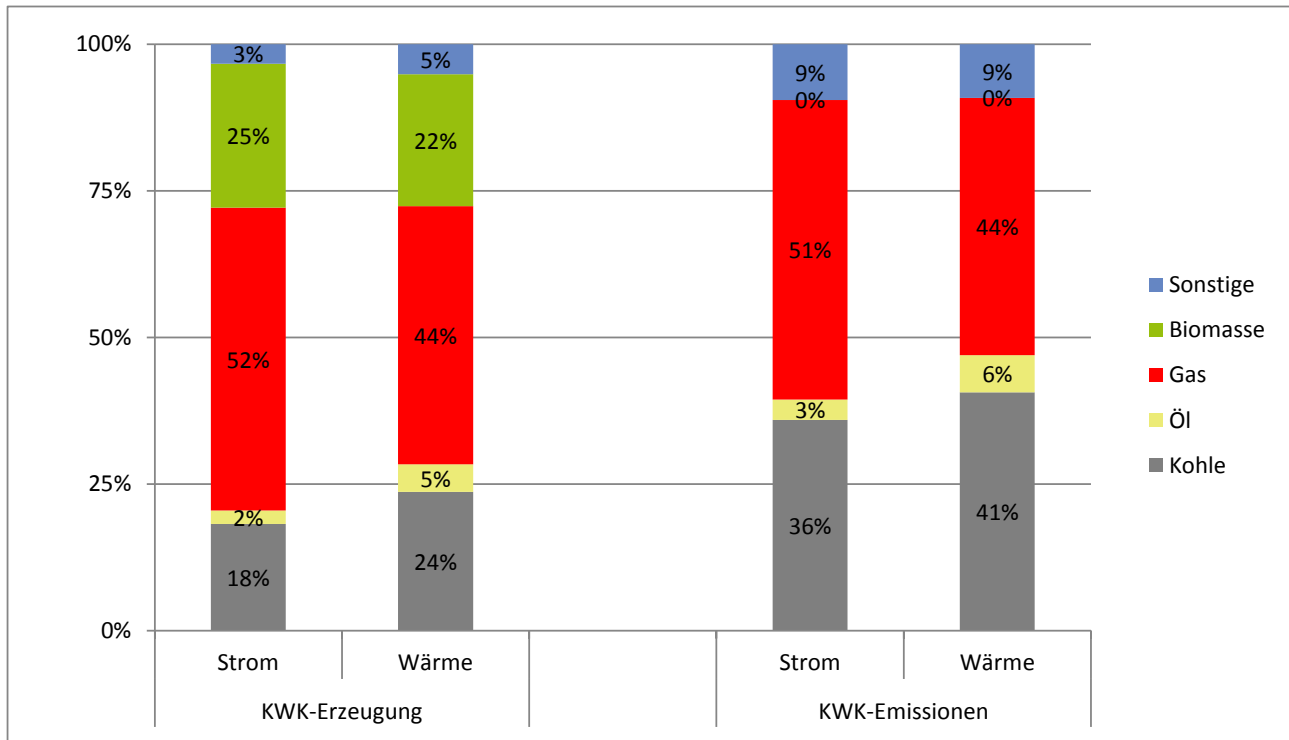
	Spezifische KWK-Emissionsfaktoren		
	Gesamt	Strom	Wärme
	g CO ₂ /kWh _{el+th}	g CO ₂ /kWh _{el}	g CO ₂ /kWh _{th}
Gesamt	255	357	206
Kohle	448	704	354
Öl	327	536	278
Gas	258	353	205
Biomasse	0	0	0
Sonstige	522	1 031	367

Quelle: UBA 2015; RWI 2008; StBA 066+067; BHKW-Umfrage; eigene Berechnungen.

Die spezifischen Emissionen der Brennstoffe unterscheiden sich deutlich voneinander. Sie liegen zwischen 0 g CO₂/kWh für die Biomasse (wobei hier die entsprechenden Emissionen der Vorketten nicht berücksichtigt sind) und 448 g CO₂/kWh für Kohle in Bezug auf die gesamte KWK-Erzeugung. Die spezifischen Emissionsfaktoren für Strom sind deutlich höher, bezogen auf die Wärmeproduktion sind sie entsprechend niedriger. Der Emissionsfaktor für KWK-Wärme aus Kohle liegt damit erheblich über dem spezifischen Emissionsfaktor für die ungekoppelte Wärmeerzeugung mit Gas, der, bei einem Wirkungsgrad von 90 %, 224 g CO₂/kWh beträgt. Dieser Wert wird im Allgemeinen auch angesetzt für die Berechnung von Wärmegutschriften von KWK-Prozessen, z.B. im Europäischen Emissionshandelssystem.

Die prozentualen Anteile der Energieträger für die KWK-Erzeugung und die damit verbundenen Emissionen sind entsprechend unterschiedlich verteilt (s. Abbildung 3-1).

Abbildung 3-1: Verteilung der KWK-Erzeugung und KWK-Emissionen auf die Energieträger im Jahr 2014



Quelle: UBA 2015; RWI 2008; StBA 066+067; BHKW-Umfrage; eigene Berechnungen

52 % der KWK-Stromerzeugung und 44 % der KWK-Wärmeerzeugung beruhte im Jahr 2014 auf dem Einsatz von Gas. Der prozentuale Anteil der mit dieser Erzeugung verbundenen CO₂-Emissionen liegt jeweils in etwa einer ähnlichen Höhe (51 und 44 %) an den gesamten KWK-Emissionen. Die biogene KWK-Erzeugung betrug 25 % an der KWK-Stromproduktion und 22 % an der KWK-Wärmeproduktion, führt jedoch nicht zu Emissionen. Folglich ist der Anteil der anderen Energieträger (Kohle, Öl und Sonstige) an den Emissionen höher als ihr Anteil an der Erzeugung. Besonders deutlich ist dieses für die KWK-Erzeugung aus Kohle: Die Anteile an den KWK-Emissionen sind nahezu doppelt so hoch wie die Anteile an der jeweiligen KWK-Erzeugung.

4 Kenngrößen der KWK-Stromerzeugung

4.1 KWK-Anteile

Um den KWK-Anteil entsprechend dem KWKG 2012 zu ermitteln, wird die KWK-Stromerzeugung zur gesamten Stromerzeugung ins Verhältnis gesetzt. Eine andere Variante des KWK-Anteils basiert nur auf der regelbaren Netto-Stromerzeugung. Ein solcher KWK-Anteil reflektiert den für die KWK passfähigen Anteil an der gesamten Stromerzeugung und trägt damit der zunehmenden Stromerzeugung aus fluktuierenden Energien Rechnung. Dieser passfähige Anteil der Netto-Stromerzeugung wird bestimmt als die gesamte Nettostromerzeugung abzüglich der Nettostromerzeugung von Wind- und Photovoltaikanlagen als fluktuierenden und grenzkostenlosen Erzeugern, d.h. als die Nettostromerzeugung der thermischen Kraftwerke und aus Lauf- und Speicherwasseranlagen. Beide KWK-Anteile sind in Tabelle 4-1 aufgeführt.

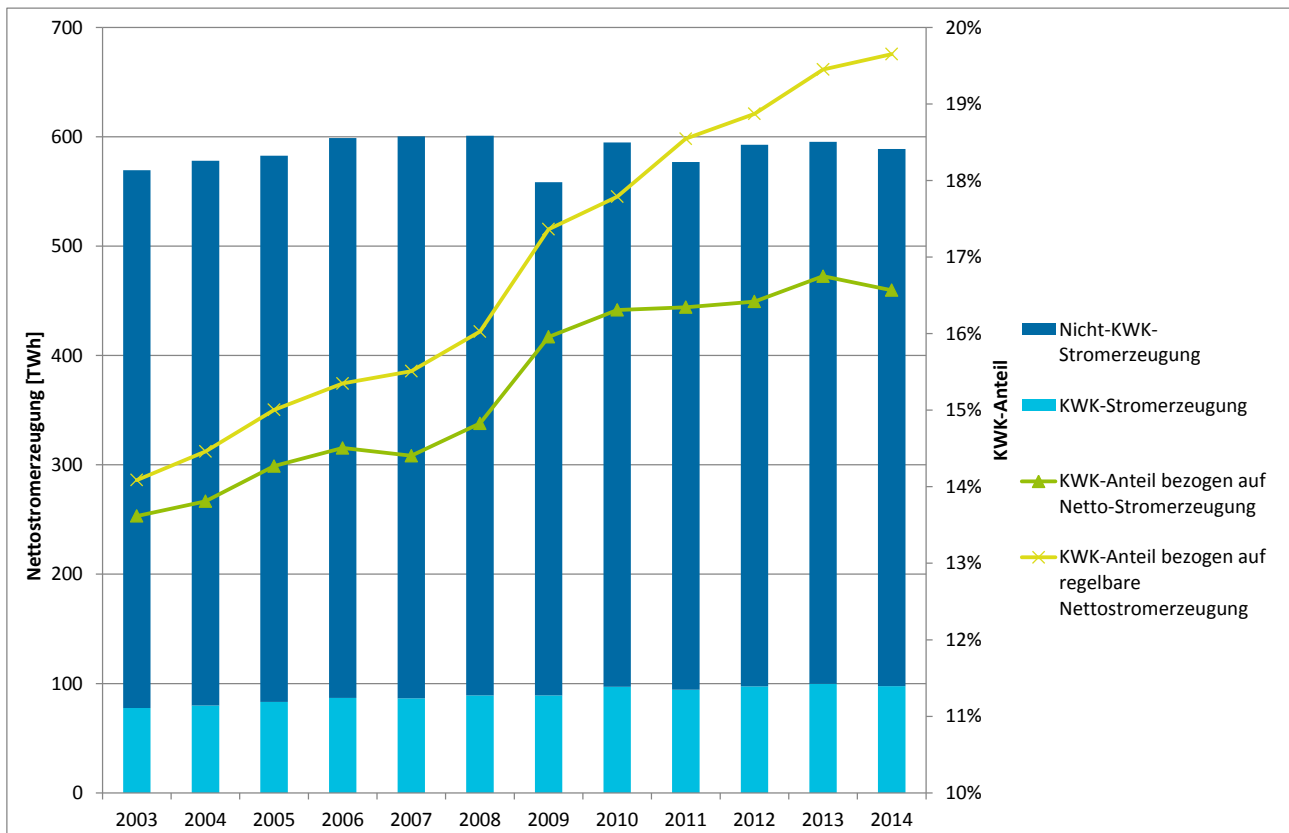
Es zeigt sich, dass der KWK-Anteil bezogen auf die gesamte Netto-Stromerzeugung zwischen den Jahren 2003 und 2014 von 13,6 auf 16,6 % gestiegen ist. Bezogen auf die regelbare Netto-Stromerzeugung ist der KWK-Anteil im selben Zeitraum stärker gestiegen, nämlich von 14,1 auf 19,7 %. Der stärkste Anstieg fand zwischen 2008 und 2009 statt. Während der KWK-Anteil bezogen auf die gesamte Netto-Stromerzeugung seit einigen Jahren bei unter 17 % verharret, steigt der Anteil bezogen auf die thermische Stromerzeugung kontinuierlich. Übersichtlich ist die Entwicklung auch in Abbildung 4-1 dargestellt.

Tabelle 4-1: Gesamter KWK-Anteil an der Brutto- und Nettostromerzeugung

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	TWh											
Brutto-Stromerzeugung insgesamt	609	617	623	640	641	641	596	633	613	630	633	614
Allgemeine Versorgung (066)	533	533	532	540	523	523	479	501	462	467	463	446
Allgemeine Versorgung (nicht 066)	28	36	40	48	65	69	71	79	100	119	126	123
Industrielle Kraftwirtschaft (067)	48	48	50	51	53	49	46	53	51	44	45	45
Netto-Stromerzeugung	569	578	583	599	601	601	559	595	577	593	595	589
davon regelbar (also abzüglich Wind und PV)	19	26	29	33	43	45	45	50	68	77	83	92
Allgemeine Versorgung (066)	498	499	498	505	488	489	446	469	431	435	431	414
Allgemeine Versorgung (nicht 066)	27	35	39	47	63	67	70	77	99	117	123	132
Industrielle Kraftwirtschaft (067)	44	44	46	47	49	46	43	49	47	41	41	42
KWK-Stromerzeugung (netto)	78	80	83	87	87	89	89	97	94	97	100	98
	%											
KWK-Anteil bezogen auf Netto-Stromerzeugung	13.6%	13.8%	14.3%	14.5%	14.4%	14.8%	16.0%	16.3%	16.3%	16.4%	16.7%	16.6%
KWK-Anteil bezogen auf regelbare Nettostromerzeugung	14.1%	14.5%	15.0%	15.3%	15.5%	16.0%	17.4%	17.8%	18.5%	18.9%	19.5%	19.7%

Quelle: StBA 066+067; AGEE-Stat; BHKW-Umfrage Öko-Institut; BMWI 2015 (Tab 22), BDEW, persönliche Kommunikation; eigene Berechnungen.

Abbildung 4-1: Übersicht über die Entwicklung des Anteils der KWK an der gesamten und der regelbaren Nettostromerzeugung



Quelle: StBA 066+067; AGEE-Stat; BHKW-Umfrage Öko-Institut; BMWI 2015 (Tab 22), BDEW, persönliche Kommunikation; eigene Berechnungen.

4.2 KWK-Leistung im Jahr 2014

Ausgehend von einer KWK-Leistung von 30,5 GW im Jahr 2012, wie im letztjährigen Bericht „Stand der KWK“ (Öko-Institut 2014) hergeleitet, wird die Entwicklung der KWK-Leistung für das Jahr 2014 auf drei verschiedenen Ebenen untersucht:

1. Durch anlagenscharfe Abschätzung mit der UBA-Datenbank (s. Kapitel 7.2) ergibt sich eine zusätzliche KWK-Leistung von 0,9 GW_{el} aus dem Neubau in den Jahren 2013 und 2014, ohne Ersatz-Anlagen.

Wird die Netto-Zubauleistung fossiler BHKW sowie der Zubau an biogenen BHKW nach der BHKW-Umfrage in den Jahren 2013 und 2014 (siehe Abschnitt 7.3) addiert, ergibt sich insgesamt eine zusätzlich installierte Leistung von **1,8 GW_{el}**.

2. Durch die Daten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) für die in Betrieb genommenen Neuanlagen in den Jahren 2013 und 2014 ergibt sich eine Gesamtleistung von 1,3 GW_{el} an Neuanlagen (siehe Tabelle 5-2), die in den Jahren 2013 und 2014 KWKG-Förderung beantragt haben. Unter der Annahme, dass sich diese Leistungszahlen ausschließlich auf die KWK-Leistung beziehen und fossile BHKW darin enthalten sind, wird nur der abgeschätzte Zubau an biogener KWK-Leistung aus Abschnitt 7.3 hinzuaddiert, so dass sich eine zusätzliche Gesamt-KWK-Leistung von **1,5 GW_{el}** ergibt.

3. Durch Fortschreibung der Statistik (s. Anhang, Abschnitt 7.1) ergibt sich eine KWK-Leistung von 33,4 GW, also ein Zubau von fast **3 GW_{el}**.

Unterschiede zwischen den drei Betrachtungsweisen lassen sich einerseits durch unterschiedliche zeitliche Abgrenzungen erklären. Anlagen, die in Betrieb genommen wurden, haben ggf. noch nicht die KWKG-Förderung bewilligt bekommen. Außerdem ist die Unterscheidung zwischen Ersatz- und Neuanlagen auf Anlagenbasis mit großen Unsicherheiten verbunden. In den amtlichen Statistiken sind in den Jahren 2013 und 2014 deutliche Zunahmen in der installierten Bruttoleistung zu verzeichnen, die in jedem Fall auch mit einem Zuwachs der KWK-Leistung in Verbindung zu bringen ist. Jedoch hat die KWK-Erzeugung in diesen Jahren abgenommen, was auf einen eingeschränkten Betrieb der installierten Leistung schließen lässt. Aus diesen statistischen Zahlen ist damit zu schließen, dass Anlagen, die durch Neuanlagen ersetzt werden sollen, im Allgemeinen in den Statistiken zumindest in diesen Jahren noch weiter geführt wurden.

Überschlägig kann man damit also von einer KWK-Leistung von 33 GW ausgehen, was einen Anteil von knapp 17 % der gesamten installierten Kraftwerksleistung darstellt².

Mit diesem Ergebnis lässt sich ein Zubau-Korridor von 2-3 GW innerhalb von zwei Jahren abschätzen. Deutlich wird jedoch, dass die Entwicklung der installierten KWK-Leistung nicht in direkter Relation zur KWK-Erzeugung steht.

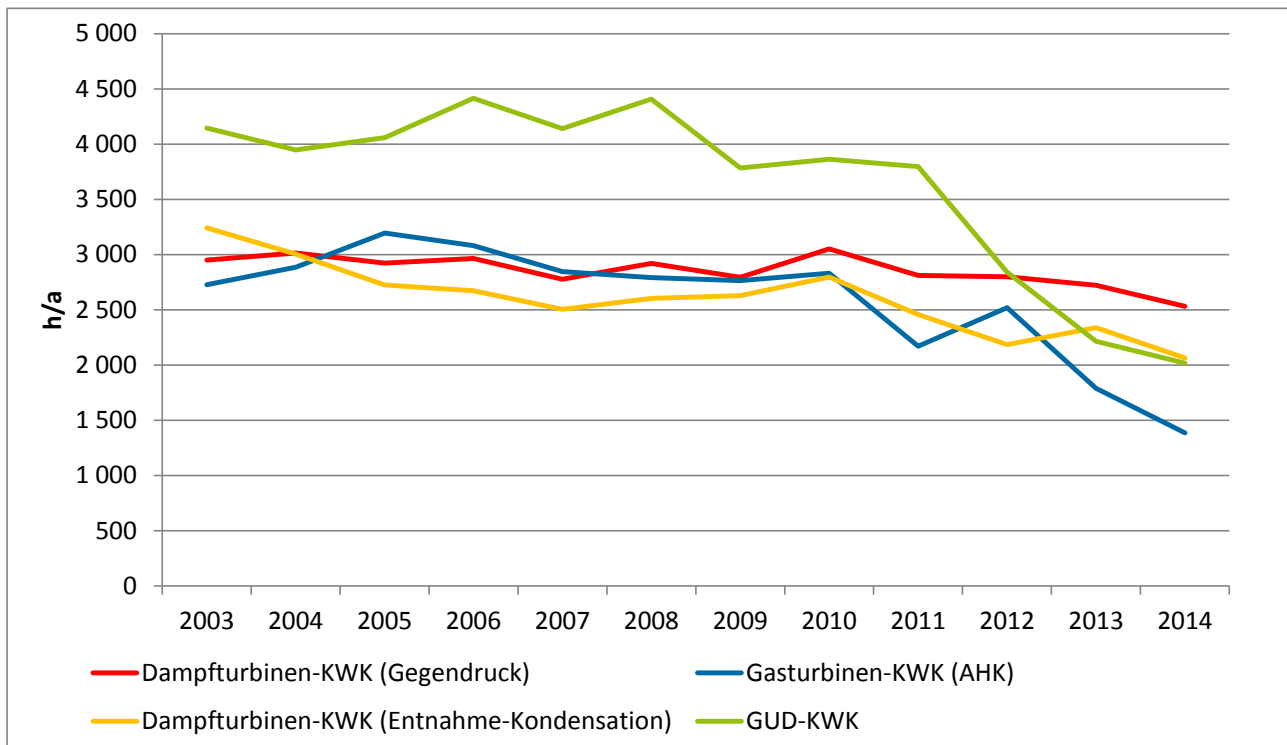
4.3 Vollbenutzungsstunden nach Anlagenart

Basierend auf den Daten des statistischen Bundesamtes und den ermittelten KWK-Leistungen (s. Abschnitt 7) lässt sich die durchschnittliche Auslastung der KWK-Anlagen für die allgemeine Versorgung und die industrielle Kraftwirtschaft getrennt nach den verschiedenen Technologiegruppen ermitteln (Abbildung 4-2).

2

http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1911/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/kraftwerksliste-node.html (Stand 25.09.2015): Gesamte installierte Kraftwerksleistung, die 2015 am Netz war: 199,25 GW.

Abbildung 4-2: Entwicklung der Jahresauslastung der installierten KWK-Leistung nach Technologiegruppen in der allgemeinen Versorgung, 2003 bis 2014



Quelle: StBA 066; eigene Berechnungen .

In der allgemeinen Versorgung lag die durchschnittliche Jahresauslastung bis zum Jahr 2008 im Bereich zwischen knapp 4.500 und 2.500 jährlichen Vollbenutzungsstunden. Seitdem sind sie erheblich gesunken, so dass im Jahr 2014 durchschnittliche Auslastungen zwischen 2.500 und 1.400 Stunden zu verzeichnen sind. Dabei sind die Entwicklungen bei den einzelnen Anlagentechnologien sehr unterschiedlich verlaufen:

Die Jahresauslastung von KWK-Anlagen auf Basis der GuD-Technik hat sich zwischen den Jahren 2008 und 2013 etwa halbiert und liegt nun im Mittel der entsprechenden Flotte von insgesamt etwa 6,1 GW KWK-Leistung bei nur noch wenig über 2.000 jährlichen Vollbenutzungsstunden.

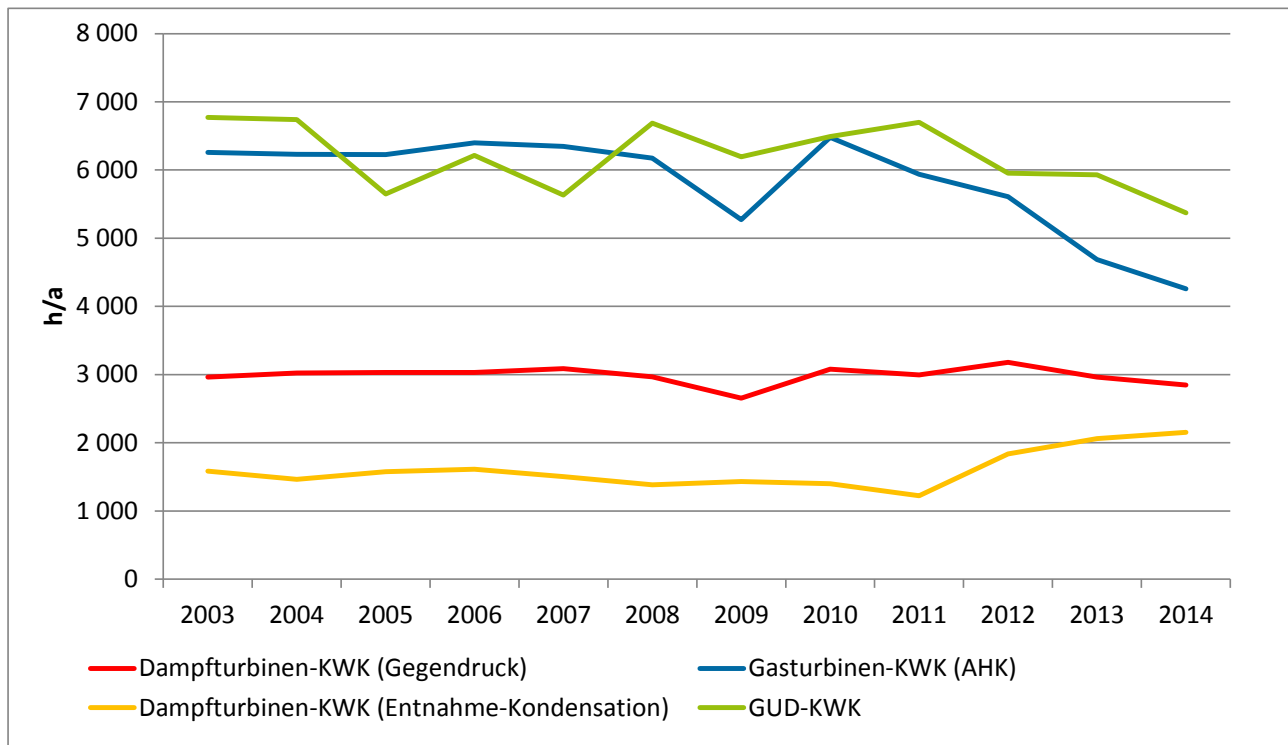
Eine ähnliche Entwicklung ergibt sich für die Flotte der Gasturbinen mit Abhitzekeessel, die insgesamt eine KWK-Leistung von etwa 2,5 GW repräsentiert. In dieser Gruppe hat sich die jährliche Auslastung der KWK-Leistung seit 2005 mehr als halbiert.

Die Auslastung von KWK-Anlagen mit Entnahme-Kondensationsturbinen mit einer KWK-Gesamtleistung von etwa 8,1 GW (überwiegend auf Kohlebasis) sinkt im Zeitverlauf leicht, scheint sich aber bei Werten um 2.300 Jahres-Vollbenutzungsstunden zu stabilisieren.

Weitgehend unverändert – und technologisch gut erklärbar – bleibt die Auslastung der KWK-Anlagenflotte mit Gegendruck-Turbinen (KWK-Leistung von ca. 2,8 GW).

Ein deutlich anderes Bild zeigt sich, wenn die Jahresauslastung analog für die industrielle Kraftwirtschaft betrachtet wird (s. Abbildung 4-3)

Abbildung 4-3: Entwicklung der Jahresauslastung der installierten KWK-Leistung nach Technologiegruppen in der industriellen Kraftwirtschaft, 2003 bis 2014



Quelle: StBA 067; eigene Berechnungen .

Die Auslastung der KWK-Leistung ist generell auf einem deutlich höheren Niveau für GuD-Anlagen und Gasturbinen mit Abhitzekesteln und liegt zwischen knapp 7.000 und 4.200 durchschnittlichen Vollbenutzungsstunden. Der abnehmende Trend bei beiden Technologien setzte später ein und ist erheblich schwächer ausgeprägt als bei denselben Anlagen der allgemeinen Versorgung. Die Jahresauslastung der Gegendruck-Dampfturbinen entspricht nahezu exakt der der allgemeinen Versorgung. Als einzige Anlagentechnologie zeigen die Entnahme-Kondensations-Dampfturbinen einen steigenden Trend seit 2011, so dass sich deren Jahresauslastung seit 2012 etwa auf dem gleichen Niveau wie bei denselben Anlagen der allgemeinen Versorgung befindet.

5 Förderung nach dem KWKG

Seit dem 1. April 2002 wird die Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland durch das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG, Langtitel: „Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung“) gefördert. Am 1. Januar 2009 trat die erste Novelle des KWKG in Kraft, am 19. Juli 2012 trat die zweite Novelle in Kraft. Im Dezember 2015 wurde eine erneute Novellierung des KWKG beschlossen, die 2016 in Kraft treten soll.

Mit der Novelle in 2009 wurde die anfängliche KWK-Förderung deutlich ausgeweitet. Die wichtigsten Änderungen waren:

- Förderung von selbst genutztem KWK-Strom, statt ausschließlich dem, der ins öffentliche Netz eingespeist wird.
- Einführung der Förderung von Wärmenetzen.
- Einführung der Förderung von hocheffizienten Anlagen, die größer als 2 MW_{el} sind.

Auch die kleine Novelle von 2011 und die Novelle von 2012 bedeuteten eine verbesserte Förderung der KWK, u.a. durch:

- Flexibilisierung in Bezug auf den Bezugszeitraum der Fördersätze (Begrenzung auf 30.000 Betriebsstunden statt Begrenzung auf 6 Jahre) sowie weitere Wahlmöglichkeiten für Betreiber kleiner Anlagen unter 50 kW_{el}.
- Erhöhung der Zuschläge um 0,3 ct/kWh für neu installierte Anlagen in allen Leistungsklassen sowie erhöhte Zuschlagzahlungen von weiteren 0,3 ct/kWh für neue KWK-Anlagen im Anwendungsbereich des Treibhausgas-Emissionshandelsgesetzes.
- Erleichterungen für Betreiber kleiner Anlagen bis 50 kW_{el} (vorher 10 kW_{el}) durch eine vereinfachte Anmeldung beim BAFA.
- Anhebung der Fördersätze für Modernisierungen bestehender Anlagen: Für die Hälfte der Förderdauer von Neuanlagen werden seitdem auch Modernisierungen, deren Kosten 25 % einer Neuanlage entsprechen, bezuschusst (davor mussten die Kosten mindestens 50 % betragen). Eine vergleichbare Regelung trifft auf konventionelle Großkraftwerke zu, welche eine teure Nachrüstung mit KWK durchführen.
- Einführung der Förderung von Wärme- und Kältespeichern.
- Einführung der Förderung von Kältenetzen.

Mit der aktuellen Novelle des KWKG sollen weitere Impulse für den Zubau von KWK-Anlagen gesetzt sowie zusätzlich der Betrieb von Gas-Bestandskraftwerken in der öffentlichen Versorgung mit einer elektrischen KWK-Leistung von mehr als 2 MW gesichert werden. Kohle-KWK-Anlagen sind nicht mehr förderfähig. Die Vergütung für neue Anlagen insbesondere in der öffentlichen Versorgung wird deutlich angehoben. Die Förderung bei negativen Börsenpreisen wird ausgesetzt und es wird eine verpflichtende Direktvermarktung für Anlagen > 100 kW eingeführt. Die Förderung der Eigenstromversorgung wird bis auf begrenzte Ausnahmen gestrichen. Die Fördersätze werden hierzu differenziert nach Anlagen des Eigenverbrauchs und solchen, die in das Netz der allgemeinen Versorgung einspeisen oder KWK-Strom an Letztverbraucher in einer Kundenanlage oder in einem geschlossenen Verteilernetz liefern und für diesen Strom die volle EEG-Umlage entrichten. Das KWKG wird verlängert und gilt nun für KWK-Anlagen, die bis Ende

2022 in Betrieb genommen werden. Das Ziel mit der Novelle nicht mehr als Prozentsatz definiert sondern mit absoluten Zielwerten der KWK-Stromerzeugung präzisiert (110 TWh im Jahr 2020 sowie 120 TWh im Jahr 2025). Der Förderdeckel wird mit dieser Novelle von derzeit 750 Mio. Euro pro Jahr auf 1,5 Milliarden verdoppelt.

Die Kosten für die Förderung der KWK zahlen alle Stromverbraucher durch einen Aufschlag auf die Netznutzungsentgelte. Auch hier gibt es wie im EEG Entlastungen für energieintensive Unternehmen. Ebenfalls wie beim EEG-Strom wird Strom aus KWK-Anlagen ein Einspeisevorrang in das öffentliche Stromnetz garantiert.

5.1 KWK-Anlagen

Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2 zeigen Anzahl und installierte Nettoleistung der im Rahmen des KWKG geförderten KWK-Anlagen, welche im Zeitraum 2009-2014 in Betrieb gegangen sind. Die Auswertung beruht auf dem Datenbestand des BAFA vom 27.10.2015. Tabelle 5-1 differenziert die Anlagen nach Leistungsklassen (KWK-Nettoleistungen), 50 kW_{el} und 2 MW_{el} stellen hierbei die Größenschwellen dar, bei denen das Antrags- und Nachweisverfahren beim BAFA wechselt.

Im Mittel von 2009 bis 2014 machen die Anlagen über 2 MW_{el} 71 % der elektrischen Leistung der zugelassenen Anlagen aus aber nur 0,6 % der Anzahl der Anlagen. Die Anlagenklasse über 50 kW_{el} bis 2 MW_{el} steht im Mittel für 23 % der installierten Leistung, bei 9,5 % der Anzahl der Anlagen. Die Kleinanlagen bis 50 kW_{el} stellen schließlich 90 % der Anlagenanzahl, aber nur 6 % der installierten Leistung.

Im Rahmen des KWKG werden Neuanlagen, Ersatzanlagen, Modernisierungen und Nachrüstungen gefördert. Tabelle 5-2 differenziert die zugelassenen Anlagen nach den genannten Kategorien, wobei weiterhin zwischen Anlagen bis 50 kW_{el}, zwischen 50 kW und 2 MW_{el} und Anlagen größer als 2MW_{el} unterschieden wird. Es wird deutlich, dass Ersatzanlagen und Nachrüstungen quantitativ keine Rolle spielen. Im Folgenden wird noch weiter auf Neuanlagen und Modernisierungen eingegangen.

Die Daten für 2014 sind nicht endgültig, da noch einige Anträge in Bearbeitung sind (Smuck, 2015). Da es keine Ausschlussfrist gibt, können theoretisch auch in 2016 noch Anträge für KWK-Anlagen, die 2014 oder früher in Betrieb genommen wurden, beim BAFA gestellt werden. In solchen Fällen ist eine Bewilligung der Förderung allerdings nur rückwirkend zum 1. Januar des Antragsjahres möglich; die zulässige Förderungsdauer würde anteilig gekürzt. Deshalb gibt es starke ökonomische Anreize für Anlagenbetreiber, den Zulassungsantrag bis 31. Dezember des Inbetriebnahmejahres beim BAFA einzureichen.

Tabelle 5-1: Im Rahmen des KWKG zugelassene KWK-Anlagen nach Netto-Leistungsklassen und Inbetriebnahmehjahr

Größenklasse	Inbetriebnahmehjahr													
	2009		2010		2011		2012		2013		2014		Gesamt: 2009 bis 2014	
	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel
> 100 MWel	1	140			1	184	1	106	1	191	5	779	9	1 400
> 50 bis 100 MWel			5	384			1	98	6	391	1	62	13	935
> 20 bis 50 MWel	3	94	3	95	2	53	3	95	5	180	6	166	22	684
> 10 bis 20 MWel	2	32	3	46	1	18	6	78	7	95	4	56	23	325
> 2 bis 10 MWel	16	79	16	61	17	92	20	90	46	205	31	131	146	658
Anlagen > 2MWel	22	346	27	585	21	346	31	467	65	1 063	47	1 194	213	4 001
> 1 bis 2 MWel	42	66	43	69	57	93	56	91	83	138	82	137	363	594
> 500 kWel bis 1 MWel	18	12	21	14	39	28	58	44	45	32	103	73	284	204
> 200 bis 500 kWel	95	29	119	36	131	40	144	47	206	63	336	103	1 031	318
> 100 bis 200 kWel	89	13	140	20	127	18	141	20	187	27	272	40	956	137
> 50 bis 100 kWel	45	3	50	4	82	6	85	6	120	9	138	11	520	40
Anlagen > 50kWel bis 2MWel	289	124	373	142	436	185	484	209	641	269	931	363	3 154	1 293
> 20 bis 50 kWel	546	23	479	20	621	26	541	23	685	29	868	37	3 740	158
> 10 bis 20 kWel	942	14	651	10	867	15	1 010	18	1 160	21	1 418	25	6 048	103
> 5 bis 10 kWel	2 561	14	1 300	7	1 388	8	1 528	9	1 822	10	2 023	12	10 622	60
> 2 bis 5 kWel	706	3	410	2	563	2	672	3	688	3	531	2	3 570	16
> 1 bis 2 kWel	31	0	29	0	39	0	45	0	93	0	87	0	324	1
bis 1 kWel	53	0	215	0	668	1	1 494	1	1 916	2	1 298	1	5 644	6
Anlagen bis 50 kWel	4 839	55	3 084	40	4 146	52	5 290	54	6 364	65	6 225	78	29 948	344
Summe KWK-Anlagen	5 150	525	3 484	768	4 603	583	5 805	730	7 070	1 396	7 203	1 635	33 315	5 637

Quelle: Öko-Institut auf Basis von BAFA-Daten vom 27.10.2015.

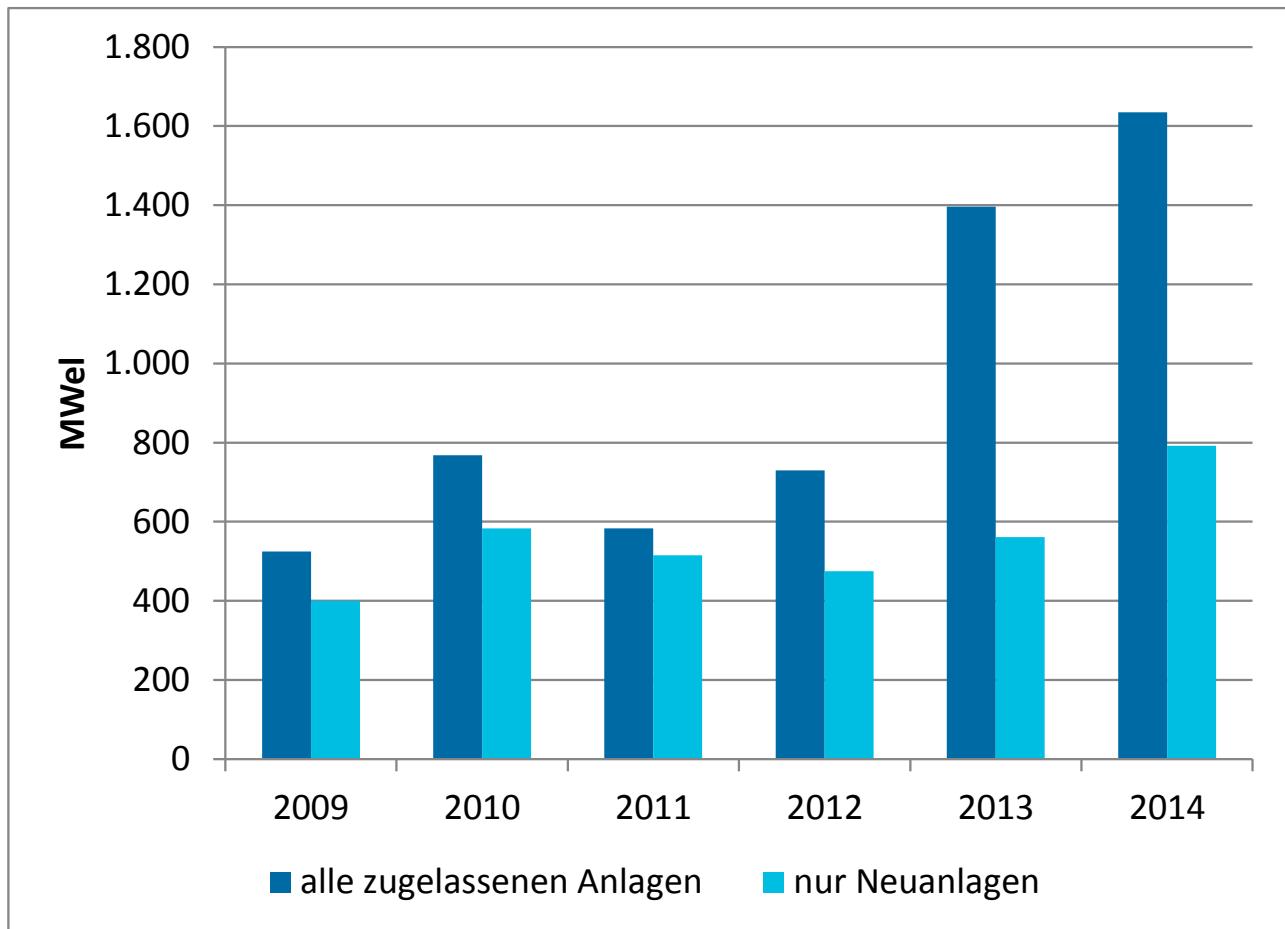
Tabelle 5-2: Im Rahmen des KWKG zugelassene KWK-Anlagen nach Kategorie und Inbetriebnahmejahr

		Inbetriebnahmejahr													
		2009		2010		2011		2012		2013		2014		Gesamt: 2009 bis 2014	
Anlagenkategorie		Anzahl	MWel	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel
> 2MWel	Neuanlage	14	251	20	427	15	315	15	250	32	272	29	400	125	1 915
	Ersatzanlage	2	9			4	20	4	15	4	23			14	67
	Modernisierung	6	85	7	158	2	11	11	197	29	767	18	794	73	2 013
	Nachrüstung							1	6					1	6
	Summe Anlagen > 2MWel	22	346	27	585	21	346	31	467	65	1 063	47	1 194	213	4 001
> 50 kWel - 2 MWel	Neuanlage	249	96	329	118	376	150	432	172	580	227	864	317	2 830	1 080
	Ersatzanlage	27	19	26	16	45	23	38	23	21	15	6	7	163	103
	Modernisierung	13	9	18	8	15	12	14	14	39	27	61	39	160	109
	unbekannt									1	0			1	0
	Summe Anlagen > 50kWel bis 2MWel	289	124	373	142	436	185	484	209	641	269	931	363	3 154	1 293
< 50 kWel	Neuanlage	4 736	53	3 031	39	4 084	50	5 231	52	6 169	62	5 906	75	29 157	332
	Ersatzanlage	83	2	49	1	60	2	32	1	3	0			227	6
	Modernisierung	7	0	2	0	2	0	27	0	191	2	319	3	548	6
	Bestandsanlage	11	0											11	0
	unbekannt	2	0	2	0					1	0			5	0
	Summe Anlagen < 50kWel	4 839	55	3 084	40	4 146	52	5 290	54	6 364	65	6 225	78	29 948	344
Summe Neuanlagen		4 999	401	3 380	584	4 475	515	5 678	475	6 781	561	6 799	792	32 112	3 327
% der zugelassenen Anlagen		97%	76%	97%	76%	97%	88%	98%	65%	96%	40%	94%	48%	96%	59%

Quelle: Öko-Institut auf Basis von BAFA-Daten vom 27.10.2015.

Abbildung 5-1 identifiziert den Anteil der neu zur KWK-Förderung zugelassenen Anlagen, die einen echten Zubau darstellen, also weder Nachrüstung noch Modernisierung noch eine Ersatzinvestition darstellen. Dieser liegt im Mittel von 2009 bis 2014 bei 59 %, gemessen an der installierten Nettoleistung. Etwaige Änderungen der installierten elektrischen Leistung bei Modernisierung, Nachrüstung oder Ersatzinvestition lassen sich aus den vom BAFA zur Verfügung gestellten Daten nicht ablesen. Den Zeitverlauf der Summen der geförderten installierten elektrischen Leistung verdeutlicht Abbildung 5-1, differenziert nach den insgesamt zugelassenen Anlagen und dem Netto-Zubau aus Neuanlagen.

Abbildung 5-1: Zur KWK-Förderung zugelassene Anlagen nach Inbetriebnahmehjahr



Quelle: Öko-Institut auf Basis von BAFA-Daten vom 27.10.2015.

Seit 2013 ist ein starker Anstieg der zugelassenen Anlagenkapazitäten (alle Anlagen) zu beobachten. Allerdings waren seit 2013 weniger als die Hälfte der neu zur Förderung nach dem KWK zugelassenen Anlagen – bezogen auf die Kapazität – tatsächlich neue KWK-Anlagen. Der überwiegende Anteil bestand aus Modernisierungen. Trotzdem gilt auch für KWK-Neuanlagen, dass die Zulassungszahlen seit 2012 deutlich steigen.

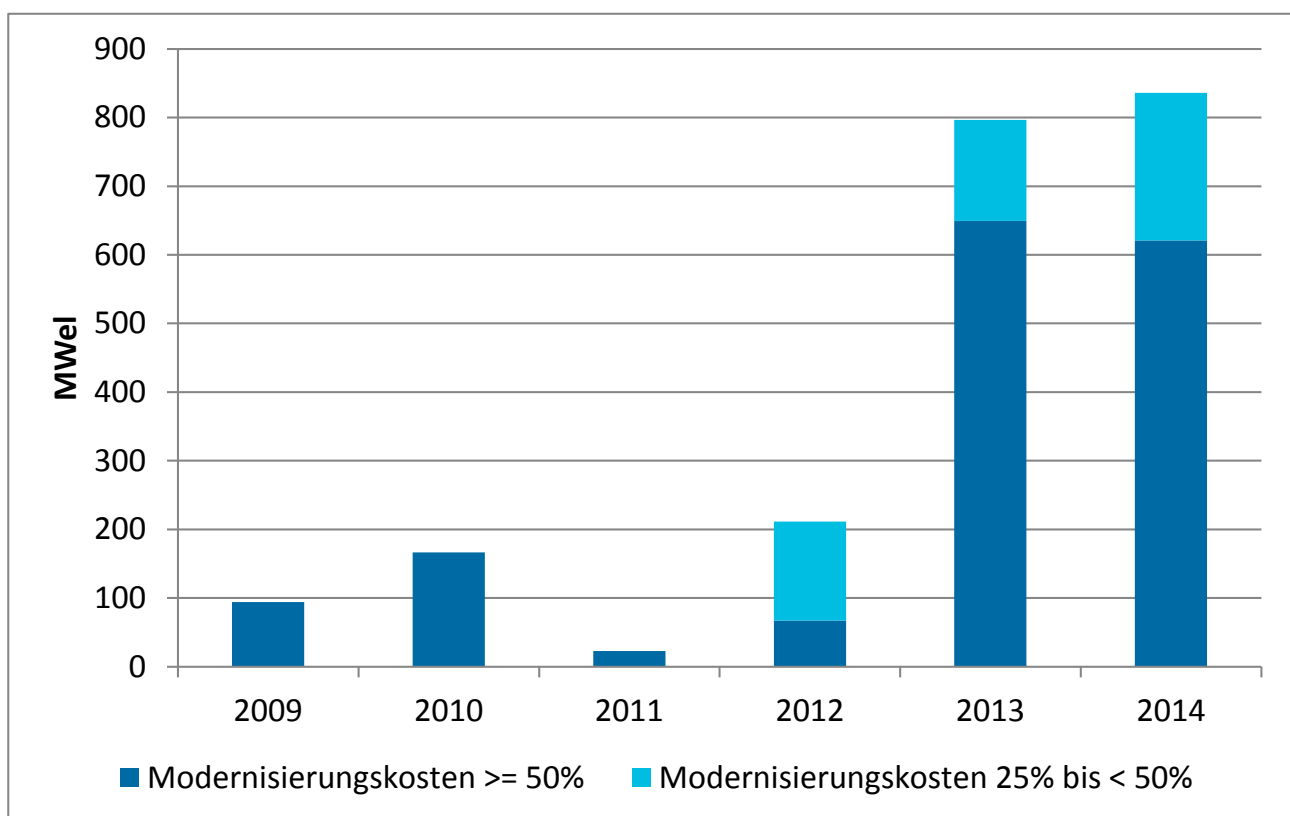
Die durchschnittlichen Anlagengrößen in MW_{el} sind für den kompletten Anlagenpark stark von den Kleinanlagen bis 50 kW_{el} dominiert: Im Durchschnitt lag dieser Kennwert zwischen 2009 und 2014 bei 0,17 MW_{el}. Betrachtet man nur die Anlagenklasse größer 2 MW_{el}, schwankte dieser Kennwert im gleichen Zeitraum recht stark zwischen ca. 15 MW_{el} und 25 MW_{el} pro Anlage, wobei sich höhere Zubauraten, gemessen in MW_{el}, in höheren durchschnittlichen Anlagengrößen widerspiegeln. Für

den Leistungsbereich >50 kW_{el} bis 2 MW_{el} lag der Kennwert recht konstant bei ca. 400 kW_{el} pro Anlage, für den Leistungsbereich <50 kW_{el} bei ca. 10 kW_{el} pro Anlage.

Das KWKG 2012 lässt modernisierte Anlagen zur Förderung zu, wenn die Modernisierungskosten mindestens 25 % der Anschaffungskosten einer Neuanlage betragen. Die Förderbedingungen verbessern sich jedoch ab einem Schwellenwert von 50 % der Neuanschaffungskosten. Vor der KWKG-Novelle von 2012 waren modernisierte Anlagen nur oberhalb einer Kostenschwelle von 50 % förderfähig. Tabelle 5-3 zeigt Anzahl und Nettoleistung der zugelassenen modernisierten KWK-Anlagen nach Klassen der Neuerrichtungskosten und Inbetriebnahmejahr. In Abbildung 5-2 ist die Entwicklung der geförderten modernisierten Nettoleistung grafisch veranschaulicht.

Es wird deutlich, dass 2013 mit etwa 800 MW_{el} im Vergleich zum Vorjahr fast eine Vervielfachung der neu zugelassenen Modernisierungen (gemessen in installierter Leistung) stattgefunden hat. Von 2013 nach 2014 blieb die Modernisierungsrate etwa konstant. Die Modernisierungsklasse von 25-50 % der Neuanschaffungskosten machte dabei 2012 noch 68 % (gemessen in elektrischer Leistung) der Modernisierungen aus, in den Folgejahren 2013 und 2014 aber trotz steigender absoluter Kapazitäten nur noch 19 bzw. 26 %.

Abbildung 5-2: Zur KWK-Förderung zugelassene modernisierte Anlagen nach Inbetriebnahmejahr



Quelle: Öko-Institut auf Basis von BAFA-Daten vom 27.10.2015.

Tabelle 5-3: Im Rahmen des KWKG zugelassene modernisierte KWK-Anlagen nach Klassen der Neuerrichtungskosten und Inbetriebnahmejahr

	Inbetriebnahmejahr													
	2009		2010		2011		2012		2013		2014		Gesamt: 2009 bis 2014	
Klasse der Modernisierungskosten	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel	Anzahl	MWel
<i>>= 50% der Neuerrichtungskosten</i>	26	94	27	167	19	23	37	67	233	650	357	621	699	1 622
<i>25% bis < 50% der Neuerrichtungskosten</i>							15	144	26	147	41	215	82	506
Summe modernisierte KWK-Anlagen	26	94	27	167	19	23	52	211	259	797	398	836	781	2 128

Quelle: Öko-Institut auf Basis von BAFA-Daten vom 27.10.2015.

5.2 Netze und Speicher

Bei der Interpretation der folgenden Daten zu Netzen und Speichern, die auf dem BAFA-Datenstand vom 27.10.2015 beruhen, ist zu beachten, dass die Daten insbesondere für 2014 die tatsächlich in Betrieb genommenen Netze und Speicher nicht umfassend widerspiegeln, da die Bearbeitung der Anträge für das Inbetriebnahmejahr 2014 beim BAFA noch nicht abgeschlossen ist. Am 27.10.2015 lagen noch 455 unbearbeitete Anträge für Netze sowie ca. 10 unbearbeitete Anträge für Speicher vor (Smuck, 2015).

5.2.1 Wärme- und Kältenetze

Die folgende Auswertung beruht auf dem Datenstand des BAFA vom 27.10.2015. Bis dahin wurde nur ein Kältenetz bewilligt. Die folgende Auswertung beschränkt sich auf die Förderung von Wärmenetzen.

Tabelle 5-4 und Tabelle 5-5 zeigen Anzahl und Trassenlänge der im Rahmen des KWKG zur Förderung bewilligten Wärmenetze, Stichtag 27.10.2015, welche im Zeitraum 2009-2014 in Betrieb gegangen sind. Tabelle 5-4 differenziert die Anlagen nach Klassen des mittleren Nenndurchmessers. Ein mittlerer Netzdurchmesser von 100 mm (DN 100) stellt hierbei im Förderverfahren eine Größenschwelle dar, bei der die Förderungskonditionen wechseln. Tabelle 5-5 differenziert nach geförderter Maßnahmenart, also Neubau, Ausbau, Netzverstärkungsmaßnahmen, Netzzusammenschlüsse bzw. Umstellung von Heißdampf auf Heißwasser.

Insgesamt wurden seit dem Inbetriebnahmejahr 2009 bis 2014 3.936 Wärmenetze mit einer Trassenlänge von 3.374 km zur Förderung bewilligt. Die Netze mit mittlerem Durchmesser \leq DN 100 machen dabei im Mittel 76 % der Anzahl der bewilligten Netze und 66 % der Trassenlänge aus. Bezüglich der Maßnahmenart spielen nur Neubau (43 % der Netze / 51 % der Trassenlänge) und Ausbau (53 % der Netze / 46 % der Trassenlänge) quantitativ eine Rolle. Auf die übrigen Maßnahmenarten entfallen lediglich 4 % der Anzahl der bewilligten Anträge bzw. 3 % der Trassenlänge.

Tabelle 5-4: Anzahl und Trassenlänge bewilligter Wärmenetze nach Klassen des mittleren Nenndurchmessers und Inbetriebnahmejahren

Größenklasse mittlerer Nenndurchmesser	Inbetriebnahmejahr													
	2009		2010		2011		2012		2013		2014		Gesamt: 2009 bis 2014	
	Anzahl Netze	km Trassen- länge	Anzahl Netze	km Trassen- länge	Anzahl Netze	km Trassen- länge	Anzahl Netze	km Trassen- länge	Anzahl Netze	km Trassen- länge	Anzahl Netze	km Trassen- länge	Anzahl Netze	km Trassen- länge
> DN 500	2	1	1	2	0	0	0	0	2	1	1	0	6	4
> DN 200 bis DN 500	28	28	26	64	46	65	27	62	31	40	8	6	166	265
> DN 150 bis DN 200	27	28	39	39	47	76	49	57	44	38	19	19	225	257
> DN 100 bis DN 150	66	75	104	139	90	84	121	167	111	105	58	61	550	631
Netze > DN 100	123	131	170	244	183	226	197	286	188	183	86	87	947	1.158
> DN 80 bis DN 100	55	27	62	44	62	45	101	79	98	93	36	29	414	317
> DN 60 bis DN 80	67	31	102	71	107	89	162	144	182	164	64	60	684	559
> DN 40 bis DN 60	102	47	135	110	141	123	230	239	273	313	121	112	1.002	944
> DN 20 bis DN 40	87	24	94	78	93	42	217	84	261	108	114	57	866	393
bis DN 20	1	0			2	0	5	1	8	1	7	1	23	3
Netze <= DN 100	312	129	393	304	405	299	715	548	822	678	342	259	2.989	2.216
Summe bewilligte Wärmenetze	435	260	563	548	588	525	912	835	1.010	861	428	345	3.936	3.374

Quelle: Öko-Institut auf Basis von BAFA-Daten vom 27.10.2015.

Tabelle 5-5: Anzahl und Trassenlänge bewilligter Wärmenetze nach Maßnahmenart und Inbetriebnahmejahren

Maßnahmenart	Inbetriebnahmejahr													
	2009		2010		2011		2012		2013		2014		Gesamt: 2009 bis 2014	
	Anzahl Netze	km Trassenlänge	Anzahl Netze	km Trassenlänge	Anzahl Netze	km Trassenlänge	Anzahl Netze	km Trassenlänge	Anzahl Netze	km Trassenlänge	Anzahl Netze	km Trassenlänge	Anzahl Netze	km Trassenlänge
<i>Neubau</i>	123	85	234	287	220	236	448	466	531	512	133	142	1.689	1.729
<i>Ausbau</i>	293	169	307	246	326	264	438	353	445	333	268	187	2.077	1.553
<i>andere *</i>	19	6	22	14	42	25	26	15	34	16	27	17	170	93
Summe bewilligte Wärmenetze	435	260	563	548	588	525	912	835	1.010	861	428	345	3.936	3.374

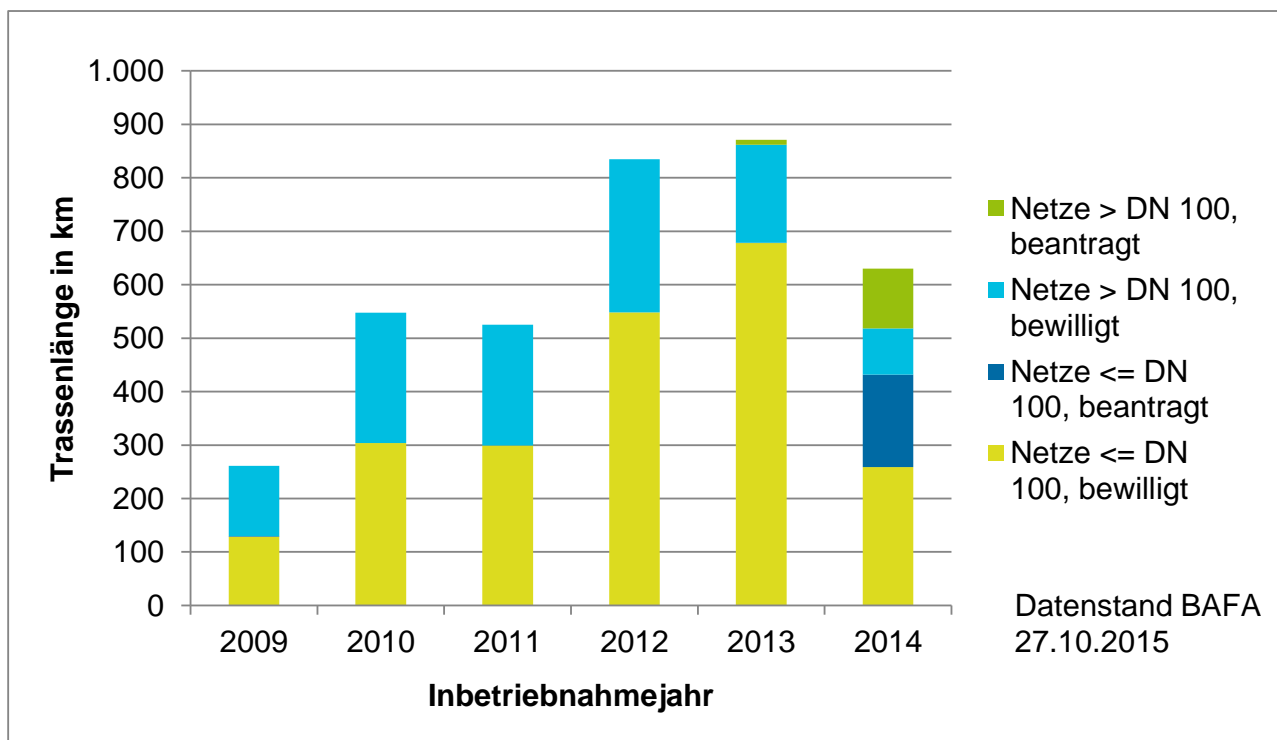
* andere: Netzverstärkungsmaßnahmen, Netzzusammenschlüsse und Umstellung von Heißdampf auf Heißwasser

Quelle: Öko-Institut auf Basis von BAFA-Daten vom 27.10.2015.

Wie bereits erwähnt, spiegeln diese Bewilligungszahlen allerdings die Realität des Netzausbaus nur begrenzt wider, da sich zur Zeit der Datenübermittlung insgesamt noch 455 Anträge (hauptsächlich für das Inbetriebnahmejahr 2014) in Bearbeitung seitens des BAFA befanden. In den Abbildung 5-3 und Abbildung 5-4 sind diese zum Stichtag 27.10.2015 noch unbearbeiteten Anträge zusätzlich visualisiert, um den Wärmenetzausbau möglichst vollständig abzubilden. Abbildung 5-3 zeigt die Trassenlänge der bewilligten und im Antragsverfahren befindlichen Wärmenetze nach Klassen des mittleren Nenndurchmessers, Abbildung 5-4 nach Maßnahmenart für die Inbetriebnahmejahre 2009 bis 2014.

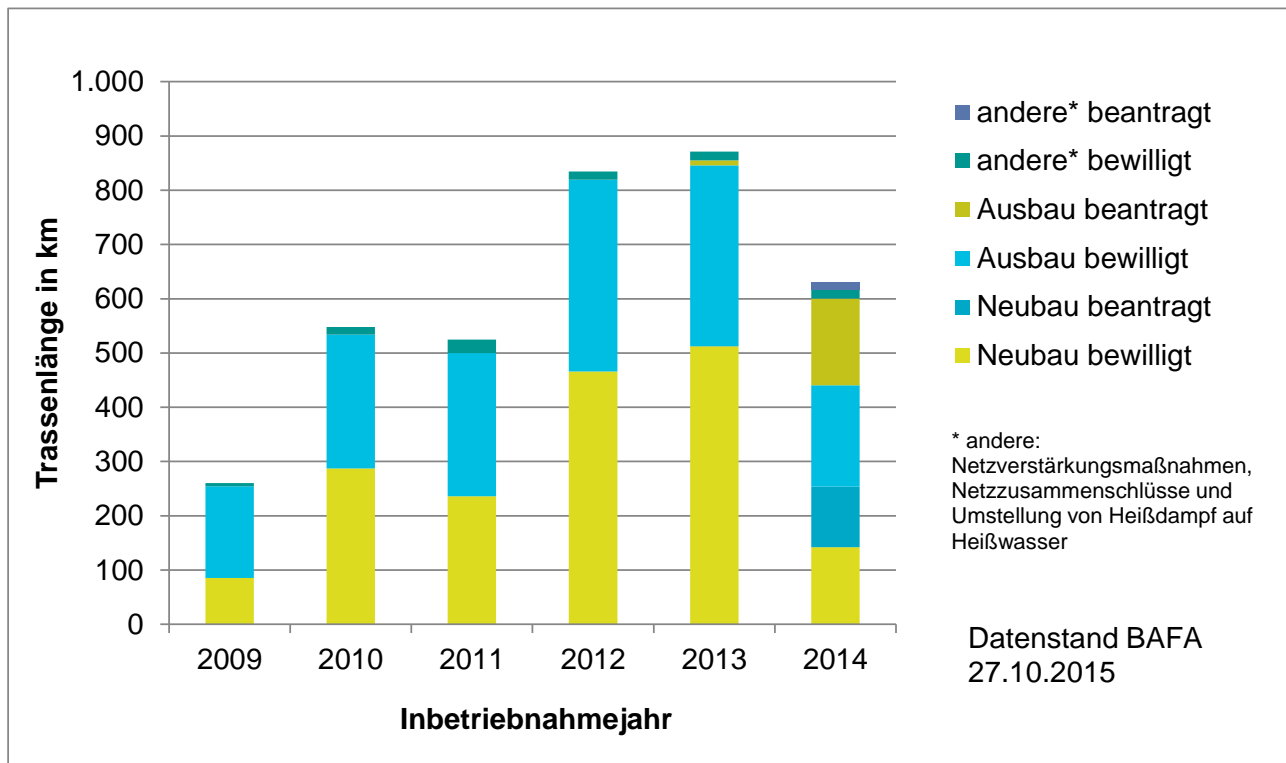
Es wird deutlich, dass die Trassenlängen der geförderten Netze seit 2009 bis 2013 relativ stetig gestiegen sind, 2013 wurde der bisherige Höchstwert der Zeitreihe von 2012 leicht übertroffen. Für 2014 ist ein deutlicher Rückgang erkennbar, welcher sich sogar noch erhöhen könnte, falls Anträge, die sich gerade in Bearbeitung befinden, nicht bewilligt werden. Der Stichtag zur Antragstellung für Anlagen mit dem Inbetriebnahmejahr 2014 endete am 1. Juli 2015, daher werden in Abbildung 5-3 und Abbildung 5-4 alle fristgerecht eingereichten Anträge abgebildet. Die Angaben für das Jahr 2014 können folglich als eine Obergrenze für den Wärmenetzausbau gesehen werden.

Abbildung 5-3: Nach KWKG geförderte Wärmenetze inklusive unbearbeiteter Anträge nach Klassen des mittleren Nenndurchmessers



Quelle: Öko-Institut auf Basis von BAFA-Daten vom 27.10.2015.

Abbildung 5-4: Nach KWKG geförderte Wärmenetze inklusive unbearbeiteter Anträge nach Maßnahmenart



Quelle: Öko-Institut auf Basis von BAFA-Daten vom 27.10.2015.

5.2.2 Wärme- und Kältespeicher

Die Förderung von Wärme- und Kältespeichern hat erst mit der KWKG-Novelle von 2012 begonnen. Auch für Speicher spiegeln die Bewilligungszahlen zum Stichtag 27.10.2015 allerdings die Realität des Speicherbaues in 2014 nicht exakt wieder, da beim BAFA noch ca. 10 unbearbeitete Anträge vorliegen.

Tabelle 5-6 und Tabelle 5-7 zeigen Anzahl und Speichervolumen der im Rahmen des KWKG zur Förderung bewilligten Wärme- und Kältespeicher, Stichtag 27.10.2015, welche im Zeitraum 2009-2014 in Betrieb gegangen sind. Die bewilligten Speicher sind fast vollständig Wärmespeicher: Von den 280 bewilligten Speichern sind nur 7 Kältespeicher (0,2 % des gesamten geförderten Speichervolumens).

Tabelle 5-6 differenziert die Anlagen nach Größenklassen des Speichervolumens. 5 m³ und 50 m³ stellen hierbei die Größenschwellen dar, bei denen das Antragsverfahren beim BAFA wechselt. Das Volumen und die Anzahl der mittleren und großen Wärmespeicher schwankt in den vorliegenden Daten stark zwischen den Jahren. Zwischen 2012 und 2013 gab es hier jeweils ungefähr eine Vervielfachung des Speichervolumens. Im Jahr 2014 lagen die Zahl und das Volumen der bisher bewilligten Wärmespeicher bei den mittleren Speichern unter dem Wert von 2013, bei den großen Speichern hat sich das Volumen jedoch fast verzehnfacht von ca. 12.000 m³ auf ca. 120.000 m³. Dies liegt daran, dass einige der in 2014 bewilligten Speicher ein sehr hohes Volumen haben: vier Stück haben ein Volumen, das größer als 5.000 m³ ist. In der Summe der bewilligten Wärmespeicher stellen die Speicher > 50 m³ 38 % der Anlagen und 97 % des Speichervolumens dar. Die Speicher zwischen 5 und 50 m³ stellen zwar 52 % der Anlagen aber

nur 3 % des Speichervolumens dar. Auf die kleinen Speicher bis 50 m³ entfallen 10 % der Anlagen aber nur 0,1 % des Speichervolumens.

Tabelle 5-7 differenziert nach dem Verwendungszweck, also Raumheizung/Klimatisierung, Warmwasserbereitung bzw. Prozesswärme/-kälte. Den mit 64% größten Anteil an der Anzahl der geförderten Speicher haben solche zur Raumheizung/Klimatisierung, mit einem Anteil von 58 % am bislang geförderten Speichervolumen. Das durchschnittliche Speichervolumen ist größer für Speicher, die für die Vorhaltung von Prozesswärme/-kälte genutzt werden: Ihr Anteil beträgt 12 % an der Anzahl der geförderten Speicher, aber 30 % des Speichervolumens. Speicher zur Warmwasserbereitung oder zu anderen Zwecken spielen in der Förderung derzeit quantitativ eine geringere Rolle.

Tabelle 5-6: Anzahl und Speichervolumen bewilligter Wärme- und Kältespeicher nach Größenklassen und Inbetriebnahmejahren

Speicherart / Größenklasse	Inbetriebnahmejahr							
	2012		2013		2014		Gesamt: 2012 bis 2014	
	Anzahl Speicher	m ³ Speichervolumen	Anzahl Speicher	m ³ Speichervolumen	Anzahl Speicher	m ³ Speichervolumen	Anzahl Speicher	m ³ Speichervolumen
Wärmespeicher	29	3.960	116	14.376	128	121.936	273	140.272
> 5000 m3					4	100.401	4	100.401
> 500 m3 bis 5000 m3	2	3.150	6	7.934	4	12.866	12	23.949
> 100 m3 bis 500 m3	1	106	14	2.875	26	5.296	41	8.277
> 50 m3 bis 100 m3	3	235	19	1.493	25	1.917	47	3.645
Summe > 50 m3	6	3.491	39	12.301	59	120.479	104	136.272
> 25 m3 bis 50 m3	6	296	38	1.581	24	912	68	2.790
> 10 m3 bis 25 m3	6	113	17	355	23	429	46	897
> 5 m3 bis 10 m3	6	50	12	110	9	77	27	237
Summe > 5 m3 und <= 50 m3	18	459	67	2.047	56	1.418	141	3.923
> 2 m3 bis 5 m3	2	7	6	23	9	33	17	64
bis 2 m3	3	3	4	5	4	6	11	14
Summe bis 5 m3	5	11	10	28	13	38	28	77
Kältespeicher			4	146	3	128	7	274
> 50 m3 bis 100 m3			1	100	1	83	2	183
> 25 m3 bis 50 m3			1	28	1	40	2	68
> 5 m3 bis 10 m3			2	18	1	5	3	23
Summe bewilligte Speicher	29	3.960	120	14.522	131	122.064	280	140.546

Quelle: Öko-Institut auf Basis von BAFA-Daten vom 27.10.2015.

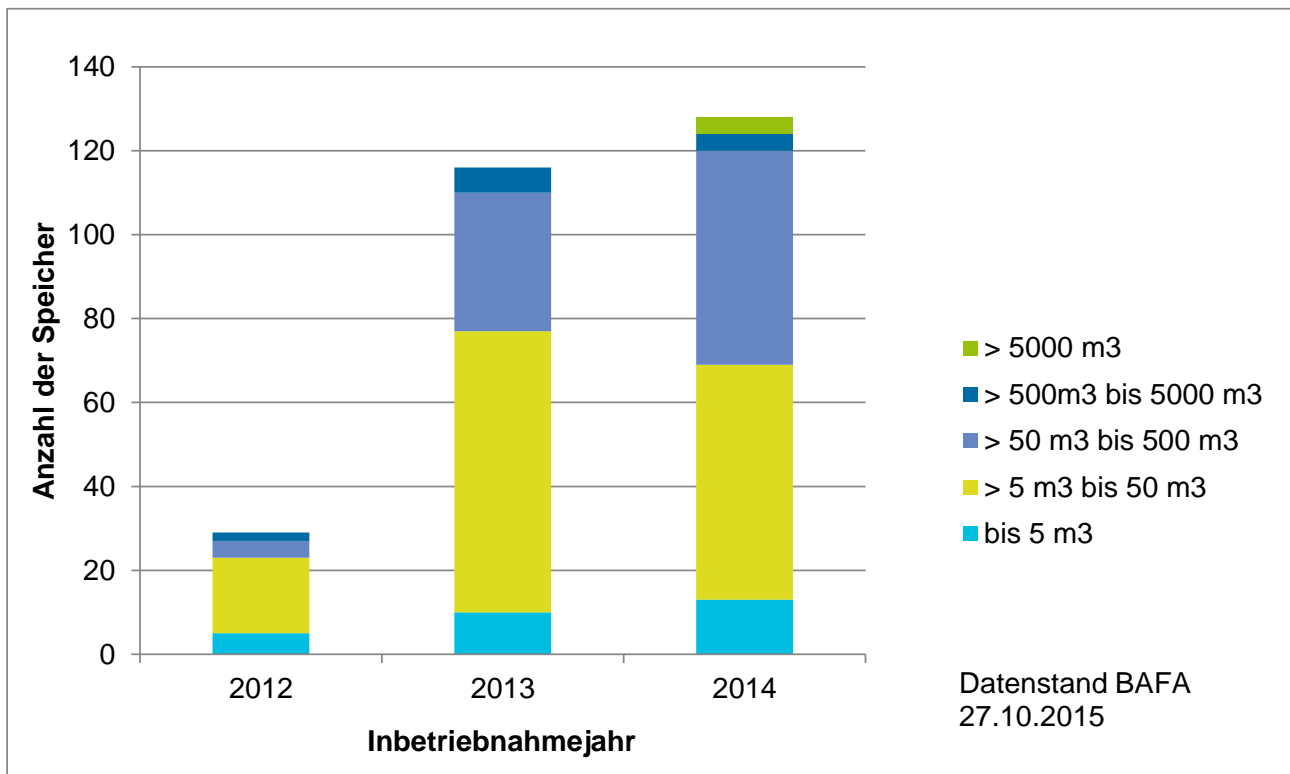
Tabelle 5-7: Anzahl und Speichervolumen bewilligter Wärme- und Kältespeicher nach Verwendungszweck und Inbetriebnahmejahren

Speicherart / Verwendungszweck	Inbetriebnahmejahr							
	2012		2013		2014		Gesamt: 2012 bis 2014	
	Anzahl Speicher	m ³ Speicher- volumen	Anzahl Speicher	m ³ Speicher- volumen	Anzahl Speicher	m ³ Speicher- volumen	Anzahl Speicher	m ³ Speicher- volumen
Wärmespeicher	29	3.960	116	14.376	128	121.936	273	140.272
<i>Raumheizung/Klimatisierung</i>	21	2.913	80	10.673	75	67.674	176	81.260
<i>Warmwasserbereitung</i>	7	1.042	11	909	23	2.820	41	4.771
<i>Prozesswärme/-kälte</i>	1	5	15	2.316	15	39.662	31	41.983
<i>unbekannt</i>			10	478	15	11.779	25	12.258
Kältespeicher			4	146	3	128	7	274
<i>Raumheizung/Klimatisierung</i>			1	8	2	45	3	53
<i>Prozesswärme/-kälte</i>			1	10	1	83	2	93
<i>unbekannt</i>			2	128			2	128
Summe bewilligte Speicher	29	3.960	120	14.522	131	122.064	280	140.546

Quelle: Öko-Institut auf Basis von BAFA-Daten vom 27.10.2015.

Abbildung 5-5 und Abbildung 5-6 visualisieren Anzahl bzw. das Speichervolumen der bewilligten Wärmespeicher nach Klassen des Speichervolumens für die Inbetriebnahmejahre 2012-2014.

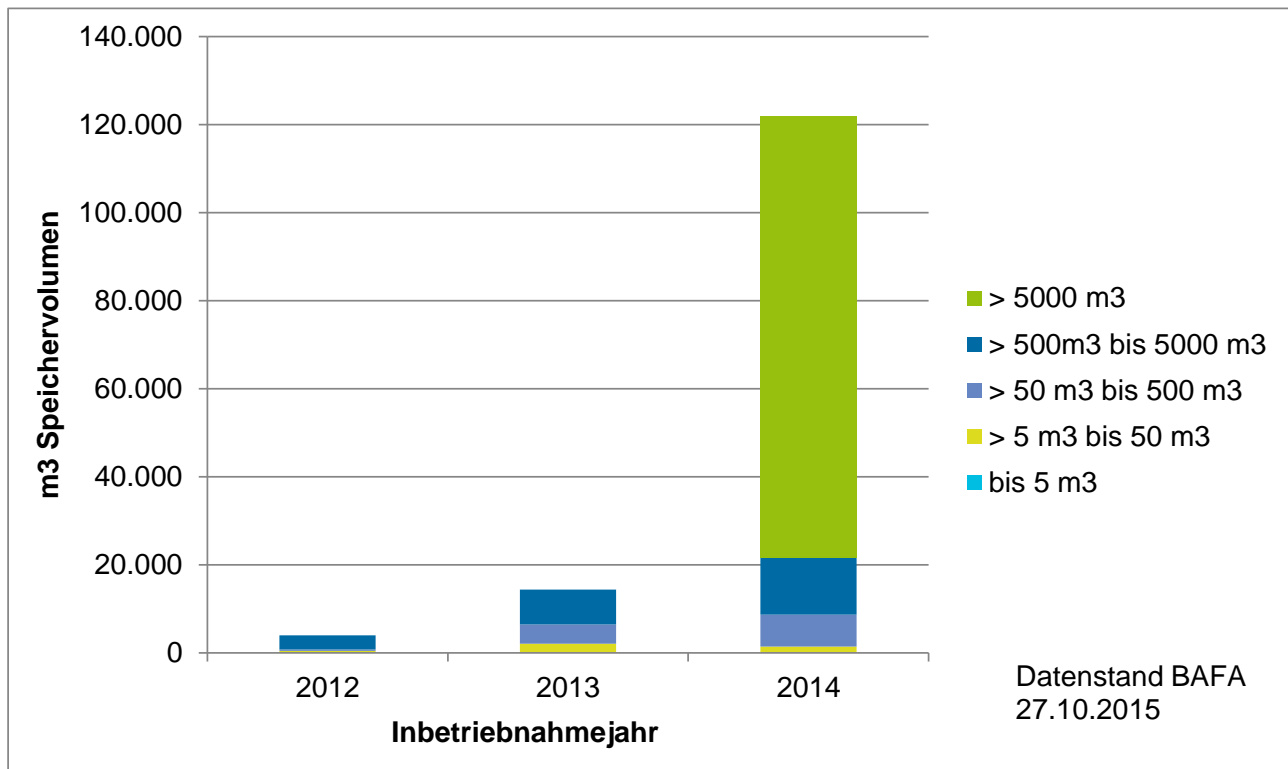
Abbildung 5-5: Anzahl der nach KWKG geförderten Wärmespeicher nach Größenklassen



Anmerkung: 10 Anträge befinden sich zusätzlich noch in Bearbeitung beim BAFA.

Quelle: Öko-Institut auf Basis von BAFA-Daten vom 27.10.2015.

Abbildung 5-6: Speichervolumen der nach KWKG geförderten Wärmespeicher nach Größenklassen



Anmerkung: 10 Anträge befinden sich zusätzlich noch in Bearbeitung beim BAFA.
 Quelle: Öko-Institut auf Basis von BAFA-Daten vom 27.10.2015.

5.3 Jährliche Fördersummen nach KWKG

Die Fördersummen nach KWKG, welche auf die nicht von der Umlage befreiten Stromverbraucher umgelegt werden können, sind laut Gesetz derzeit auf 750 Millionen Euro pro Kalenderjahr begrenzt, dies beinhaltet sowohl die Vergütungen an Betreiber von KWK-Anlagen für den eingespeisten Strom als auch die Zahlungen an Netz- und Speicherbetreiber. Für Netze und Speicher gilt ein zusätzlicher Deckel von 150 Millionen Euro pro Jahr. Falls diese Summen überschritten werden sollten, werden die Auszahlungen ins nachfolgende Kalenderjahr verschoben.

Die Auszahlung an die Betreiber von KWK-Anlagen erfolgt durch die Stromnetzbetreiber, und zwar auf Basis der von den Anlagenbetreibern gemeldeten (und je nach Anlagengröße durch Wirtschaftsprüfer zertifizierten) Stromeinspeisung in Kombination mit dem Zulassungsbescheid des BAFA. Die Auszahlungen an die Betreiber von Netzen und Speichern erfolgen ebenfalls durch die jeweiligen Stromnetzbetreiber auf der Grundlage der Zulassungsbescheide des BAFA.

Die vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) koordinieren die deutschlandweite Umlage und veröffentlichen regelmäßig die ausgezahlten Beträge. Seit Februar 2014 wurde die bisher hierfür genutzte Internetseite www.eeg-kwk.de durch www.netztransparenz.de abgelöst.

Tabelle 5-8 fasst die Jahresberichte der ÜNB 2009 – 2014 je Anlagenkategorie zusammen. Deutlich erkennbar ist der starke Anstieg der Auszahlungen in den Jahren 2013 und 2014 auf über 570 Mio. Euro in 2014, was mehr als eine Verdopplung im Vergleich zur Auszahlung in 2012

darstellt. Trotzdem kamen die Auszahlungen bislang noch nie nahe an die 750 Mio. Euro-Schwelle heran.

Tabelle 5-8: Auszahlungen der Stromnetzbetreiber je Anlagenkategorie im Rahmen des KWKG, 2009 - 2014

Kategorie (§) bis 18/07/2012	Kategorie (§) ab 19/07/2012	Anlagenkategorie	2009	2010	2011	2012	2013	2014
			Mio. €					
5.1.2		Neue Bestandsanlagen	210	0	0	0	0	0
5.1.3		Modernisierte Anlagen	216	240	0	0	0	0
5.1.4		Hocheffiziente, modernisierte Anlagen	3	18	35	34	32	25
5.2.1a		kleine KWK-Anlagen (Zubau) > 50 kW bis max. 2 MW elektr. Leistung, die ab dem 01.04.2002 bis zum 31.12.2008 in Dauerbetrieb genommen worden sind	22	22	0	0	0	0
5.2.1b	5.1.1a	kleine KWK-Anlagen bis zu 50 kW	24	40	50	61	73	83
	5.1.1b	kleine KWK-Anlagen größer 50 kW bis 2 MW				3	28	68
5.2.1c		hocheffiziente kleine KWK-Anlagen (Zubau) > 50 kW bis max. 2 MW elektr. Leistung, die ab dem 01.01.2009 in Dauerbetrieb genommen wurden	5	17	32	52	56	47
	5.2 / 5.2 Zu	hocheffiziente neue KWK-Anlagen bis zu 2 MW incl. solcher im Anwendungsbereich des Treibhausgas-Emissionshandelsgesetzes				2	35	56
	5.3a	hocheffiziente KWK-Anlagen bis zu 50 kW				0	0	1
	5.3b / 5.3b Zu	hocheffiziente KWK-Anlagen größer 50 kW incl. solcher im Anwendungsbereich des Treibhausgas-Emissionshandelsgesetzes				3	46	100
5.3		KWK-Anlagen > 2 MW (hocheffiziente Neuanlagen)	6	29	44	55	55	38
	5.4 / 5.4 Zu	hocheffiziente nachgerüstete KWK-Anlagen größer 2 MW incl. solcher im Anwendungsbereich des Treibhausgas-Emissionshandelsgesetzes				0	1	2
5.2.2	5.1.1c	Brennstoffzellen	0	0	0	0	0	0
		Korrekturen der Vorjahre (durch WP-Bescheinigungen vollständig belegt)	0	19	34	24	79	131
		Zuschlagszahlungen an Wärme- / Kältenetzbetreiber, Wärme- / Kältespeicherbetreiber, Kleinst-KWK-Anlagen (bis 2011 nur Wärmenetzbetreiber)	4	11	25	30	17	22
Summe			490	397	220	264	423	573

Quelle: Öko-Institut auf Basis der ÜNB-Daten vom Stand Oktober 2015 (ÜNB, 2015).

Für die Förderungssummen für Netz- und Speicherbetreiber lassen sich die Angaben der ÜNB mit den Daten des BAFA vergleichen, welches die Zulassungsbescheide für Netz- und Speicherbetreiber erlässt und somit auch die Fördersummen festlegt. Tabelle 5-9 zeigt diesen Vergleich:

Tabelle 5-9: Förderungsbeträge für Netze und Speicher

	Jahr der Auszahlung (ÜNB) / Zulassung (BAFA)					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	Mio. €					
Auszahlungen Netzbetreiber (ÜNB)						
Zuschlagszahlungen für Wärme- / Kältenetze	3,59	11,45	25,47	29,51 *	15,63	14,22
Zuschlagszahlungen für Wärme- / Kältespeicher					0,29	7,32
Summe Auszahlungen	3,59	11,45	25,47	29,51	15,92	21,55
Zulassungsbescheide BAFA						
Netzbetreiber seit 2009		19,80	44,93	49,22	53,87	115,86
Speicherbetreiber seit 2012					0,83	7,67
Summe Zulassungsbescheide		19,80	44,93	49,22	54,70	123,52

* Anmerkung: ÜNB-Zahlung in 2012 inkl. Kleinst-KWK und Speicher

Quelle: Öko-Institut auf Basis der ÜNB-Daten vom Stand Oktober 2015 (ÜNB, 2015) und von BAFA-Daten vom 27.10.2015.

Es wird deutlich, dass für Netze die Summen laut BAFA deutlich über den von den Übertragungsnetzbetreibern ausgezahlten Beträgen liegen, während für Speicher die Beträge relativ nahe beieinander liegen. Inhaltlich sind diese Differenzen als offene Forderungen der Wärme-/Kälte-Netz- bzw. Speicherbetreiber gegenüber den Stromnetzbetreibern zu interpretieren. Bis zum Jahr 2013 war der Förderungsdeckel von 150 Mio. Euro pro Jahr für Netze und Speicher noch weit vom Fördervolumen (max. 55 Mio. Euro in 2013 gemäß BAFA) entfernt. Im Jahr 2014 stieg das Fördervolumen für Netze und Speicher jedoch auf ca. 124 Mio. Euro an und gelangte somit in die Nähe des Förderdeckels.

Literaturverzeichnis

- AGEB. (2015). *Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland. 1990 bis 2014. Stand: August 2015.*
- BAFA. (2015). *Zulassung von KWK-Anlagen nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz, Datenstand 27.10.2015 (S. 1).* Abgerufen von http://www.bafa.de/bafa/de/energie/kraft_waerme_kopplung/publikationen/statistik_kwkanlagen.pdf
- BDEW. *Persönliche Kommunikation.*
- BMWi. (2015). *Zahlen und Fakten. Energiedaten. Nationale und internationale Entwicklung.* Tabellenblatt 22.
- Bundesnetzagentur. (2015). *Kraftwerksliste.* Stand: 25.09.2015. Abgerufen von http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1911/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/kraftwerksliste-node.html
- Eurostat. (2015). *Supply, transformation and consumption by fuel — annual data (dataset: nrg_103a)*
- Nieder, T. (ZSW). (2015). *Persönliche Mitteilung zu den Daten der AGEE Stat zur biogenen KWK-Stromerzeugung außerhalb der statistischen Erfassung, 4.11.2015.*
- Öko-Institut. (2012). *Monitoring der Kraft-Wärme-Kopplungs-Vereinbarung vom 19. Dezember 2003 für den Teilbereich Kraft-Wärme-Kopplung Berichtszeitraum 2010 (Vierter und letzter Bericht).*
- Öko-Institut. (2013). *KWK-Ausbau: Entwicklung, Prognose, Wirksamkeit der Anreize im KWK-Gesetz unter Berücksichtigung von Emissionshandel, Erneuerbare-Energien Gesetz und anderen Instrumenten.* Im Auftrag des UBA. Dezember 2012.
- Öko-Institut. (2014). *Aktueller Stand der KWK-Erzeugung.* Im Auftrag des BMWi. November 2014.
- RWI. (2008). *Die Klimavorsorgeverpflichtung der deutschen Wirtschaft. Monitoringbericht 2003-2004.* Forschungsprojekt des Bundesministeriums für Wirtschaft und ETchnologie, des Bundeverbands der Deutschen Industrie und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Endbericht. Essen 2008.
- Smuck, A. (BAFA). (2015). *Persönliche Mitteilung, November 2015.*
- Statistisches Bundesamt (StBA). *Erhebungen StBA 066+067.*
- ÜNB. (2015). *Jahresabrechnungen zum Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz.* Abgerufen von http://www.netztransparenz.de/de/KWK_Jahresabrechnungen.htm
- UBA. (2015). *Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll.* Umweltbundesamt.
- Zell-Ziegler & Gores. (2015). *EEG-Reform löst biogenen Boom aus.* Energie & Management, 15.11.2015.

Anhang

6 Datengrundlage und Methodik zur Ermittlung der Strom- und Wärmeerzeugung

Die Ermittlung der KWK-Strom- und Wärmeerzeugung erfolgt in Anlehnung an die Methodik, die im KWK-Monitoringbericht (Öko-Institut, 2012) entwickelt wurde. Als Datengrundlage werden die Daten des Statistischen Bundesamtes (Erhebungen 066 und 067) sowie das auf Basis der BHKW-Umfrage des Öko-Instituts abgeleitete Bestandsmodell für die fossilen Anlagen unter 1 MW_{el} verwendet.

Abweichend vom Monitoringbericht wurden für die Netto-KWK-Stromerzeugung aus biogenen Anlagen außerhalb der statistischen Erfassungen 066 und 067 die Daten von der AGEE-Stat übernommen.

6.1 KWK-Anlagen der allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft (Statistische Erhebungen 066 und 067)

In Tabelle 6-1 ist die Netto-Stromerzeugung der Allgemeinen Versorgung (Statistische Erhebung 066) und der industriellen Kraftwirtschaft (Statistische Erhebung 067) in den Jahren 2003 bis 2014 dargestellt, außerdem die KWK-Anteile, die sich aus der Division der gesamten KWK- zur gesamten Netto-Stromerzeugung ergeben.

Die KWK-Stromerzeugung der allgemeinen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft zusammen stieg zunächst von 74 TWh im Jahr 2003 an mit einem Höhepunkt im Jahr 2010 von 83 TWh (dem Zieljahr der KWK-Vereinbarung). Die KWK-Stromerzeugung im Jahr 2014 liegt mit 75 TWh wieder auf dem Niveau von 2003.

Die KWK-Anteile liegen in der industriellen Kraftwirtschaft stets deutlich höher als in der allgemeinen Versorgung. Dort sind sie über den gesamten Zeitverlauf von 53,3 auf 70,4 % gestiegen, wobei der erhebliche Anstieg zwischen den Jahren 2011 und 2012 von einer Umverteilung von Kraftwerken ohne KWK von der industriellen Kraftwirtschaft zur allgemeinen Versorgung herrührt. In der allgemeinen Versorgung fand hingegen nur ein Anstieg von 10,1 auf 11,1 % statt (mit einem parallel zum Anstieg bei der industriellen Kraftwirtschaft leichten Absinken der Anteile im Jahr 2012). Über beide Bereiche zusammen ergibt sich damit ein Anstieg der KWK-Anteile von 13,6 auf 16,7 %.

Tabelle 6-1: KWK-Nettostromerzeugung und Gesamtnettostromerzeugung der AV und IKW, KWK-Anteile

	Netto-Stromerzeugung Gesamt und KWK (TWh)											
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Allgemeine Versorgung												
Gesamt	498	499	498	505	488	489	446	469	431	435	431	405
KWK	50	52	52	54	52	54	50	53	51	51	50	45
Industrielle Kraftwirtschaft												
Gesamt	44	44	46	47	49	46	43	49	47	41	41	42
KWK	24	23	26	26	26	26	27	30	28	28	29	30
Gesamt (AV und IKW)												
Gesamt	542	543	543	552	537	534	489	518	478	476	473	447
KWK	74	75	78	80	78	79	77	83	80	79	79	75
	KWK-Anteile, bez. auf Gesamt Netto-Stromerzeugung (%)											
Allgemeine Versorgung	10.1	10.5	10.5	10.7	10.6	11.0	11.3	11.4	11.9	11.7	11.5	11.1
Industrielle Kraftwirtschaft	53.3	51.9	55.7	55.0	52.6	56.4	62.5	60.9	60.9	69.6	69.9	70.4
Gesamt (AV und IKW)	13.6	13.9	14.3	14.5	14.4	14.9	15.8	16.1	16.6	16.7	16.6	16.7

Quelle: StBA 066+067; eigene Berechnungen.

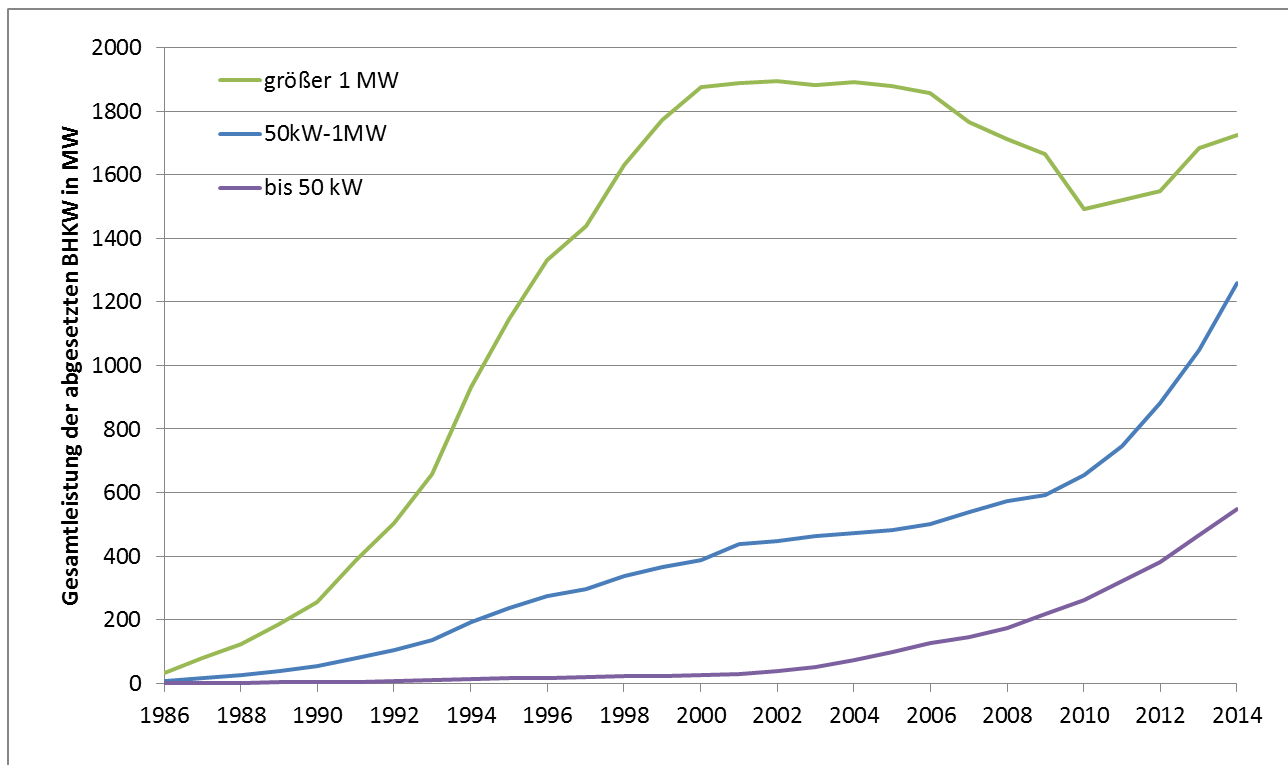
6.2 Fossil betriebene BHKW kleiner 1 MW_{el}

Die Umfrageergebnisse des Öko-Instituts zum jährlich erfolgten Absatz von BHKW, differenziert nach Größenklassen (1 kW_{el} bis 5 MW_{el}) und eingesetzten Brennstoffen (fest, flüssig gasförmig – jeweils biogen oder fossil), werden regelmäßig in die bestehende BHKW-Datenbank integriert. Damit wurde der Bestand an BHKW weiter fortgeschrieben.

Wie in Abbildung 6-1 zu sehen, hat sich im Jahr 2014 die bereits im Jahr 2011 gezeigte Trendumkehr bei fossilen Anlagen größer 1 MW fortgesetzt: Während sich in den Jahren 1999 bis 2006 kein Netto-Zubau abzeichnete und danach bis zum Jahr 2010 sogar eine Netto-Abnahme ermittelt wurde, ist seit dem Jahr 2011 die zugebaute Leistung größer als die in diesem Jahr stillgelegte³. Für die kleineren Anlagen bis 1 MW war der Trend in den vergangenen Jahren jedoch kontinuierlich steigend.

³ Dabei wird angenommen, dass die durchschnittliche Betriebsdauer bei 15 Jahren liegt. Diese Annahme wurde mit Herstellern und Betreibern abgestimmt.

Abbildung 6-1: Gesamtleistung fossiler BHKW-Bestand



Quelle: BHKW-Datenbank, Öko-Institut 2015.

In Tabelle 6-2 ist die jährliche KWK-Strom- und Wärmeerzeugung, der Brennstoffeinsatz und die elektrische Leistung der installierten fossilen kleinen BHKWs von 2003 bis 2014 dargestellt.

Tabelle 6-2: Fossile BHKW unter 1 MW

Fossile BHKW unter 1 MW		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
KWK-Stromerzeugung	TWh	1.837	1.950	2.077	2.238	2.446	2.664	2.895	3.275	3.811	4.518	5.422	6.467
	Erdgas	1.449	1.550	1.666	1.827	2.039	2.267	2.510	2.930	3.492	4.225	5.143	6.218
	Heizöl	0.388	0.400	0.410	0.412	0.407	0.396	0.385	0.345	0.319	0.294	0.279	0.249
KWK-Wärmeerzeugung	PJ	10.172	10.802	11.502	12.396	13.550	14.754	16.034	18.137	21.107	25.024	30.027	35.818
	Erdgas	8.024	8.584	9.229	10.116	11.293	12.558	13.900	16.228	19.338	23.398	28.483	34.439
	Heizöl	2.147	2.218	2.272	2.280	2.256	2.196	2.134	1.909	1.768	1.626	1.544	1.379
Brennstoffeinsatz	PJ	19.745	20.969	22.327	24.063	26.302	28.641	31.125	35.206	40.972	48.575	58.288	69.529
	Erdgas	15.577	16.664	17.916	19.637	21.923	24.378	26.982	31.501	37.539	45.419	55.291	66.852
	Heizöl	4.168	4.305	4.411	4.426	4.380	4.263	4.143	3.705	3.433	3.156	2.997	2.678
Elektrische Leistung	MW _{el}	513	545	581	626	684	745	809	915	1 065	1 263	1 516	1 808
	Erdgas	405	433	466	511	570	634	702	819	976	1 181	1 438	1 738
	Heizöl	108	112	115	115	114	111	108	96	89	82	78	70

Quelle: BHKW Datenbank, Öko-Institut 2015.

Die Angaben zu Erdgas sind unter dem Vorbehalt zu betrachten, da in den letzten Jahren ein gewisser, geringer aber steigender Prozentsatz durch Biomethan ersetzt wurde.

6.3 Biogene KWK außerhalb der statistischen Erhebungen in den Tabellen 066+067

Daten zur biogenen KWK-Stromerzeugung außerhalb der statistischen Erfassung sind von der AGEE-Stat nach Energieträgern untergliedert für die Jahre 2003 bis 2014 geliefert und in die Auswertung aufgenommen worden⁴. Die jährlichen Summen aus den einzelnen Energieträgern sind in Tabelle 2-1 und Tabelle 2-2 in der Zeile „nicht erfasste biogene Anlagen“ dargestellt.

⁴ Persönliche Kommunikation mit Thomas Nieder, ZSW, November 2015.

7 Betrachtung der KWK-Leistung

Im Rahmen des KWK-Monitorings (Öko-Institut, 2012) wurde die KWK-Leistung für das Jahr 2010 ermittelt. Dabei wird unter der „KWK-Leistung“ die elektrische installierte Netto-Engpassleistung einer Anlage verstanden, die der maximalen elektrischen Leistung bei gleichzeitiger maximaler Wärmeauskopplung entspricht. Dabei wird nur derjenige Anteil der elektrischen Leistung betrachtet, der direkt mit Wärmeauskopplung verbunden ist (die KWK-Scheibe). Der Anteil der elektrischen Leistung, der sich ausschließlich auf die Erzeugung von Strom bezieht (Kondensations-Anteil bzw. „Kond-Leistung“), wird nicht berücksichtigt. Der Begriff der „elektrischen Leistung der KWK-Anlage“ hingegen summiert beide Leistungsanteile.

In diesem Bericht wurden einerseits für die allgemeine Versorgung nach Anlagenarten aggregierte Daten berichtet, die auf einer anlagenscharfen Auswertung des BDEW beruhen, andererseits wurden diese mit Hilfe der Daten des Statistischen Bundesamtes verglichen und um die KWK-Leistung der industriellen Kraftwirtschaft und der Anlagen außerhalb der statistischen Erfassung ergänzt. In Summe wurde dabei eine KWK-Leistung von 28,5 MW_{el} ermittelt. Die Fortschreibung bis zum Jahr 2012 ergab eine Erhöhung der KWK-Leistung auf 30,5 MW_{el} (Öko-Institut 2014).

In den nächsten Abschnitten wird die Entwicklung der KWK-Leistung auf Basis der statistischen Daten und auf Basis von Kraftwerkslisten und Recherchen betrachtet. Außerdem wird der Zubau an BHKW aus der BHKW-Datenbank quantifiziert.

7.1 Abschätzung der KWK-Leistung mit den Daten des Statistischen Bundesamtes

Die Auswertung basiert auf den Informationen aus Tabelle 1 der Erhebungen 066 und 067, in denen die Brutto-Engpassleistung nach Anlagenarten untergliedert berichtet wird. Dabei werden folgende Annahmen getroffen:

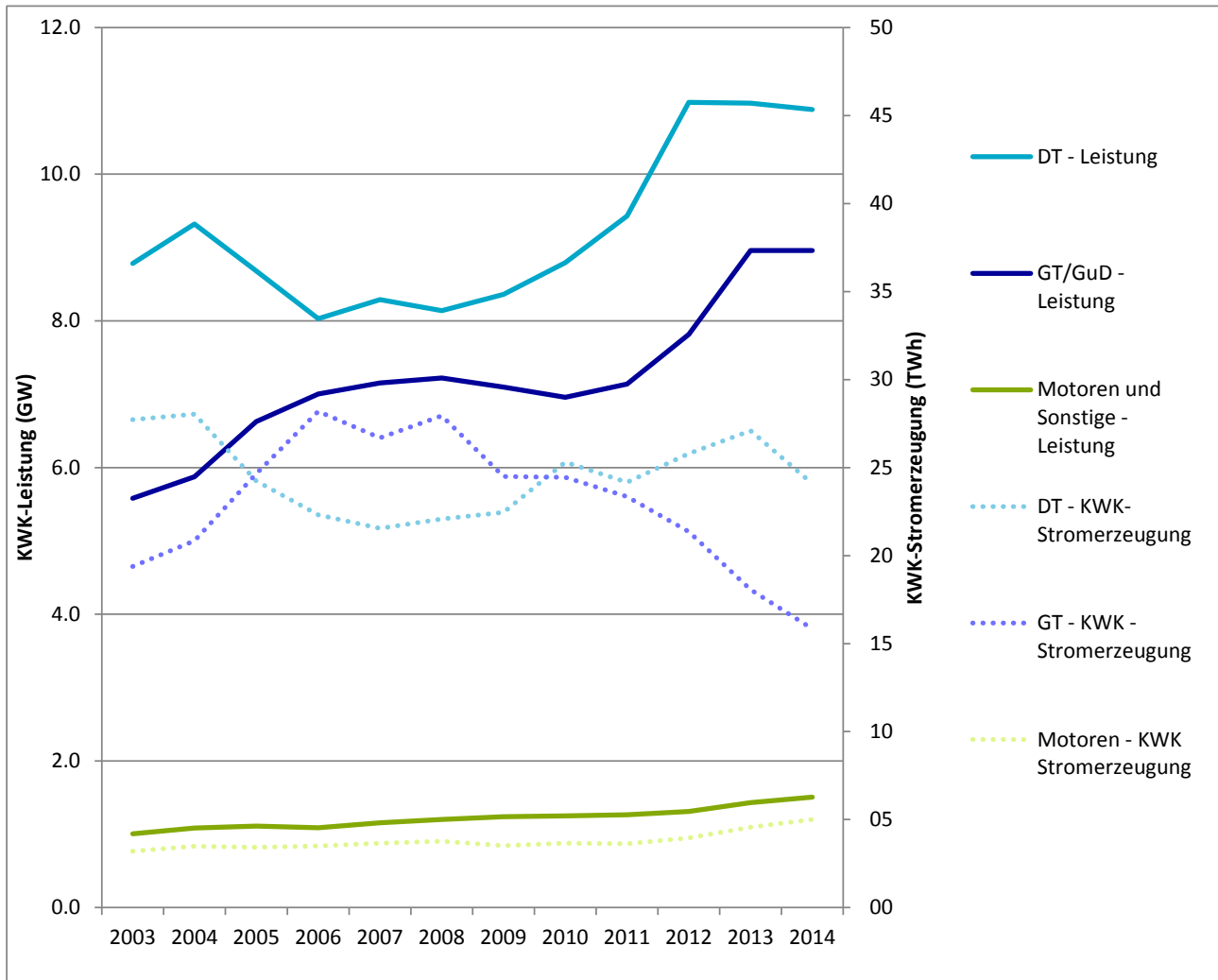
- Für Gegendruck-Dampfturbinen wurde die installierte elektrische Gesamtleistung angesetzt.
- Für Entnahme-Kondensationsmaschinen sollte nach Experten-Einschätzung des VIK 90 % der installierten elektrischen Leistung angesetzt werden, da die Anlagen in der Industrie im Allgemeinen dafür ausgelegt sind, mit 10 % des Dampfmassenstroms durch den Kondensator zu fahren. Im Gegensatz dazu wird für Anlagen der allgemeinen Versorgung der Mittelwert der Leistungen gewählt, der sich aus der Multiplikation mit der Stromkennzahl und dem KWK-Anteil ergibt. Für das Jahr 2012 wurde davon abweichend die Differenz der KWK-Leistung der Entnahme-Kondensationsmaschinen der Industrie von 2011 auf 2012 angesetzt, da bekannt ist, dass größere Anlagen vom Bereich der Industrie in den Bereich der allgemeinen Versorgung wechselten (siehe auch Abbildung 7-2). Aus den Daten des Statistischen Bundesamtes lässt sich keine deutliche Änderung seit 2012 in dieser Technologiegruppe ablesen.
- Für Gasturbinen ohne Abhitzeessel wird die mit der Stromkennzahl bestimmte Leistung angesetzt. Eigentlich kann angenommen werden, dass bei dieser Maschinenart keine KWK-Erzeugung stattfindet. Da aber (geringfügige) Daten zur KWK-Erzeugung vorliegen, finden diese hier damit dennoch Berücksichtigung. In der allgemeinen Versorgung ist die Stromkennzahl im Jahr 2014 für diesen Anlagentyp exorbitant angestiegen, eine darauf basierende Ermittlung der KWK-Leistung erscheint nicht mehr zielführend. Da die

installierten elektrischen und thermischen Leistungen konstant geblieben sind, wird für 2014 der Wert von 2013 konstant gehalten.

- Für Gasturbinen mit Abhitzeessel und GuD-Anlagen wird der mit dem KWK-Anteil multiplizierte Leistungswert angesetzt – damit liegen die Werte jeweils knapp unter der elektrischen installierten Leistung. In der allgemeinen Versorgung sind jedoch von 2013 auf 2014 die KWK-Anteile dieser Technologien erheblich gesunken, obwohl die installierte thermische und elektrische Leistung von Gasturbinen mit Abhitzeesseln konstant geblieben, bzw. für GuD-Anlagen sogar angestiegen ist. Deshalb werden die KWK-Leistungen in der allgemeinen Versorgung für diese Anlagentypen auf dem Niveau von 2013 konstant gehalten.
- Für Verbrennungsmotoren und Brennstoffzellen wird die gesamte installierte elektrische Leistung angesetzt.
- Für sonstige Anlagen wird die mit dem KWK-Anteil bestimmte KWK-Leistung verwendet.

Damit ergeben sich folgende Verläufe (Abbildung 7-1) für die abgeschätzte KWK-Leistung der allgemeinen Versorgung:

Abbildung 7-1: KWK-Leistung nach Anlagenart für allgemeine Versorgung (im Vergleich zur KWK-Stromerzeugung)

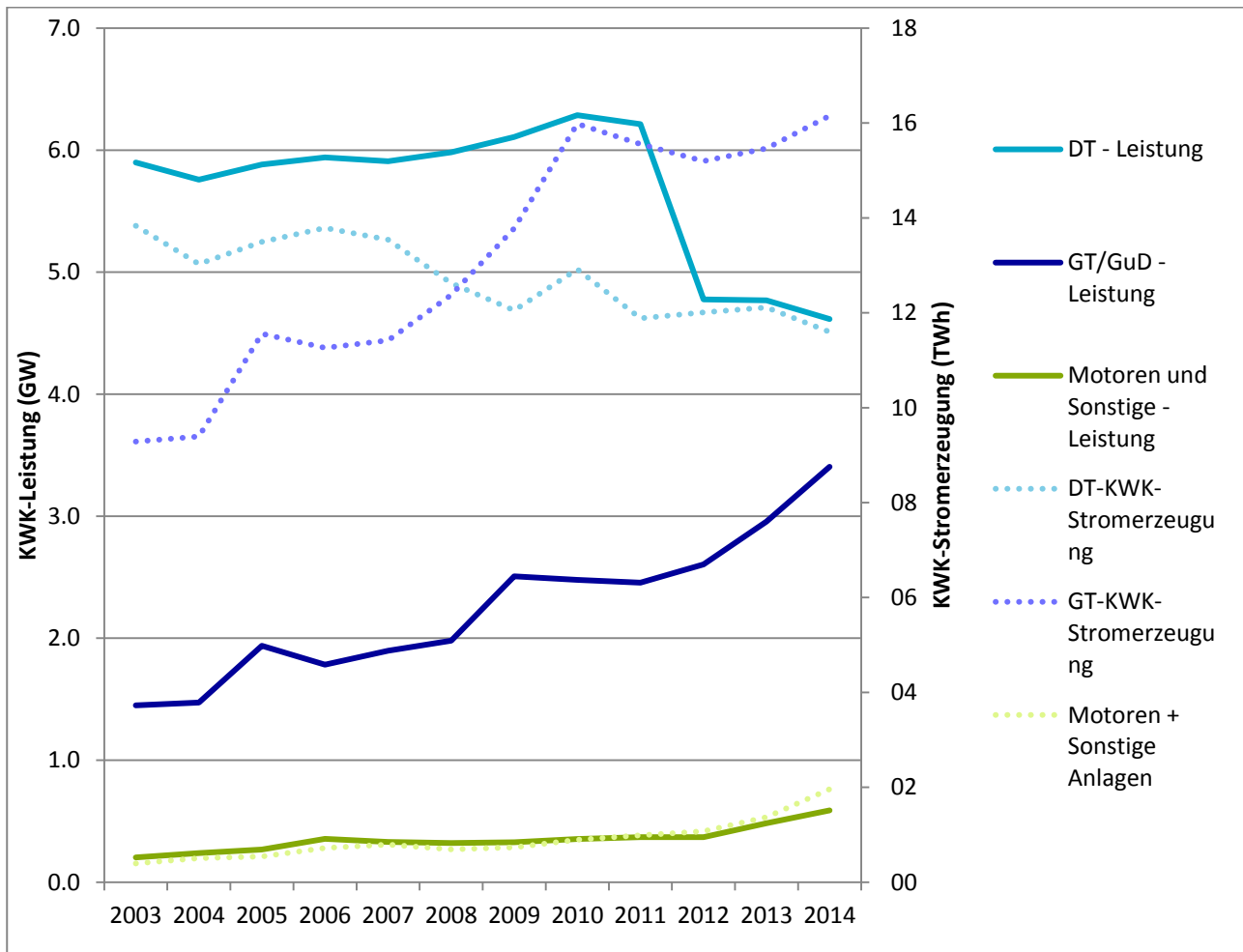


Quelle: StBA 066; eigene Berechnungen.

Während die installierte (KWK-fähige) Gasturbinen-Leistung in der allgemeinen Versorgung seit 2010 zugenommen hat, ist die damit verbundene KWK-Stromerzeugung seit 2009 im Sinken begriffen. Im Gegensatz dazu ist der Ausbau der Dampfturbinen-Leistung auch mit einer erhöhten KWK-Stromerzeugung verbunden gewesen.

Für die industrielle Kraftwirtschaft ergeben sich folgende Verläufe für die abgeschätzte KWK-Leistung (Abbildung 7-2):

Abbildung 7-2: KWK-Leistung nach Anlagenart für industrielle Kraftwirtschaft (im Vergleich zur KWK-Stromerzeugung)



Quelle: StBA; eigene Berechnungen

In der industriellen Kraftwirtschaft zeigt sich eine starke Abnahme der installierten Dampfturbinenleistung bei den Entnahmekondensationsanlagen von 2011 auf 2012. Dieses Absinken kann durch eine geänderte Berichterstattung eines großen Unternehmens erklärt werden, das nun zu den Kraftwerken der allgemeinen Versorgung zählt.

Die Daten zur installierten Leistung aus der BHKW-Datenbank ergeben einen Zubau von 2012 auf 2014 um 0,5 GW auf 1,8 GW für fossile BHKW unter 1 MW (s. Abschnitt 7.3). Hinsichtlich der biogenen Leistung außerhalb der amtlichen Erhebung wird eine Erhöhung der KWK-Leistung von 2012 auf 2014 um 0,2 GW auf 1,6 GW abgeschätzt, ebenfalls basierend auf den Ergebnissen der BHKW-Umfrage. Damit ergibt sich insgesamt eine leichte Erhöhung der KWK-Leistung von 30,5 GW im Jahr 2012 auf **33,4 GW** im Jahr 2014 (Tabelle 7-1).

Tabelle 7-1: Schätzung der KWK-Netto-Leistung im Jahr 2014

	Netto-Engpassleistung elektrisch*	KWK-Leistung	Kond-Leistung	KWK-Stromerzeugung
	GW			MWh
Gesamt	82.7	33.4	49.3	96 741 866
Dampfturbinen	54.1	15.7	38.4	37 485 498
Gasturbinen	20.5	12.4	8.1	31 985 892
Motoren + Sonstige Anlagen	8.1	5.3	2.8	27 270 476
Gesamt AV + IKW	76.6	30.0	46.6	74 626 707
Dampfturbinen	53.6	15.5	38.1	35 682 973
Gasturbinen	20.5	12.4	8.1	31 985 892
Motoren + Sonstige Anlagen	2.5	2.1	0.4	6 957 843
Allgemeine Versorgung	67.7	21.4	46.3	44 915 893
Dampfturbinen	48.7	10.9	37.9	24 084 106
Gasturbinen	17.1	9.0	8.1	15 833 037
Motoren + Sonstige Anlagen	1.8	1.5	0.3	4 998 751
Industrielle Kraftwirtschaft	8.9	8.6	0.3	29 710 814
Dampfturbinen	4.9	4.6	0.2	11 598 867
Gasturbinen	3.4	3.4	0.0	16 152 855
Motoren + Sonstige Anlagen	0.7	0.6	0.1	1 959 092
Außerhalb der Statistik	6.1	3.4	2.7	22 115 159
Fossile BHKW unter 1 MW	1.8	1.8	0.0	6 467 159
Motoren	1.8	1.8	0.0	6 467 159
Biogen betriebene Maschinen außerhalb der Statistik	4.3	1.6	2.7	15 648 000
dv. Dampfturbinen	0.5	0.2	0.3	1 802 525
dv. Motoren	3.8	1.4	2.4	13 845 475

Quellen: StBA 66+67; eigene Berechnungen.

Für die gesamte KWK-Leistung wurde eine Aufteilung nach Energieträgern vorgenommen, basierend auf oben genannten Ergebnissen, der überschlägigen Verschneidung der Daten des StBA aus den Erhebungen 066 und 067 zur KWK-Erzeugung nach Anlagenart und nach Energieträger sowie Abschätzungen von Vollbenutzungsstunden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7-2 dargestellt.

Tabelle 7-2: Schätzung der KWK-Leistung nach Energieträgern

2014	KWK-Leistung
	GW _{el}
Gesamt	33.4
Kohle	7.4
Dampfturbinen	7.4
Gasturbinen	0.0
Motoren + Sonstige Anlagen	0.0
Öl	0.9
Dampfturbinen	0.8
Gasturbinen	0.0
Motoren + Sonstige Anlagen	0.1
Gas	19.0
Dampfturbinen	2.8
Gasturbinen	12.4
Motoren + Sonstige Anlagen	3.8
Biomasse	4.8
Dampfturbinen	3.3
Gasturbinen	0.0
Motoren + Sonstige Anlagen	1.4
Sonstige	1.3
Dampfturbinen	1.3
Gasturbinen	0.0
Motoren + Sonstige Anlagen	0.0

Quelle: Eigene Berechnungen.

7.2 Anlagenscharfe Schätzung auf Basis der UBA-Datenbank

Basierend auf der UBA-Kraftwerksdatenbank wurden alle Anlagen betrachtet, die seit 2013 in Betrieb genommen wurden, außerdem die, die im Bau oder in Planung sind. In dieser Kraftwerksdatenbank sind alle Anlagen über 100 MW_{el} enthalten aber auch zahlreiche kleinere Anlagen ab 10 MW_{el}. Informationen aus der UBA-Kraftwerksdatenbank wurden verglichen mit Inhalten anderer Kraftwerksdatenbanken und zusätzlichen Recherchen.

Ergänzend erfolgte eine Literaturrecherche zu der Frage, ob die neu in Betrieb genommenen Anlagen als Ersatz- oder Neuanlagen gewertet werden sollten. Wurde keine entsprechende Information gefunden, wird davon ausgegangen, dass es sich um eine Neuanlage handelt. Des Weiteren wurde für alle KWK-Anlagen eine KWK-Leistung abgeschätzt.

Wie aus der Kraftwerksliste hervorgeht, sind in den letzten beiden Jahren vor allem mit Steinkohle betriebene Anlagen in Betrieb gegangen: von den insgesamt 4,7 GW_{el} Brutto-Leistung waren es 3,3 GW_{el} (Duisburg-Walsum 10, Karlsruhe-RDK 8, Lünen-Stummhafen, Westfalen E). Die KWK-Leistung dieser Anlagen, die mit der möglichen Wärmeauskopplung verbunden ist, ist deutlich geringer und wird mit unter 0,3 GW abgeschätzt. Im Bau oder in Planung befinden sich derzeit vor allem Erdgaskraftwerke, aber auch zwei Steinkohlewerke (Westfalen D und Datteln 4).

In Tabelle 7-3 sind die elektrischen Leistungen nach Inbetriebnahmejahren aufsummiert und untergliedert nach KWK-Anlagen und deren Leistungen dargestellt.

Tabelle 7-3: Zusammenfassung der elektrischen Leistungen nach Inbetriebnahmejahren

	2013	2014	2015	2016 und in Planung
	MW			
Elektrische Brutto-Leistung	2793	1925	3611	5195
Davon KWK-Anlagen	2003	1105	1080	5195
KWK Leistung	830	417	548	2216
Davon Ersatz	174	180	511	649
Davon zusätzlich	655	238	37	1568

2015 noch nicht vollständig

Quelle: UBA Kraftwerksdatenbank Oktober 2015, eigene Berechnungen und Annahmen zu Ersatzanlagen und KWK-Leistung.

In den Jahren 2013 und 2014 wird basierend auf der Anlagendatenbank eine zusätzliche KWK-Leistung von 655 und 238 MW abgeschätzt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Unterscheidung zwischen Ersatzanlagen und Neuanlagen oftmals nicht eindeutig zu treffen ist, zudem bewirken manche Ersatzanlagen auch eine Erhöhung der ursprünglichen KWK-Leistung. Auch gibt es eine neue Kategorie zur „Ertüchtigung“ in der Datenbank. Die Frage, ob eine Anlage ertüchtigt oder neu gebaut wird, kann zu unterschiedlichen Antworten führen.

Die Zahlen zu den Jahren ab 2015 sind mit erheblichen Unsicherheiten behaftet, insbesondere wenn die Anlagen nur geplant und noch nicht im Bau sind.

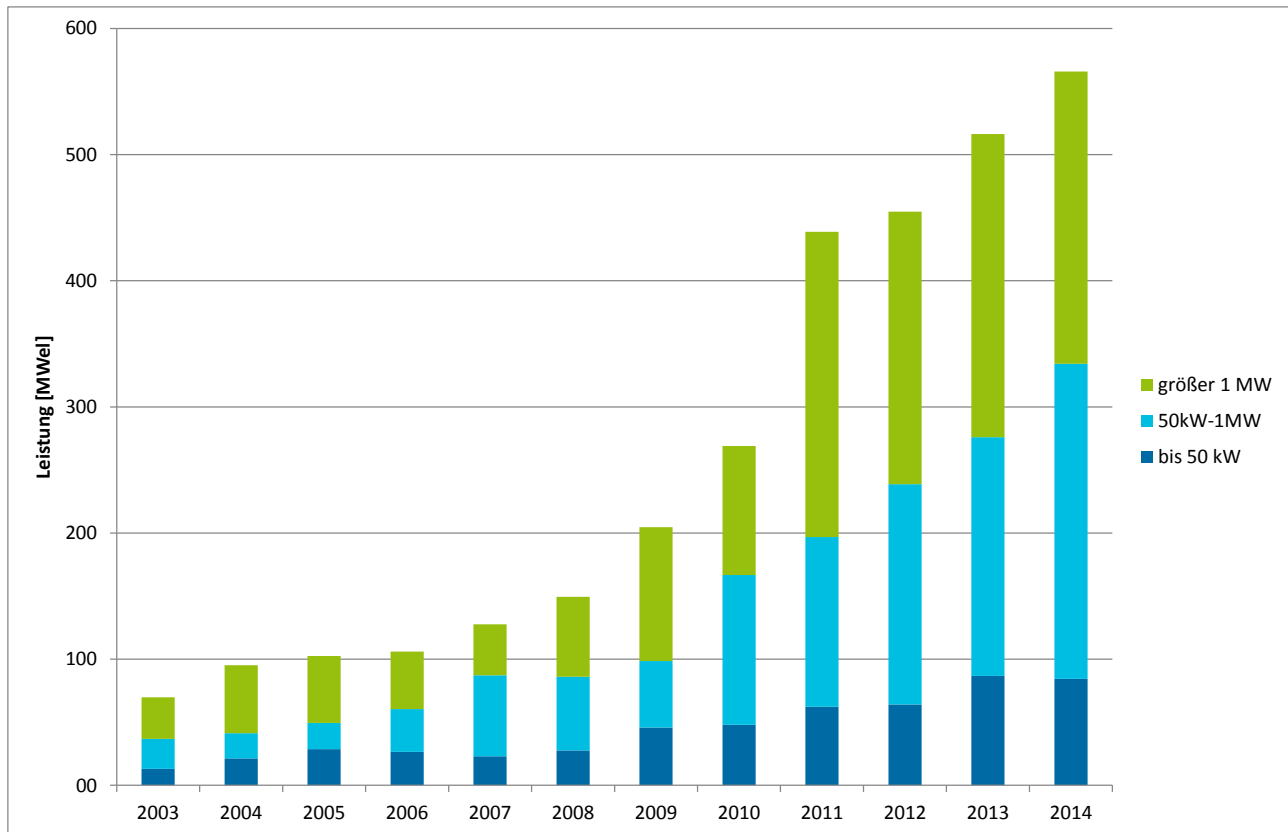
7.3 Zubau an BHKW basierend auf der BHKW-Umfrage des Öko-Instituts

Für die Aussage zum Zubau an BHKW-Leistung im Anlagensegment unter 10 MW_{el} wird die Entwicklung des BHKW-Bestands betrachtet, wobei die Ergebnisse der BHKW-Umfrage des Öko-Instituts verwendet werden.

Wie in Abbildung 7-3 zu sehen, ist die abgesetzte Leistung bei den fossilen BHKW seit 2003 kontinuierlich gestiegen – und das über alle Größenklassen hinweg. Einen besonders großen Sprung gab es zwischen den Jahren 2010 und 2011: 2011 war die abgesetzte Leistung um über 60 % höher als im Jahr 2010. Das kann vor allem auf den starken Zuwachs bei den BHKW-Anlagen, die größer als 1 MW sind, zurückgeführt werden. Generell kann man bei den

verschiedenen Größenklassen jedoch – außer einer Steigerung der abgesetzten Leistung insgesamt – keine Entwicklungstrends in der Verteilung feststellen. Die größten Anlagen hatten in den meisten Jahren den größten Anteil an der abgesetzten Leistung, gefolgt von den mittelgroßen Anlagen und den kleinen Anlagen. Nur in einzelnen Jahren (2007, 2010 und 2014) hatten die mittelgroßen Anlagen zwischen 50 kW und 1 MW den größten Anteil an der abgesetzten Leistung.

Abbildung 7-3: Entwicklung der abgesetzten fossilen BHKW-Leistung in Deutschland nach Größenklassen



Quelle: BHKW-Datenbank des Öko-Instituts 2015

Unter Verwendung der Absatzzahlen aus der BHKW-Umfrage und historischer Daten wurde eine BHKW-Datenbank erstellt, die die Entwicklung des Bestands an BHKW in Deutschland darstellt. Dieser ist für fossil betriebene Anlagen zusammen mit dem Netto-Zubau an BHKW-Anlagen in Tabelle 7-4 abzulesen.

Tabelle 7-4: Zubau und Bestand von fossilen BHKW 2003-2014 nach der BHKW-Datenbank

Fossil betriebene BHKW	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	MW _{el}											
Zubau	70	95	102	106	128	149	205	269	439	455	516	566
bis 50 kW	13	21	29	27	23	28	46	48	62	64	87	84
50kW-1MW	24	20	21	34	64	58	53	119	135	175	189	250
größer 1 MW	33	54	53	46	40	63	106	102	242	216	240	232
Netto-Zubau	13	42	24	21	-33	9	17	-68	178	229	386	334
bis 50 kW	12	21	28	26	21	26	44	44	59	62	85	82
50kW-1MW	14	11	7	19	37	35	21	62	91	136	167	210
größer 1 MW	-14	11	-12	-24	-92	-52	-48	-174	28	31	134	41
Bestand	2 394	2 436	2 460	2 481	2 448	2 457	2 474	2 406	2 584	2 813	3 200	3 533
bis 50 kW	51	71	99	125	146	173	216	261	320	382	467	549
50kW-1MW	463	474	481	501	538	572	593	655	745	882	1 049	1 259
größer 1 MW	1 881	1 891	1 880	1 855	1 764	1 712	1 664	1 491	1 519	1 550	1 684	1 725

Quelle: BHKW-Datenbank des Öko-Instituts 2014.

Auch in dieser Übersicht sticht der deutlich gestiegene Zubau seit dem Jahr 2011 klar hervor: Der verstärkte Zubau führte zu einem Netto-Zubau von 178 MW_{el} im Vergleich zu einem Netto-Rückbau von 68 MW_{el} im Jahr zuvor. Seit 2011 hält der Trend an: Der Zubau überwiegt deutlich die Stilllegungen, so dass der Bestand an fossilen BHKW seitdem kontinuierlich gestiegen ist. Derzeit kann der Bestand an fossilen BHKW in Deutschland mit 3,5 GW_{el} abgeschätzt werden. In den Jahren 2013 und 2014 ist damit eine KWK-Leistung von **0,7 MW_{el}** hinzugekommen bzw. von 0,5 MW_{el} bei den Anlagen unter 1 MW_{el}.

Bei den biogenen BHKW kann näherungsweise angesetzt werden, dass die Absatzzahlen der Jahre 2013 und 2014 dem Netto-Zubau entspricht. Dieser Absatz ist in Zell-Ziegler & Gores (2015) veröffentlicht und beträgt rund 0,6 MW_{el}. Unter Berücksichtigung eines KWK-Anteils von 37 % (siehe Öko-Institut 2013) ergibt sich ein Zubau von gut **0,2 MW_{el}** an KWK-Leistung.