

Evaluierung des Kraft-Wärme- Kopplungsgesetzes

Berlin, 21.10.2020

Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Autorinnen und Autoren

Sabine Gores
Öko-Institut e.V.

Marco Wunsch
Prognose AG

Dr. Bernd Eikmeyer
Fraunhofer IFAM

Markus Gailfuß
BHKW-Consult

Kontakt

info@oeko.de
www.oeko.de

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse

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

Büro Berlin

Borkumstraße 2
13189 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

Kontakt Partner

Partner

Straße, Hausnummer

PLZ Ort

Telefon +49 ...

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
Abkürzungsverzeichnis	8
1. Einleitung	9
2. Zielsetzung des KWKG	9
3. Darstellung der verschiedenen Fördervarianten des KWKG	10
3.1. KWK-Anlagen: Neubau, Modernisierung, Nachrüstung, nach verschiedenen Größenklassen, differenziert nach Einspeisung in ein Netz der allgemeinen Versorgung / Eigenversorgung	10
Neuregelungen im KWKG 2020	11
3.2. Bestandsanlagenförderung	13
3.3. Wärme- und Kältenetze	13
Neuregelungen im KWKG 2020	14
3.4. Wärme- und Kältespeicher	14
Neuregelungen im KWKG 2020	15
3.5. Deckelung der Zuschlagszahlungen	15
Neuregelungen im KWKG 2020	15
3.6. Wirkungskette für das KWKG	16
4. Evaluierungsmethoden	18
4.1. Möglichkeit der Anwendung kontrafaktischer Methoden	18
4.1.1. Betrachtung der Methoden nach SWD(2014)179	18
4.1.2. Theoretisch umsetzbaren kontrafaktischen Methoden	19
4.1.3. Datenverfügbarkeit	20
4.2. Wirtschaftlichkeitsberechnungen	21
4.3. Anwendung weiterer Methoden	22
5. Evaluierungsfragen und Ergebnisindikatoren	24
5.1. Übergreifende Evaluierungsfragen	30
5.1.1. Sind die direkten und indirekten Ziele der KWKG-Förderung erreicht worden? Ist der angestrebte Anteil der Stromerzeugung aus KWK als auch eine Einsparung von CO ₂ sowie von Primärenergieträgern erreicht worden?	30
5.1.2. Wie hat sich der gesamte KWK-Anlagenbestand entwickelt?	30

5.1.3.	Welche Effekte hatten die unterschiedlichen Fördersätze auf den Zubau in den verschiedenen Anlagengrößenklassen?	32
5.1.4.	Welche Umstände haben eine Zielerreichung behindert bzw. begünstigt?	36
5.1.5.	Ist eine Erreichung der direkten und indirekten Ziele der KWKG-Förderung bis zum Jahr 2020 zu erwarten?	36
5.1.6.	Hat die Einführung von Ausschreibungen für bestimmte Anlagengrößen die Dimensionierung von Neuanlagen beeinflusst?	37
5.1.7.	Wie viele verschiedene Ausschreibungen sind erfolgt?	38
5.1.8.	Benennen Sie die Effekte der Öffnung für ausländische Bieter im KWKG.	41
5.2.	Direkte Auswirkungen	41
5.2.1.	Wie hat sich die Stromerzeugung aus KWK-Anlagen entwickelt?	41
5.2.2.	In welcher Höhe hat die Förderung Investitionen in den Neubau oder die Nachrüstung oder Modernisierung von KWK-Anlagen bewirkt?	44
5.2.3.	Welche Auswirkungen hatte die KWK-Förderung für Neuanlagen, Nachrüstungen und Modernisierungen auf die KWK-Stromerzeugung? (inklusive Vergleich der Ausschreibungsgewinner und Ausschreibungsverlierer bei Ausschreibungen)	47
5.2.4.	Welche Auswirkungen hatte die Bestandsanlagenförderung auf den KWK-Bestand (Verhinderung von Stilllegungen) und die KWK-Stromerzeugung der geförderten bestehenden KWK-Anlagen?	48
5.2.5.	Welche Auswirkungen hatte das KWKG im Hinblick auf zusätzliche Investitionen in Wärme- oder Kältespeicher bzw. Wärme- oder Kältenetze?	49
5.2.6.	Welche Auswirkungen hatte die Einschränkung der KWK-Förderung bei der Eigenstromerzeugung auf Zubau und Vollbenutzungsstunden neugebauter KWK-Anlagen in diesem Bereich?	54
5.2.7.	Hat die Anhebung der Förderhöchstgrenzen für Netze und Speicher zur Realisierung größerer Projekte und positiven Effekten auf die Flexibilität geführt?	55
5.2.8.	Wurden Sicherungsmaßnahmen nach den Ausschreibungen eingeführt (Aufbau und Einsatz Pönale versus Projektrealisierungsrate)?	56
5.3.	Indirekte Auswirkungen – Positiv	56
5.3.1.	Welchen Beitrag hat die Stromerzeugung aus KWK-Anlagen zur Verminderung der CO2-Emissionen geliefert?	56
5.3.2.	Waren Unterschiede beim Beitrag zur CO2-Einsparung in den verschiedenen Einsatzbereichen, Größenklassen etc. auch im Verhältnis zum Fördervolumen festzustellen?	57
5.4.	Indirekte Auswirkungen – Negativ	58
5.4.1.	Welche negativen Rückwirkungen auf den Strommarkt hatte die KWKG-Förderung, insb. im Verhältnis zu den anderen Energiewendezielen?	58
5.4.2.	Welche negativen Rückwirkungen hatte die KWKG-Förderung auf andere Stromerzeuger?	58

5.5.	Eignung	59
5.5.1.	Waren die KWKG-Zuschläge auf den Strompreis der beste Förderansatz? Wären mit anderen Förderansätzen (bspw. Steuern, Ausschreibungen, andere Instrumente) effizientere Ergebnisse möglich gewesen?	59
5.5.2.	Wie stellt sich die Effizienz des Förderinstruments KWKG-Zuschlag (operative Förderung) im Verhältnis zur Alternative von Investitionsbeihilfen dar?	61
5.6.	Angemessenheit/Proportionalität	62
5.6.1.	War die Förderung der Anlagen angemessen? Wie hat sich die Wirtschaftlichkeit der geförderten Anlagen in einem sich wandelnden Marktumfeld entwickelt?	62
6.	Zusammenfassung der Ergebnisse der Evaluierung	66
7.	Vorschläge zur Verbesserung der Datenbasis	68

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4-1: Schematische Darstellung der Überprüfung der Zuschlagssätze	23
Abbildung 5-1: Neubau, Modernisierung und Nachrüstung von nach dem KWKG geförderten KWK-Anlagen in den jeweiligen Jahren in MW _{el}	31
Abbildung 5-2: Neubau, Modernisierung und Nachrüstung von nach dem KWKG geförderten KWK-Anlagen nach Größenklassen in den jeweiligen Jahren in MW _{el}	32
Abbildung 5-3: Anzahl der beim BAFA zur KWKG-Förderung für Neubau, Modernisierung und Nachrüstung zugelassenen KWK-Anlagen nach Größenklassen und Inbetriebnahmejahr	33
Abbildung 5-4: Anzahl der beim BAFA zur KWKG-Förderung für Neubau, Modernisierung und Nachrüstung zugelassenen KWK-Anlagen nach Brennstoff und Inbetriebnahmejahr	35
Abbildung 5-5: Entwicklung der KWK-Nettostromerzeugung bis 2025	37
Abbildung 5-6: Entwicklung der KWK-Stromerzeugung nach Brennstoffen	42
Abbildung 5-7: Entwicklung der Nettostromerzeugung aus Erdgas in der öffentlichen Versorgung	43
Abbildung 5-8: Investitionen in geförderte KWK-Anlagen nach Größenklasse und Inbetriebnahmejahr	46
Abbildung 5-9: Fossile KWK-Stromerzeugung, gefördert und ungefördert	48
Abbildung 5-10: Volumen und Investitionskosten von Wärmespeichern nach dem Jahr der Inbetriebnahme	50
Abbildung 5-11: Anzahl Wärmespeicher nach Größenklassen und Jahr der Inbetriebnahme	51
Abbildung 5-12: Anzahl Förderfälle Wärmenetze nach dem Jahr der Inbetriebnahme	52
Abbildung 5-13: Wärmenetz-Trassenlängen nach Baumaßnahmen und Jahr der Inbetriebnahme	53
Abbildung 5-14: Investitionskosten für Wärmenetze nach Jahr der Inbetriebnahme	54
Abbildung 5-15: Anzahl Wärmespeicher nach Größenklassen und Jahr der Inbetriebnahme	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	KWKG-Förderung nach §7 (1) für neue, modernisierte oder nachgerüstete Anlagen (in ct/kWh)	11
Tabelle 3-2:	Wirkungskette für das KWKG	16
Tabelle 5-1:	Übersicht über die Ergebnisindikatoren	24
Tabelle 5-2:	Übersicht über die Evaluierungsfragen sowie die verwendeten Datenquellen und genutzten Evaluierungsmethoden	27
Tabelle 5-3:	Vergleich der Entwicklung der geförderten Anlagen im Segment 1-50 MW	38
Tabelle 5-4:	Vergleich der Entwicklung der geförderten Anlagen	38
Tabelle 5-5:	Ergebnisse Segment-Ausschreibungen	39
Tabelle 5-6:	Ergebnisse Ausschreibungen innovative KWK-Systeme	40
Tabelle 5-7:	Entwicklung der Netto-KWK-Stromerzeugung	41
Tabelle 5-8:	Spezifische Investitionskosten KWK-Anlagen nach Größenklassen	45
Tabelle 5-9:	Investitionen in geförderte KWK-Anlagen nach Größenklasse und Inbetriebnahmejahr	47
Tabelle 5-10:	Bewertung der Förderinstrumente	60
Tabelle 5-11:	Projektrendite (interner Zinsfuß) für Neubauprojekte von Objekt- und Industrie- KWK-Anlagen	64
Tabelle 5-12:	Projektrendite für Neuanlagen 2019 mit KWK-Zuschlag (inkl. ETS, ohne Kohle- Bonus)	66

Abkürzungsverzeichnis

EE	Erneuerbare Energien
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
THG	Treibhausgase

1. Einleitung

Am 1. Januar 2016 trat das KWKG-Gesetz (KWKG 2016) in Kraft. Das KWKG 2016 wurde in Bezug auf die KWK-Förderung am 24. Oktober 2016 von der EU-Kommission genehmigt¹. Am 1. Januar 2017 trat das KWKG 2017 in Kraft, welches u. a. die Ausschreibungen im KWK-Bereich einführt, neue Vorgaben für Netze und Speicher festlegt und eine Neuregelung der Begrenzung der KWK-Umlage enthielt.

Der vorliegende Bericht zur Evaluierung des KWKG wurde bei der vorsorglichen Notifizierung des KWKG 2016 im Evaluierungsplan vorgesehen.

Die Evaluierung soll dazu beitragen, weitere Informationen über die Zielerreichung des KWKG und zukünftige Handlungsfelder zur Verbesserung der Förderung zu ermitteln. Sie soll darüber Auskunft geben, ob die Förderung durch das KWKG effektiv und effizient die Erreichung der gesetzten Ziele ermöglicht. Die Ergebnisse der Evaluierung ermöglichen es, das Fördersystem perspektivisch zu optimieren.

Eine Evaluierung bedeutet größere Transparenz hinsichtlich der direkten und indirekten Ergebnisse der Förderung. Es lassen sich Aussagen über die Effektivität sowie die Angemessenheit und Geeignetheit des Fördersystems treffen.

Der vorliegende Bericht basiert zu großen Teilen auf dem KWKG-Monitoringbericht, der am 20.08.2019 veröffentlicht worden ist (Prognos AG et al. 2019). Dieser entspricht dem Evaluierungsauftrag entsprechend §34 des KWKG 2017. Diese mit jenem Bericht erfolgte Zwischenüberprüfung des KWKG erfolgte unter Mitwirkung von Verbänden der deutschen Wirtschaft und Energiewirtschaft und unter Berücksichtigung bereits eingetretener und sich abzeichnender Entwicklungen bei der KWK-Stromerzeugung. Der hier vorliegende Bericht beschäftigt sich mit der Anwendbarkeit der theoretischen Evaluierungsmethoden (s. Abschnitt 4) und ergänzt den veröffentlichten Bericht durch die Adressierung von Evaluierungsfragen (s. Abschnitt 5). Zur Beantwortung der Fragen wurden weitgehend die Ergebnisse aus dem veröffentlichten Bericht verwendet.

Am 3. Juli 2020 wurde das „Gesetz zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung und zur Änderung weiterer Gesetze“ (Kohleausstiegsgesetz) beschlossen, welches im Artikel 7 eine erneute Novelle des KWKG enthält. Das KWKG 2020 trat am 14. August 2020 in Kraft.

Der vorliegende Bericht hat die Änderungen durch das KWKG 2017 zum Gegenstand. Dennoch werden an einigen Stellen auch die Änderungen durch das KWKG 2020 dargestellt, um die aktuelle Entwicklung nicht außen vor zu lassen. Die jeweiligen Stellen sind kenntlich gemacht.

2. Zielsetzung des KWKG

Das KWKG 2017 formulierte das Ziel des Gesetzes in § 1 Abs. 1 wie folgt: „Dieses Gesetz dient der Erhöhung der Nettostromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen auf 110 Terrawattstunden bis zum Jahr 2020 sowie auf 120 Terrawattstunden bis zum Jahr 2025 im Interesse der

¹ https://ec.europa.eu/germany/news/kommission-genehmigt-deutsche-f%C3%B6rderung-f%C3%BCr-strom-aus-kraft-w%C3%A4rme-kopplung-und-pr%C3%BCft_de

Energieeinsparung sowie des Umwelt- und Klimaschutz.“ Diese Zielsetzungen wurden im KWKG-Gesetz 2020 in identischer Art und Weise übernommen.

Das direkte Ziel des KWKG ist also die Erhöhung des Anteils der KWK an der Stromerzeugung. In der Konsequenz führt dies durch die Steigerung der Primärenergieeffizienz zu einem geringeren Ressourcenverbrauch sowie zu mehr Klimaschutz, insbesondere einer Reduktion von CO₂-Emissionen in der Stromerzeugung. Dies sind die indirekten Ziele des KWKG. Damit leistet das KWKG einen Beitrag zur Erreichung der energiepolitischen Ziele der Bundesrepublik Deutschland.

Bei der heutigen Marktsituation ist davon auszugehen, dass bei einer Verfolgung des Primärziels das Sekundärziel automatisch miterfüllt wird. Dies gilt in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des deutschen Strommixes nicht in jeder einzelnen Betriebsstunde, aber in der relevanten Jahresbilanz.

3. Darstellung der verschiedenen Fördervarianten des KWKG

Der KWK-Anlagenpark weist unterschiedliche Facetten auf. Er unterscheidet sich nicht nur in den angewendeten Technologien und den auskoppelbaren Temperaturniveaus der bereitgestellten Wärme, sondern auch in den Geschäftsmodellen, für welche die KWK attraktiv ist. Die typischen drei Anwendungsfelder der KWK sind die KWK in der Öffentlichen Versorgung, die Industrie-KWK und die Objekt-KWK.

Auf Grund dieser Diversität ist auch das Fördersystem des KWKG sehr breit. Die Komplexität des Fördersystems wird in diesem Kapitel kurz erläutert, indem die verschiedenen Förderfälle vorgestellt werden.

3.1. KWK-Anlagen: Neubau, Modernisierung, Nachrüstung, nach verschiedenen Größenklassen, differenziert nach Einspeisung in ein Netz der allgemeinen Versorgung / Eigenversorgung

Neue, modernisierte oder nachgerüstete Anlagen, die die Voraussetzungen nach §6 KWKG einhalten, erhalten eine fixe Prämie als Zuschlag auf den erzeugten KWK-Strom. Der Zuschlag wird für 60.000 Vollbenutzungsstunden gezahlt für neue Anlagen bis 50 kWel und für 30.000 Vollbenutzungsstunden für größere Anlagen (s. KWKG §8(1)).

Für modernisierte und nachgerüstete Anlagen galten nach dem KWKG 2017 geringere Förderdauern (s. KWKG §8(2+3))

Die Höhe des Zuschlags wird in §7 des KWKG 2017 geregelt, er wird auf den produzierten KWK-Strom gezahlt. Tabelle 3-1 zeigt die nach Größenklasse gestaffelten Zuschlagssätze sowie die sich daraus ergebenden mittleren Fördersätze pro kWh für Anlagen, die in ein Netz der allgemeinen Versorgung einspeisen.

Tabelle 3-1: KWKG-Förderung nach §7 (1) für neue, modernisierte oder nachgerüstete Anlagen (in ct/kWh)

	Leistung in kW _{el}	Leistungsanteile in kW					Mittel in ct/kWh			
		bis 50	50-100	100-250	250-2000	> 2000				
Nur bei Netzeinspeisung	Mikro-KWK	5	8,00					8,00	ETS-Zuschlag von 0,3 ct/kWh § 7 (5) enthalten	
	Mini-KWK	50	8,00					8,00		
	bis 100 kW	100	8,00	6,00				7,00		
	bis 250 kW	250	8,00	6,00	5,00			5,80		
	bis 500 kW	500	8,00	6,00	5,00	4,40		5,10		
	250 kW-2 MW	1000	8,00	6,00	5,00	4,40		4,75		
	Segment	1.000-50.000	Ausschreibung							
	KWK-Anlagen mit mehr als 50 MW, die bis 31.12.2025 in Dauerbetrieb genommen werden	2.000	8,00	6,00	5,00	4,40		4,58		
		5.000	8,00	6,00	5,00	4,40	3,10	3,69		
		10.000	8,00	6,00	5,00	4,40	3,10	3,70		
50.000		8,00	6,00	5,00	4,40	3,10	3,46			
67.000		8,00	6,00	5,00	4,40	3,10	3,44			
	400.000	8,00	6,00	5,00	4,40	3,10	3,41			
	800.000	8,00	6,00	5,00	4,40	3,10	3,40			
ggf. zusätzlich Kohle-Ersatzbonus von 0,6 ct/kWh										

Quelle: KWKG 2017

KWK-Strom, der nicht in ein Netz der allgemeinen Versorgung eingespeist wird (s. KWKG §6(9)) erhält seit dem KWKG 2016 geringere oder keine Zuschüsse (s. KWKG §7(3)).

Wie in Tabelle 3-1 dargestellt, erfolgt ein zusätzlicher Zuschlag von 0,6 ct/kWh für den KWK-Leistungsanteil, der die elektrische KWK-Leistung einer bestehenden KWK-Anlage ersetzt, die Strom auf Basis von Stein- oder Braunkohle gewinnt (s. KWK §7(2)). Außerdem gibt es einen Zuschlag für KWK-Anlagen, die dem EU-ETS unterliegen von 0,3 ct/kWh (s. KWKG §7(5)).

Neuregelungen im KWKG 2020

Am 14. August 2020 trat das neue KWK-Gesetz als Artikel 7 des Kohleausstiegsgesetzes in Kraft. Die Geltungsdauer der Förderung wurde im KWKG 2020 bis zum 31. Dezember 2029 erweitert. Jedoch enthält das neue KWK-Gesetz einen Evaluierungsvorbehalt für Anlagen bis 50 MW. Kommt diese Evaluierung zu dem Ergebnis, dass kleine Anlagen nicht zu den Zielen des Gesetzes beitragen, so kann der Bundestag auf Vorschlag der Bundesregierung Anpassungen vornehmen. Das KWK-Ausbauziel beträgt weiterhin 120 TWh KWK-Strom im Jahre 2025.

Neu geregelt wurde die Inanspruchnahme von KWK-Zuschlag und EEG-Umlageprivilegien bei Stromlieferung über das Netz der allgemeinen Versorgung. Der Zuschlag für KWK-Strom, der in das Netz der allgemeinen Versorgung eingespeist wird, entfällt, wenn die KWK-Anlage gemäß den § 61e bis § 61g des EEG 2017 eine besonders geminderte EEG-Umlage bei Eigenversorgung entrichten muss.

Grundsätzlich bleibt das Kumulierungsverbot der KWKG-Förderung mit Investitionszuschüssen auch im KWKG 2020 bestehen. Neben den bereits bestehenden Ausnahmen für Mini-KWK-Anlagen bis 20 kW dürfen Komponenten einer KWK-Anlage oder eines iKWK-Systems nach der Richtlinie zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (MAP) oder der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) gefördert werden. In diesen Fällen erfolgt eine Anrechnung der Investitionsförderung an der KWKG-Förderung - ähnlich wie bei der Anrechnung von Investitionsbeihilfen bei der vollständigen Energiesteuer-Entlastung (EnergieStG). Es ist dadurch sichergestellt, dass dieselbe Komponente nicht zweimal gefördert werden kann.

Die KWK-Förderung wird gemäß KWKG 2020 zukünftig auf 3.500 Vollbenutzungsstunden (VBh) pro Kalenderjahr begrenzt. Damit gilt diese Regelung, die seit 2017 bereits für KWK-Anlagen in der Ausschreibung (>1 MW bis 50 MW) existierte, nun auch für KWK-Anlagen mit festen Fördersätzen (bis 1 MW und > 50 MW).

Weil diese Regelung für alle KWK-Anlagen mit Inbetriebnahme nach dem 31.12.2019 gilt, wurde eine Übergangsregelung im neuen KWKG implementiert. Ab 2021 erfolgt eine gleitende Absenkung der maximal förderfähigen Stunden. Die Begrenzung im Jahre 2021/2022 beträgt jeweils 5.000 Stunden und für die Jahre 2023/2024 jeweils 4.000 Stunden. Ab dem Kalenderjahr 2025 erhalten Betreiber von KWK-Anlagen, die dem Förderregime des KWKG 2020 unterliegen, nur noch für maximal 3.500 VBh Zuschläge.

Im Zuge der jährlichen Förderbeschränkung wurde für KWK-Anlagen der Förderzeitraum von bisher 60.000 auf 30.000 VBh halbiert. Dies war notwendig, da sonst der Förderzeitraum deutlich über der technischen Lebensdauer dieser Anlagen gelegen hätte.

Im Gegenzug hat sich der Zuschlagssatz für diese Anlagen-Klasse verdoppelt. Alle KWK-Anlagen bis 50 kW, die nach dem 31.12.2019 in Betrieb genommen wurden, erhalten nun für den nicht eingespeisten Strom 8 Cent/kWh sowie bei Netzeinspeisung 16 ct/kWh. Bei der anteiligen Berechnung der spezifischen Fördersätze größerer KWK-Anlagen gelten aber weiterhin die bisherigen Fördersätze (KWKG 2017).

Das KWKG 2020 sieht Zuschläge zusätzlich zur Grundförderung vor, die in den Paragraphen 7a bis 7d geregelt werden.

Durch den Bonus für innovative erneuerbare Wärme (§7 a) soll eine stärkere Einbeziehung erneuerbarer Wärme in KWK-Systemen außerhalb der iKWK-Ausschreibung erreicht werden. Die Höhe des zusätzlich zur KWK-Zuschlagszahlung gewährten Bonus ist abhängig vom Anteil innovativer erneuerbarer Wärme und reicht von 0,4 Cent/kWh KWK-Strom bei einem 5%-igen bis hin zu 7 Cent/kWh bei einem 50%-igen Anteil an der Referenzwärme. Der Bonus gilt nur für KWK-Anlagen im Leistungsbereich über 1 MWel.

Der neue Bonus für elektrische Wärmeerzeuger (§7 b) soll die Installation fabrikneuer elektrischer Wärmeerzeuger fördern, die mindestens 80 % der installierten KWK-Wärmeleistung elektrisch erzeugen können. Somit soll eine Möglichkeit zur Entlastung des Stromnetzes in den Zeiten angereizt werden, in denen ein Stromüberangebot bei gleichzeitigem Wärmebedarf besteht. Die Bonushöhe beträgt 70 Euro/kW thermischer Leistung des elektrischen Wärmeerzeugers. Jedoch muss sich der Anlagenstandort außerhalb der „Südregion“ befinden und über 1 MWel groß sein.

Neu geschaffen wurde der Südbonus (§7 d). Dieser kann für KWK-Anlagen in der „Südregion“ gewährt werden, wenn der Baubeginn des Vorhabens nach dem 31.12.2019 und vor dem 31.12.2026 erfolgt und die Anlage in der Lage ist, auch in Zeiten ohne Nutzwärmebedarf in voller Höhe der elektrischen Wirkleistung Strom zu erzeugen. Der Bonus soll in diesen Fällen als

Einmalzahlung in Höhe von 60,- Euro je Kilowatt gewährt werden. Wird er in Anspruch genommen, beschränkt sich der jährliche KWK-Zuschlag auf maximal 2.500 Vollbenutzungsstunden und die Anlage muss ihren Strom vollständig in das öffentliche Netz einspeisen.

Der Kohleersatzbonus (§7 c) wird von einem arbeitsbezogenen Zuschlag auf eine leistungsbezogene Einmalzahlung umgestellt. Betreiber von neuen KWK-Anlagen erhalten einen zusätzlichen Bonus, wenn die KWK-Anlage eine bestehende Stein- oder Braunkohle-KWK-Anlage ersetzt, die nach dem 31.12.1974 erstmals in Betrieb genommen wurde. Die Bonus-Höhe ist abhängig von der Inbetriebnahme der zu ersetzenden KWK-Anlage und dem Zeitpunkt der Ersetzung. Die Höhe des Kohleersatzbonus beträgt 5 Euro bis 390 Euro je ersetztem kW.

Für Zeiträume, in denen der Stundenkontrakt am Spotmarkt der Strombörse negativ oder null sind, entfällt der Anspruch auf Zahlung von Zuschlägen. Ausgenommen von dieser Regelung und der Meldepflicht sind nach dem KWKG 2020 nun KWK-Anlagen bis 50 kW. Dieser Liberalisierung im kleinen Leistungsbereich steht einer Regel-Verschärfung im Leistungsbereich über 50 kW gegenüber.

Im Gegensatz zur bisherigen Regelung (KWKG 2017) bei Null- und Negativwerten wird gemäß KWKG 2020 bei neuen KWK-Anlagen über 50 kW die Stromerzeugung in diesen Zeiten von den gewährten Vollbenutzungsstunden immer abgezogen. Von der Neuregelung betroffen sind nur Anlagen mit Aufnahme des Dauerbetriebs ab dem 14. August 2020. Für Bestandsanlagen gelten die bisherigen Regelungen weiter.

3.2. Bestandsanlagenförderung

Mit dem KWKG 2016 wurde eine Förderung von KWK-Bestandsanlagen der allgemeinen Versorgung eingeführt, da diese akut von Stilllegungen bedroht waren. Die Förderung war auf die Jahre 2016-2019 begrenzt und wurde evaluiert und angepasst. KWK-Strom aus Anlagen mit mehr als 2 MW_{el} erhielt einen Zuschlag, wenn die Anlage Strom- und Wärme an Dritte liefert, also nicht als Eigenerzeugungsanlage zur Eigenversorgung dimensioniert wurde. Außerdem muss sie den Nachweis der Hocheffizienz erbringen, auf Basis gasförmiger Brennstoffe betrieben werden und nicht mehr durch das EEG oder KWKG gefördert werden (s. KWKG §13).

Unter diesen Voraussetzungen erhalten KWK- Bestandsanlagen in den Jahren 2016 bis 2018 einen Zuschlag von 1,5 ct/kWh. Mit dem Energiesammelgesetz 2018 wurde der ab dem Jahr 2019 für Anlagen über 50 MW_{el} nach Größenklasse gestuft reduziert und bei 300 MW_{el} gedeckelt.

Der Zuschlag wird für 16.000 Vollbenutzungsstunden gezahlt, wobei sich mit jedem abgelaufenen Kalenderjahr die Dauer des Zuschlags um 4.000 Stunden reduziert.

3.3. Wärme- und Kältenetze

Die Förderung erfolgt als Investitionskostenzuschüsse für Wärme- und Kältenetze (s. KWKG §18+19). Wärme- und Kältenetze verbessern die Flexibilität der Anlagen bzw. erschließen die für die KWK notwendigen Wärmesenken. Der Anschluss von KWK-Anlagen an Wärme- und Kältenetze wird als ein zentrales Element der langfristigen Entwicklung des Energiesystems angesehen. Die Wärme- und Kältenetze erlauben eine schrittweise Umstellung auf die Nutzung

erneuerbarer Energien, ihr Erhalt und Ausbau ist damit eine Grundvoraussetzung für die Zielstellung eines Umbaus hin zu einem klimaneutralen Energiesystem.

Der Neu- und Ausbau von Wärmenetzen wird nach dem KWKG gefördert, wenn die Versorgung der Abnehmenden, die an das Wärmenetz angeschlossen sind, mindestens zu 75% mit Wärme aus KWK-Anlagen erfolgt oder mindestens zu 50% mit einer Kombination aus Wärme aus KWK-Anlage, Wärme aus erneuerbaren Energien oder industrieller Abwärme erfolgt.

Die Förderung für Wärme- und Kältenetze beträgt

1. für neu verlegte Wärmeleitungen mit einem mittleren Nenndurchmesser von bis zu 100 Millimetern 100 Euro je laufenden Meter der neu verlegten Wärmeleitung, höchstens aber 40 Prozent der ansatzfähigen Investitionskosten,
2. für neu verlegte Wärmeleitungen mit einem mittleren Nenndurchmesser von mehr als 100 Millimetern 30 Prozent der ansatzfähigen Investitionskosten des Neu- oder Ausbaus.

Neuregelungen im KWKG 2020

Der Zuschlag für neu errichtete oder ausgebaute Wärme- und Kältenetze, die seit dem 1.1.2020 in Betrieb genommen wurden, hat sich im KWKG 2020 verändert. Werden die Netze zu mindestens 75 % mit KWK-Wärme oder zu mindestens 75 % mit einer Kombination aus KWK-Wärme, erneuerbaren Wärme und Abwärme versorgt, erhöht sich die Förderung unabhängig von dem mittleren Nenndurchmesser der Leitungen auf 40 % der ansatzfähigen Investitionskosten. Alternativ können neue oder ausgebaute Wärmenetze, die bis zum 31.12.2022 in Betrieb gehen und nur zu mindestens 50 % mit einer Kombination aus KWK-Wärme, erneuerbaren Wärme und Abwärme, die ohne zusätzlichen Brennstoffeinsatz bereitgestellt wird, versorgt werden, eine Förderung in Höhe von 30 % der ansatzfähigen Investitionskosten erhalten. Der KWK-Mindestanteil wurde in den jeweiligen Fällen der Kombination mit erneuerbarer Wärme oder Abwärme auf 10 Prozent reduziert.

3.4. Wärme- und Kältespeicher

Die Förderung erfolgt als Investitionskostenzuschüsse für Wärme- und Kältespeicher (s. KWKG §22+23). Wärme- und Kältespeicher verbessern die Flexibilität der Anlagen. Wärmespeicher werden gefördert, wenn die Wärme des Speichers überwiegend aus KWK-Anlagen stammt, die an das Netz der allgemeinen Versorgung angeschlossen sind und die in dieses Netz einspeisen können. Außerdem müssen die Wärmeverluste weniger als 15 Watt je Quadratmeter Behälteroberfläche betragen. Industrielle Abwärme, die ohne zusätzlichen Brennstoffeinsatz bereitgestellt wird, sowie Wärme aus erneuerbaren Energien sind der KWK-Wärme gleichgestellt, solange der Anteil der Wärme aus KWK-Anlagen 25% der eingespeisten Wärmemenge nicht unterschreitet.

Der Zuschlag beträgt 250 Euro je Kubikmeter Wasseräquivalent des Wärmespeichervolumens. Bei Speichern mit einem Volumen von mehr als 50 Kubikmetern Wasseräquivalenten beträgt der Zuschlag höchstens 30 % der ansatzfähigen Investitionskosten. Der Zuschlag für Wärmespeicher darf insgesamt 10 Millionen Euro je Projekt nicht überschreiten.

Neuregelungen im KWKG 2020

Im KWKG 2020 erfolgte eine geringfügige Anpassung der Förderung von Wärme- und Kältespeichern. Zukünftig ist die Wärme aus innovativen KWK-Systemen sowie aus strombasierten Wärmeerzeugern der KWK-Wärme gleichgestellt. Bei der Förderung von Wärme-/Kältenetzen sowie der unveränderten Förderung von Wärme-/Kältespeichern wurde der Förderzeitraum im KWKG 2020 auf den 31.12.2029 ausgedehnt.

3.5. Deckelung der Zuschlagszahlungen

Die Summe der Zuschlagzahlungen für KWK-Strom aus neuen und bestehenden KWK-Anlagen nach den §§ 6 bis 13 und 35 und für Wärme- und Kältenetze sowie für Wärme- und Kältespeicher nach den §§ 18 bis 25 und 35 darf einen Betrag von 1,5 Milliarden Euro je Kalenderjahr nicht überschreiten. Die Summe der Zuschlagzahlungen für Wärme- und Kältenetze sowie Wärme- und Kältespeicher nach den §§ 18 bis 25 darf 150 Millionen Euro je Kalenderjahr nicht überschreiten, es sei denn, die Einhaltung der Summe nach Absatz 1 kann unter Berücksichtigung der gemeldeten Prognosedaten für Zuschlagzahlungen für KWK-Strom und einer höheren Summe für Wärme- und Kältenetze sowie Wärme- und Kältespeicher insgesamt gewährleistet werden (s. KWKG §29).

Neuregelungen im KWKG 2020

Mit der Novelle des KWKG im Jahr 2020 wird die Begrenzung des jährlichen Fördervolumens von 1,5 Milliarden Euro auf 1,8 Milliarden Euro angehoben. Dies hat seine Ursache in der Umstellung der arbeitsbezogenen auf eine einmalige leistungsbezogene Förderung des Kohleersatzbonus. Außerdem wurden die neuen Boni bei der Berechnung der Maximalförderung berücksichtigt.

Nach der letzten KWKG-Jahresendabrechnung der Übertragungsnetzbetreiber betragen die Zuschlagszahlen 977 Mio. Euro für das Jahr 2018².

² <https://www.netztransparenz.de/KWKG/Jahresabrechnungen>

3.6. Wirkungskette für das KWKG

Um den Wirkmechanismus des KWKG (Stand 2017) und dessen Folgen besser überblicken zu können, wird in der nachfolgenden Tabelle 3-2 die Wirkungskette des KWKG vom Input bis zum Impact aufgeschlüsselt. Die Details zu den Fördervarianten können in den vorangegangenen Kapiteln nachgelesen werden, Details zu den Outcomes und Wirkungen finden sich in Kapitel 5.

Tabelle 3-2: Wirkungskette für das KWKG

Wirkungskette:	Input	Spezifizierung der Intervention(en)	Output/Produkt	Outcome/Ergebnis	Impact/Wirkung
Beschreibung der Wirkungskette:	KWKG-Förderung in Höhe von maximal 1,5 Milliarden Euro je Kalenderjahr Investitionen in den Bau, die Modernisierung oder die Nachrüstung von KWK-Anlagen (Eigenmittel)	KWKG-Zuschlag für neue, modernisierte oder nachgerüstete Anlagen auf den erzeugten KWK-Strom (inkl. ggf. Kohle-Ersatzbonus) Zuschlag für KWK-Strom aus Bestandsanlagen in den Jahren 2016-2019 Investitionskostenzuschüsse für Wärme- und Kältenetze (Neu- und Ausbau) Investitionskostenzuschüsse für Wärme- und Kältespeicher	X kWh bezuschlagter KWK-Strom X Euro Investitionskostenzuschüsse Ausgelöste Investitionen	Gekoppelte und damit effizientere Produktion von Strom und Wärme (erhöhte Energieeffizienz) Neubau, Modernisierung und Nachrüstung von KWK-Anlagen, die systemdienlich betrieben werden können Erhöhung der potenziell regelbaren Erzeugungskapazität Neu- und Ausbau von Wärme- und Kältenetzen sowie Wärme- und Kältespeichern	Direkte Wirkungen: Investitionsanreiz für gekoppelte Erzeugung Brennstoffverbrauch zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme in KWK-Anlagen THG-Emissionen der Strom- und Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen Reduktion des Strombezugs aus dem Kraftwerkspark, vermiedene Strombezugskosten Erlöse aus dem erzeugten Strom / der erzeugten Wärme Ersatz eines alten Kraftwerks, ggf. einhergehend mit einem Brennstoffwechsel Wärme-/ Kälteversorgung von Gebäuden / angrenzenden Prozesse über Wärme-/ Kältenetze Erlöse aus verkaufter Wärme/ Kälte Flexibilisierung des Betriebs durch Wärme- und Kältespeicher Indirekte Wirkungen: Primärenergieeinsparung durch gekoppelte Erzeugung

Vergrößerter Radius zur Objekt- und Industrie-Versorgung mit KWK-Wärme durch Wärmenetzausbau
Emissionsminderung im Kraftwerkspark (nur wenn weniger Strom produziert und die nicht genutzte Menge nicht exportiert wird)
THG-Emissionsminderung
Reduktion der Fernwärmeerzeugungskosten
Durch gekoppelte Erzeugung geschwächter Anreiz zur Reaktion auf den Strompreis
Beschäftigungseffekte durch Bau, Installation und Wartung der KWK-Anlagen

Quelle: Eigene Darstellung

4. Evaluierungsmethoden

Der vorliegende Bericht knüpft an die Evaluierungen des KWKG in den Jahren 2014, 2011 und 2005 sowie den aktuellen KWKG-Evaluierungsbericht 2019 (Prognos AG et al. 2019) an. In allen diesen Berichten wurde die Evaluierungspraxis regelmäßig um weitere Aspekte bereichert. Mit dem vorliegenden Bericht soll methodisch ein weiterer Schritt zur Erweiterung der Evaluierung unternommen werden.

Nach den Empfehlungen der Europäischen Kommission sollten zur Evaluierung möglichst kontrafaktische Methoden mit Kontrollgruppen zur Messung der direkten und indirekten Auswirkungen des KWKG angewendet werden, wobei das Dokument SWD(2014)179 zur gemeinsamen Methodik für die Evaluierung staatlicher Beihilfen als Grundlage dienen kann. Im Folgenden wird die Möglichkeit der Anwendung kontrafaktischer Methoden diskutiert, anschließend wird die Methodik der Wirtschaftlichkeitsberechnung erläutert sowie weitere Methoden, die zur Beantwortung der Evaluierungsfragen zur Anwendung kommen.

4.1. Möglichkeit der Anwendung kontrafaktischer Methoden

Kontrafaktische Methoden zur Ermittlung der Wirkung von Förderungen basieren auf der Betrachtung von Kontrollgruppen, die unter möglichst ähnlichen Voraussetzungen im Gegensatz zur geförderten Betrachtungsmenge keine Förderung erhalten haben. In Abschnitt 4.1.1 werden die im Guideline Dokument der Europäischen Kommission grundsätzlich vorgeschlagenen Methoden kurz vorgestellt.

Seit dem KWKG 2009 bis zur Einführung der KWKG-Novelle 2016 kamen nahezu alle Haushalte, öffentliche Einrichtungen und Unternehmen für eine Förderung in Betracht. Erst seit dieser Novelle gibt es einige Anlagen, die keine Förderung mehr durch das KWKG erhalten. Für das gesamte Fördersystem kann damit aus methodischen Gründen keine Kontrollgruppe gebildet werden.

Für einzelne Komponenten der Förderung könnten seit der Novelle 2016 theoretisch Kontrollgruppen gefunden werden, diese sind in Abschnitt 4.1.2 dargestellt. Die quantitative Erfassung dieser Kontrollgruppen ist jedoch aus verschiedenen Gründen stark begrenzt. Damit ist auch die Möglichkeit der Anwendung kontrafaktischer Methoden stark eingeschränkt. Um dennoch dieser Möglichkeit nachzugehen bzw. um Methoden für zukünftige entsprechende Betrachtungen zu entwickeln, werden die Datenverfügbarkeiten in Abschnitt 4.1.3 genauer betrachtet.

Wegen der begrenzten Verfügbarkeit realer Kontrollgruppen wird die Evaluierung schließlich auf der Auswertung vorhandener Daten und Betrachtung theoretisch hergeleiteter, kontrafaktischer Entwicklungen basieren.

4.1.1. Betrachtung der Methoden nach SWD(2014)179

In der gemeinsamen Methodik für die Evaluierung staatlicher Beihilfen (Dokument SWD(2014)179) sind folgende Methoden genannt:

- Randomisierte Experimente
- Quasi-experimentelle Methoden
 - Das Difference-in-Difference-Verfahren
 - Instrumentvariablen

- Regressions-Diskontinuitäts-Analyse
- Strukturelle Schätzung

Der große Mehrwert der Nutzung der oben genannten Methoden und der Anwendung kontrafaktischer Methoden liegt auf der Hand. Um diese zu nutzen, müssen jedoch entsprechende Kontrollgruppen und ausreichende Daten zu diesen Kontrollgruppen vorliegen. Beide Verfügbarkeiten werden in den folgenden Abschnitten diskutiert.

Es zeigt sich, dass die Anwendung der Methoden im Fall der Förderung durch das KWKG wegen der umfassenden Förderung der KWK-Stromerzeugung und auf Grund der Datenverfügbarkeit nur sehr eingeschränkt möglich ist.

4.1.2. Theoretisch umsetzbaren kontrafaktischen Methoden

Bestandsanlagenförderung

Die Bestandsanlagenförderung in den Jahren 2016-2019 würde sich für die Nutzung kontrafaktischer Methoden anbieten, da die Förderung hier auf große, nicht mehr durch das KWKG geförderte Anlagen beschränkt ist. In der Evaluierung sollte daher auch hier geprüft werden, ob bei der Bestandsanlagenförderung kontrafaktische Methoden (bspw. die Difference-in-Difference Methode) zur Bestimmung kausaler Zusammenhänge zwischen der Förderung und den Vollbenutzungsstunden verwendet werden können. Als Kontrollgruppe könnten KWK-Anlagen, die sich noch in der regulären Förderung befinden und von der Bestandsanlagenförderung ausgeschlossen sind, dienen. Als weitere Kontrollgruppe könnten Anlagen, die aufgrund einer installierten Leistung von weniger als 2 MW keine Bestandsanlagenförderung erhalten, herangezogen werden. Anlagen beider Kontrollgruppen unterliegen im Allgemeinen ähnlichen Änderungen im energiewirtschaftlichen Umfeld (Brennstoff- und CO₂-Preise, Strommarktpreise, Erzeugung der erneuerbaren Energien, Wärmebedarf durch Witterung etc.).

Allerdings kann die Methode wegen mangelnder Datenverfügbarkeit nicht bzw. nur begrenzt angewendet werden, da insbesondere für vorher nicht geförderte Anlagen keine Daten zu den Vollbenutzungsstunden etc. beim BAFA vorliegen.

Eigenversorgung

Gemäß dem Förderregime des KWKG 2009 bzw. KWKG 2012 kam jeglicher KWK-Strom für eine KWK-Zuschlagszahlung in Betracht – unabhängig davon, wo oder von wem der KWK-Strom verwendet wurde. Nur Anlagen, deren Erzeugung bestehende KWK-Fernwärmeversorgung verdrängen würde, sind ohne Förderung in Betrieb gegangen (KWKG §6(1)4).

Mit der Novelle des KWKG im Jahr 2016 ergibt sich ein dahingegen ein verändertes Bild, weil seitdem für KWK-Strom, der **nicht** in ein Netz der allgemeinen Versorgung eingespeist wird, nur unter bestimmten Voraussetzungen Zuschläge gezahlt werden (vgl. KWKG §6(3)). Damit dieser Strom eine KWKG-Förderung erhält, muss er aus folgenden Anlagen kommen:

- KWK-Anlagen mit einer elektrischen KWK-Leistung von bis zu 100 kW oder
- KWK-Anlagen, die Strom an Letztverbraucher in einer Kundenanlage oder in einem geschlossenen Verteilnetz liefern, soweit für diesen KWK-Strom die volle EEG-Umlage entrichtet wird oder

- KWK-Anlagen, die in stromkostenintensiven Unternehmen eingesetzt werden und deren KWK-Strom von diesen Unternehmen selbst verbraucht wird, oder
- KWK-Anlagen, deren Betreiber ein Unternehmen ist, das nach einer Branche nach Anlage 4 des EEG zuzuordnen ist, sobald eine Verordnung nach §33 Absatz 2 Nummer 1 erlassen wurde (noch nicht erfolgt).

Für diesen „eigenerzeugten“ Strom gelten besondere Fördersätze nach KWKG §7(3), die gegenüber der Zuschlagssätze bei Stromeinspeisung ins Netz der allgemeinen Versorgung geringer ausfallen.

Strom aus Anlagen größer 100 kW, der nicht unter die anderen genannten Kriterien fällt, erhält also im Prinzip seit dem KWKG 2016 keine Förderung mehr. Allerdings ermöglichten die Übergangsbestimmungen des KWKG 2017 §35 den KWK-Anlagenbetreiber unter bestimmten Bedingungen bei einer Dauerbetriebnahme bis Ende 2017 die KWK-Anlagen nach den Förderbestimmungen des KWKG 2012 abzurechnen. Aufgrund dieser Übergangsregelung gingen erst ab dem Jahr 2018 ggf. Anlagen in Betrieb, die keine KWKG-Förderung in Anspruch nehmen konnten und deren Wirtschaftlichkeit allein auf dem eigenerzeugten Strom beruht. In Anbetracht der Vorzugseffekte durch Auslaufen der Förderung wird in den ersten Jahren nach Auslaufen der Förderung keine große Investitionsaktivität zu erwarten sein. Eine relevante Kontrollgruppe wird sich deshalb auch bei bester Datenverfügbarkeit noch nicht eingestellt haben.

Erfolgreiche Angebote bei den Auktionen

Seit Dezember 2017 werden Auktionen für das Segment der Anlagen 1 bis 50 MWel durchgeführt. Anbieter, die für ihre Projekte keinen Zuschlag erhalten haben, können entweder bei anschließenden Auktionen erneut anbieten oder die KWK-Anlagen – ggf. in modifizierter Art und Weise - ohne diese Zuschläge realisieren. Die letztere Möglichkeit ergäbe eine neue mögliche Kontrollgruppe für ungeforderte KWK-Anlagen. Allerdings ist eine Veröffentlichung nicht bezuschlagter Bieter nach der KWKAusV nicht vorgesehen. Derzeit müsste für eine solche Untersuchung deren ausdrückliches Einverständnis eingeholt werden.

Speicher und Netze

Mit dem KWKG 2016 wurden die Förderhöchstgrenzen für Netze und Speicher angehoben. Das könnte zur Realisierung größerer Projekte geführt und damit einen positiven Effekt auf die Flexibilität der KWK-Anlagen bewirkt haben. Hier könnte man sich die Projekte vor und nach der KWKG-Novelle anschauen. Da zu Speichern und Netzen die BAFA-Daten jedoch erst stark zeitverzögert vorliegen und die Daten der Jahre 2018 und 2019 noch unvollständig sind, kann diese Analyse derzeit noch nicht abschließend durchgeführt werden - siehe hierzu auch Kapitel 5.2.5 und 5.2.7.

4.1.3. Datenverfügbarkeit

Die Datenverfügbarkeit begrenzt die Möglichkeit kontrafaktischer Analysen.

Nur für die über das KWKG geförderten Anlagen sowie Netze und Speicher aus der Antragsstellung liegen Daten zur Auswertung beim BAFA vor. Die Identifikation von neuen Eigenverbrauchsanlagen, die nicht mehr von einer Förderung durch das KWKG profitieren, und generell von KWK-Anlagen, die nicht (mehr) unter die KWKG-Förderung fallen, ist jedoch schwierig. Über diese Anlagen sind keine Daten beim BAFA verfügbar. So ist es auch nicht möglich, Daten einer Anlage von vor oder

nach der Förderung mit denen während der Förderung zu vergleichen, da keine Daten von vor der Förderung vorliegen.

Die öffentliche Statistik (allgemeine energiewirtschaftliche Statistik) stellt für die Evaluierung eingeschränkt Daten in der Statistik der Anlagen der allgemeinen Versorgung sowie zu Stromerzeugungsanlagen im verarbeitenden Gewerbe zur Verfügung. Die Daten werden aber bspw. nur ab einer Anlagengröße > 1 MW umfassend erhoben und die Daten sind ausschließlich auf hoch aggregierter Ebene verfügbar. Darüber hinaus werden geförderte und nicht geförderte Anlagen bei diesen Daten nicht separat ausgewiesen. Allein die gesamte Stromerzeugung von KWK-Anlagen kann mit der geförderten Stromerzeugung verglichen werden.

Das Marktstammdatenregister ist im Januar 2019 in Betrieb gegangen und wird u.a. Daten über installierte KWK-Anlagen liefern. Das Register befindet sich jedoch noch im Aufbau, so dass Anlagen mit Inbetriebnahmedatum vor Februar 2019 erst ab Februar 2021 (Ende des Übergangszeitraums) verfügbar sein werden. Wie umfassend und vollständig dann die Daten insbesondere der Bestandsanlagen sind, muss man abwarten. Auf jeden Fall sind die Daten für KWK-Anlagen, die vor Februar 2019 in Betrieb gegangen sind, derzeit unvollständig. Für das Jahr 2019 müssten zumindest alle KWK-Anlagen enthalten sein, die ab Februar 2019 in Betrieb gegangen sind. Ein Abgleich mit anderen Datenquellen wie den KWK-Jahresmeldungen BAFA ist somit zwar nicht vollständig aber weitgehend möglich. Erst in kommenden Jahren ist das Register - bei entsprechender Melde-Disziplin der Betreiber - so vollständig, dass es für einige Fragestellungen einer Evaluierung Antwort liefern könnte.

Informationen zu jährlichen Erzeugungsmengen auf Anlagenebene von nicht geförderten Anlagen oder in geeigneten Aggregationen sind derzeit nicht verfügbar.

Ebenso fehlt die Möglichkeit die Entwicklung von Anlagenstandorten zu verfolgen, die bei Auktionen nicht erfolgreich waren.

Darüber hinaus begrenzen die teilweise langen Realisationszeiten der Investitionen die Möglichkeiten statistischer Methoden, da zwischen dem Zeitpunkt der Förderzusage eines Ausschreibungszuschlags und der Inbetriebnahme einer Anlage teils Jahre vergehen.

4.2. Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Ein zentraler Punkt der Evaluierung sind die Wirtschaftlichkeitsberechnungen. Diese wurden in (Prognos AG et al. 2019) mit der internen Zinsfußmethode durchgeführt und veröffentlicht. Die interne Zinsfußmethode (Gesamtprojektrendite) stellt gemäß der VDI-Richtlinie 3985 „Grundsätze für Planung, Ausführung und Abnahme von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen mit Verbrennungskraftmaschinen“ eine der drei vorzugsweise eingesetzten Berechnungsmethoden zur Wirtschaftlichkeit dar.

Der interne Zinsfuß einer Investition stellt die maximale Zinsbelastung auf das eingesetzte Kapital dar, die eine Investition tragen kann. Bezogen auf den Nettobarwert bedeutet dies, dass der Nettobarwert der Investition bei Kapitalkosten in Höhe des internen Zinsfußes gerade null ist. Ist der Kapitalkostensatz kleiner als der interne Zinsfuß, ergibt sich ein positiver Nettobarwert; ist er größer, ergibt sich ein negativer Nettobarwert. Die Aussage des internen Zinsfußes ist insbesondere im Bereich der Szenarien-Rechnung zu sehen. Die Methode kann dann eingesetzt werden, wenn keine Kapitalkosten bekannt sind und eine Aussage dazu getroffen werden soll, bis zu welcher Höhe der Kapitalkosten die Investition noch einen ökonomischen Mehrwert bedeutet.

Darüber hinaus erfolgten bereits Untersuchungen, ob die Zuschlagszahlungen für KWK-Strom aus bestehenden KWK-Anlagen nach KWKG §13 anzupassen sind.

Für den Anlagenbestand erfolgt die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit anhand einer Deckungsbeitragsrechnung. Hierfür werden die jährlichen Erlöse der Anlagen ermittelt und ihre jährlichen Kosten davon abgezogen.

Für Neubauanlagen ist ein wirtschaftlicher Betrieb Grundvoraussetzung, aber als alleiniges Kriterium nicht ausreichend. Die Investition in die Neuanlage wird darüber hinaus mit einer alternativen Investition verglichen. Es sind also Projektrendite und Amortisationszeit eines Neubaus entscheidend. Der Vergleich mit einer alternativen Investition stellt dabei eine kontrafaktische Analyse im weiteren Sinne dar.

4.3. Anwendung weiterer Methoden

Deskriptive Statistik

Die Methode der deskriptiven Statistik basiert auf der Analyse, Einordnung und Beschreibung vorhandener Statistik und der Kombination der Erkenntnisse aus verschiedenen statistischen Quellen. Diese Methode wurde zur Evaluierung und zum Monitoring häufig angewandt, z.B. um den Anteil der KWK-Erzeugung an der Stromerzeugung oder Emissionen der Erzeugung zu berechnen.

Qualitative Aussagen, belegt durch quantitative Analysen

Eine qualitative Einordnung, die durch quantitative Analysen und Expertenwissen untermauert ist, kann zur Beantwortung verschiedenster Fragen angewendet werden.

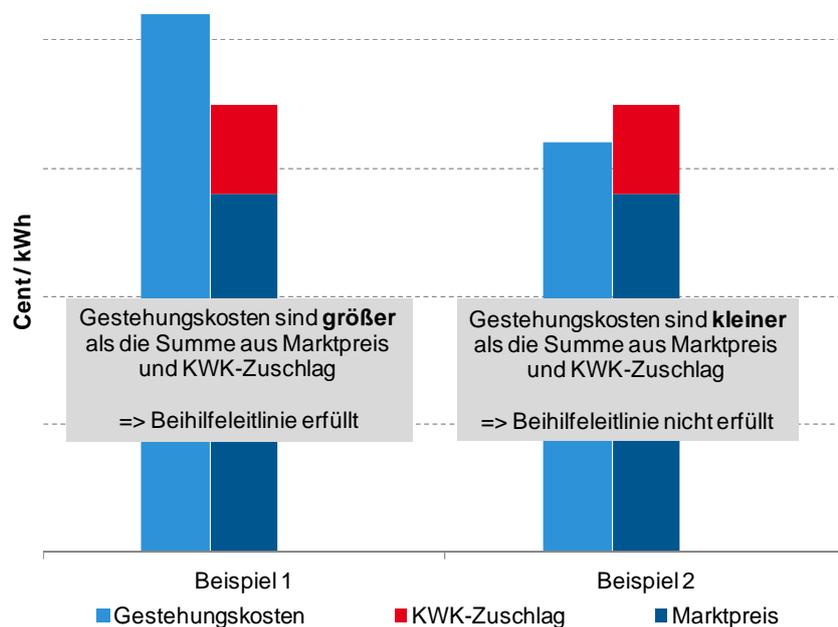
Studienvergleich

Für manche übergeordneten Fragestellungen kann ein Vergleich verschiedener Studien nützlich sein. Hierbei kann zum einen Wissen aus verschiedenen Quellen zusammengefügt werden, zum anderen können für eine bestimmte Fragestellung auch Annahmen und Abschätzungen aus verschiedenen Quellen gesammelt werden, um Spannbreiten zu erhalten.

Vergleich der Stromgestehungskosten (LCOE) typisierter KWK-Anlagen mit den Strompreisen im jeweiligen Anwendungsfall (Cash Flow Rechnung)

Die im KWKG festgelegten Zuschlagszahlungen unterscheiden sich nach Anlagengröße und Anlagenart. Um im Rahmen des §34 KWKG die Angemessenheit der Höhe der Zuschlagszahlungen zu überprüfen, wird – entsprechend den Umweltschutz- und Energiebeihilfeleitlinien (UEBLL) der Europäischen Kommission – überprüft, ob jeweils die Summe aus Zuschlagssatz und dem Marktpreis die Stromgestehungskosten nicht übersteigt.

Dafür werden für einzelne, standardisierte Anlagentypen die Gesamtgestehungskosten der Stromerzeugung der KWK-Anlagen berechnet und mit dem jeweils erzielbaren Marktpreis sowie der zugehörigen Zuschlagszahlung verglichen. Abbildung 1 stellt dieses Vorgehen schematisch dar: In Beispiel 1 sind die Stromgestehungskosten höher als die Summe aus Marktpreis und KWK-Zuschlag, die Höhe der Förderung ist angemessen und die Beihilfeleitlinie erfüllt. Im Beispiel 2 ist das Gegenteil der Fall.

Abbildung 4-1: Schematische Darstellung der Überprüfung der Zuschlagssätze


Quelle: Prognos AG

Die Stromgestehungskosten und Marktpreise werden mit der Methode LCOE (Levelized Costs of Electricity Generation) nachfolgender Formel berechnet:

$$LCOE = \frac{I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{M_{t,therm}}{(1+i)^t}}$$

mit

LCOE	Stromgestehungskosten
I_0	Investitionsausgaben in Euro
A_t	jährliche Gesamtkosten in Euro/a im Jahr t
$M_{t, therm}$	bereitgestellte Strommenge im jeweiligen Jahr in kWh
i	realer kalkulatorischer Zinssatz in %
n	wirtschaftliche Nutzungsdauer in Jahren
t	Jahr der Nutzungsperiode (1, 2, ...n)

Die ermittelten Stromgestehungskosten werden mit dem Marktpreis und dem jeweiligen Zuschlagssatz verglichen, die jeweils entsprechend der LCOE-Formel ebenfalls abgezinst werden.

Hinweise zur Evaluierung

- Die sich ändernden energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen haben einen großen Einfluss auf den Betrieb der Anlagen sowie auf das Investitionsverhalten. Die Evaluierung versucht deshalb diese Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, damit die überlagernden Effekte aus bspw. den Änderungen der Brennstoffpreise ausreichend Berücksichtigung finden.
- Die Realisierungszeit insbesondere für größere Kraftwerks- und Wärmeinfrastrukturprojekte kann mehrere Jahre betragen, damit ist die Wirkung des KWKG teilweise nur mit deutlicher zeitlicher Verzögerung in der Statistik nachvollziehbar.

5. Evaluierungsfragen und Ergebnisindikatoren

Verschiedene Evaluierungsfragen werden im Folgenden formuliert, die zur Kontrolle der Zielerreichung, der Wirkung und der Wirtschaftlichkeit dienen. Zur Beantwortung der Evaluierungsfragen wurden die am besten geeigneten Ergebnisindikatoren definiert (siehe Tabelle 5-1), die jedoch maßgeblich von der Datenverfügbarkeit abhängen. Im Folgenden werden diese Fragen beantwortet; die Datenquelle und die angewendete Methode ist Tabelle 5-2 zu entnehmen.

Tabelle 5-1: Übersicht über die Ergebnisindikatoren

Evaluierungsfrage	Ergebnisindikator
Übergreifende Evaluierungsfragen	
Sind die direkten und indirekten Ziele der KWKG-Förderung erreicht worden? Ist der angestrebte Anteil der Stromerzeugung aus KWK als auch eine Einsparung von CO2 sowie von Primärenergieträgern erreicht worden?	<ul style="list-style-type: none"> • Anteil der KWK-Stromerzeugung an der regelbaren Stromerzeugung in Deutschland • Abgeleitete CO₂-Einsparung • Abgeleitete Primärenergieträger-Einsparung
Wie hat sich der gesamte KWK-Anlagenbestand entwickelt?	<ul style="list-style-type: none"> • Installierte Anlagenleistung differenziert nach Neubau, Modernisierung und Nachrüstung
Welche Effekte hatten die unterschiedlichen Fördersätze auf den Zubau in den verschiedenen Anlagengrößenklassen?	<ul style="list-style-type: none"> • Anlagenzahl und installierte Leistung nach Leistungsklasse
Welche Umstände haben eine Zielerreichung behindert bzw. begünstigt?	<ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftlichkeit der Anlagen
Ist eine Erreichung der direkten und indirekten Ziele der KWKG-Förderung bis zum Jahr 2020 zu erwarten?	<ul style="list-style-type: none"> • Anteil der KWK-Stromerzeugung an der regelbaren Stromerzeugung in Deutschland

Hat die Einführung von Ausschreibungen für bestimmte Anlagengrößen die Dimensionierung von Neuanlagen beeinflusst?

- Anlagenzahl und installierte Leistung nach Leistungsklasse

Wie viele verschiedene Ausschreibungen sind erfolgt?

- Anzahl der erfolgten Ausschreibungen

Benennen Sie die Effekte der Öffnung für ausländische Bieter im KWKG.

- Anträge oder Zuschläge an ausländische Bieter

Direkte Auswirkungen

Wie hat sich die Stromerzeugung aus KWK-Anlagen entwickelt?

- Entwicklung der KWK-Stromerzeugung in Deutschland

In welcher Höhe hat die Förderung Investitionen in den Neubau oder die Nachrüstung oder Modernisierung von KWK-Anlagen bewirkt?

- jährlich ausgelöste Investitionen in KWK-Anlagen

Welche Auswirkungen hatte die KWK-Förderung für Neuanlagen, Nachrüstungen und Modernisierungen auf die KWK-Stromerzeugung? (inklusive Vergleich der Ausschreibungsgewinner und Ausschreibungsverlierer bei Ausschreibungen)

Welche Auswirkungen hatte die Bestandsanlagenförderung auf den KWK-Bestand (Verhinderung von Stilllegungen) und die KWK-Stromerzeugung der geförderten bestehenden KWK-Anlagen?

- Anzahl / Leistung der durch die Bestandsanlagenförderung oder den Kohleersatz-Bonus geförderten Anlagen
- zusätzliche KWK-Stromerzeugung durch Anlagen mit Bestandsanlagenförderung

Welche Auswirkungen hatte das KWKG im Hinblick auf zusätzliche Investitionen in Wärme- oder Kältespeicher bzw. Wärme- oder Kältenetze?

- jährlich ausgelöste Investitionen in KWK-Anlagen oder spezifische Kosten und Speichervolumen / Trassenlänge

Welche Auswirkungen hatte die Einschränkung der KWK-Förderung bei der Eigenstromerzeugung auf Zubau und Vollbenutzungsstunden neugebauter KWK-Anlagen in diesem Bereich?

- Vergleich von Zubau und Vollbenutzungsstunden von KWK-Anlagen mit und ohne Eigenstromerzeugung

Hat die Anhebung der Förderhöchstgrenzen für Netze und Speicher zur Realisierung

- Größe der Speicher und Netze im Zeitverlauf

größerer Projekte und positiven Effekten auf die Flexibilität geführt?

Wurden Sicherungsmaßnahmen nach den Ausschreibungen eingeführt (Aufbau und Einsatz Pönale versus Projektrealisierungsrate)?

- Existenz von Pönalen

Indirekte Auswirkungen – Positiv

Welchen Beitrag hat die Stromerzeugung aus KWK-Anlagen zur Verminderung der CO2-Emissionen geliefert?

- CO2-Emissionen aus KWK-Anlagen im Vergleich zu den Emissionen ungekoppelter Erzeugung

Waren Unterschiede beim Beitrag zur CO2-Einsparung in den verschiedenen Einsatzbereichen, Größenklassen etc. auch im Verhältnis zum Fördervolumen festzustellen?

Indirekte Auswirkungen – Negativ

Welche negativen Rückwirkungen auf den Strommarkt hatte die KWKG-Förderung, insb. im Verhältnis zu den anderen Energiewendezielen?

- Erhöhung der Energieeffizienz
- Ausbau der EE

Welche negativen Rückwirkungen hatte die KWKG-Förderung auf andere Stromerzeuger?

- Menge des abgeregelten EE-Stroms

Eignung

Waren die KWKG-Zuschläge auf den Strompreis der beste Förderansatz? Wären mit anderen Förderansätzen (bspw. Steuern, Ausschreibungen, andere Instrumente) effizientere Ergebnisse möglich gewesen?

- Vergleich der fixen Marktprämie mit anderen potenziellen Förderinstrumenten

Wie stellt sich die Effizienz des Förderinstruments KWKG-Zuschlag (operative Förderung) im Verhältnis zur Alternative von Investitionsbeihilfen dar?

- Vergleich der fixen Marktprämie mit Investitionsbeihilfen

Angemessenheit/Proportionalität

War die Förderung der Anlagen angemessen? Wie hat sich die Wirtschaftlichkeit der geförderten Anlagen in einem sich wandelnden Marktumfeld entwickelt?

- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für 15 Anlagentypen

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 5-2: Übersicht über die Evaluierungsfragen sowie die verwendeten Datenquellen und genutzten Evaluierungsmethoden

Evaluierungsfrage	Datenquelle	Evaluierungsmethode
Übergreifende Evaluierungsfragen		
Sind die direkten und indirekten Ziele der KWKG-Förderung erreicht worden? Ist der angestrebte Anteil der Stromerzeugung aus KWK als auch eine Einsparung von CO ₂ sowie von Primärenergieträgern erreicht worden?	<ul style="list-style-type: none"> Allgemeine energiewirtschaftliche Statistik BAFA Statistik 	Deskriptive Statistik
Wie hat sich der gesamte KWK-Anlagenbestand entwickelt?	<ul style="list-style-type: none"> BAFA Statistik Marktstammdatenregister 	Deskriptive Statistik
Welche Effekte hatten die unterschiedlichen Fördersätze auf den Zubau in den verschiedenen Anlagengrößenklassen?	<ul style="list-style-type: none"> BAFA Statistik Marktstammdatenregister 	Qualitative Aussagen, belegt durch quantitative Analysen
Welche Umstände haben eine Zielerreichung behindert bzw. begünstigt?	<ul style="list-style-type: none"> Allgemeine energiewirtschaftliche Statistik Branchenliteratur und Experteninterviews 	Qualitative Aussagen, belegt durch quantitative Analysen
Ist eine Erreichung der direkten und indirekten Ziele der KWKG-Förderung bis zum Jahr 2020 zu erwarten?	<ul style="list-style-type: none"> Allgemeine energiewirtschaftliche Statistik BAFA Statistik Abschätzungen auf Basis vorangegangener Projektionsarbeiten 	Qualitative Aussagen, belegt durch quantitative Analysen
Hat die Einführung von Ausschreibungen für bestimmte Anlagengrößen die Dimensionierung von Neuanlagen beeinflusst?	<ul style="list-style-type: none"> Experteninterviews Auswertung der Ausschreibungsgewinner 	Qualitative Aussagen, belegt durch quantitative Analysen
Wie viele verschiedene Ausschreibungen sind erfolgt?	<ul style="list-style-type: none"> Übersicht der BNetzA 	Deskriptive Statistik
Benennen Sie die Effekte der Öffnung für ausländische Bieter im KWKG.	<ul style="list-style-type: none"> Übersicht der BNetzA 	Qualitative Aussagen, belegt durch quantitative Analysen
Direkte Auswirkungen		

Wie hat sich die Stromerzeugung aus KWK-Anlagen entwickelt?	<ul style="list-style-type: none"> • Statistisches Bundesamt • AGEE Stat • BHKW-Umfrage des Öko-Instituts • BDEW 	Deskriptive Statistik
In welcher Höhe hat die Förderung Investitionen in den Neubau oder die Nachrüstung oder Modernisierung von KWK-Anlagen bewirkt?	<ul style="list-style-type: none"> • BAFA Statistik • typische Investitionskosten • Marktstammdatenregister 	Qualitative Aussagen, belegt durch quantitative Analysen
Welche Auswirkungen hatte die KWK-Förderung für Neuanlagen, Nachrüstungen und Modernisierungen auf die KWK-Stromerzeugung? (inklusive Vergleich der Ausschreibungsgewinner und Ausschreibungsverlierer bei Ausschreibungen)		
Welche Auswirkungen hatte die Bestandsanlagenförderung auf den KWK-Bestand (Verhinderung von Stilllegungen) und die KWK-Stromerzeugung der geförderten bestehenden KWK-Anlagen?	<ul style="list-style-type: none"> • BAFA Statistik • Marktstammdatenregister 	Qualitative Aussagen, belegt durch quantitative Analysen
Welche Auswirkungen hatte das KWKG im Hinblick auf zusätzliche Investitionen in Wärme- oder Kältespeicher bzw. Wärme- oder Kältenetze?	<ul style="list-style-type: none"> • BAFA Statistik • typische Investitionskosten 	Qualitative Aussagen, belegt durch quantitative Analysen
Welche Auswirkungen hatte die Einschränkung der KWK-Förderung bei der Eigenstromerzeugung auf Zubau und Vollbenutzungsstunden neugebauter KWK-Anlagen in diesem Bereich?	<ul style="list-style-type: none"> • BAFA Statistik • Marktstammdatenregister 	Deskriptive Statistik
Hat die Anhebung der Förderhöchstgrenzen für Netze und Speicher zur Realisierung größerer Projekte und positiven Effekten auf die Flexibilität geführt?	<ul style="list-style-type: none"> • BAFA Statistik 	Deskriptive Statistik
Wurden Sicherungsmaßnahmen nach den Ausschreibungen eingeführt (Aufbau und Einsatz Pönale versus Projektrealisierungsrate)?	<ul style="list-style-type: none"> • Ausschreibungsverordnung • BNetzA 	Qualitative Aussagen, belegt durch quantitative Analysen

Indirekte Auswirkungen – Positiv

Welchen Beitrag hat die Stromerzeugung aus KWK-Anlagen zur Verminderung der CO ₂ -Emissionen geliefert?	<ul style="list-style-type: none"> Emissionsfaktoren aus UBA und Projektionsbericht Statistisches Bundesamt 	Deskriptive Statistik, quantitative Analysen
--	---	--

Waren Unterschiede beim Beitrag zur CO₂-Einsparung in den verschiedenen Einsatzbereichen, Größenklassen etc. auch im Verhältnis zum Fördervolumen festzustellen?

Indirekte Auswirkungen – Negativ

Welche negativen Rückwirkungen auf den Strommarkt hatte die KWKG-Förderung, insb. im Verhältnis zu den anderen Energiewendezielen?		Qualitative Aussagen, belegt durch quantitative Analysen
--	--	--

Welche negativen Rückwirkungen hatte die KWKG-Förderung auf andere Stromerzeuger?	<ul style="list-style-type: none"> Daten der ÜNB und der BNetzA 	Qualitative Aussagen, belegt durch quantitative Analysen
---	--	--

Eignung

Waren die KWKG-Zuschläge auf den Strompreis der beste Förderansatz? Wären mit anderen Förderansätzen (bspw. Steuern, Ausschreibungen, andere Instrumente) effizientere Ergebnisse möglich gewesen?	<ul style="list-style-type: none"> Bewertungsmatrix, Experteneinschätzung 	Qualitative Aussagen, belegt durch quantitative Analysen
--	--	--

Wie stellt sich die Effizienz des Förderinstruments KWKG-Zuschlag (operative Förderung) im Verhältnis zur Alternative von Investitionsbeihilfen dar?	<ul style="list-style-type: none"> Bewertungsmatrix, Experteneinschätzung 	Qualitative Aussagen, belegt durch quantitative Analysen
--	--	--

Angemessenheit/Proportionalität

War die Förderung der Anlagen angemessen? Wie hat sich die Wirtschaftlichkeit der geförderten Anlagen in einem sich wandelnden Marktumfeld entwickelt?	<ul style="list-style-type: none"> Wirtschaftlichkeitsberechnung aus dem Monitoringbericht 2019 	Qualitative Aussagen, belegt durch quantitative Analysen
--	--	--

Quelle: Eigene Darstellung

5.1. Übergreifende Evaluierungsfragen

5.1.1. Sind die direkten und indirekten Ziele der KWKG-Förderung erreicht worden? Ist der angestrebte Anteil der Stromerzeugung aus KWK als auch eine Einsparung von CO₂ sowie von Primärenergieträgern erreicht worden?

Ein Ziel der KWKG-Förderung ist, die KWK-Stromerzeugung auf 110 TWh in 2020 und 120 TWh in 2025 zu steigern. Im Jahre 2018 hatte die KWK das 2020er Ziel mit einer KWK-Stromproduktion von 115 TWh und einem Anteil von 19 % an der deutschen Stromproduktion schon erreicht, wenn die mit der Fermenterwärme verbundene Stromerzeugung berücksichtigt wird.

Die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung hat sich seit 2016 positiv entwickelt. In den Jahren 2016 und 2017 kam es zu einem deutlichen Anstieg der KWK-Stromerzeugung, in 2018 zu einem leichten Rückgang. Im Zeitraum 2012 bis 2018 ist die Netto-KWK-Stromerzeugung von 99 TWh um 16% auf 115 TWh angestiegen. Die gekoppelt erzeugte Wärme stieg im gleichen Zeitraum von 209 TWh um 9 % auf 228 TWh an.

Sekundärziele der KWKG-Förderung sind die Einsparung von CO₂ und Primärenergieträgern. Die KWK-Erzeugung führte im Jahr 2017 zu einer CO₂-Einsparung in Höhe von 17 bis 54 Millionen Tonnen, abhängig von den Annahmen hinsichtlich der Referenzwerte für die ungekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung (Prognos et al. 2019).

Durch die gekoppelte Erzeugung wurde eine Einsparung an Primärenergieträgern erreicht, die auf 12 % des Primärenergieeinsatzes der ungekoppelten Erzeugung nach der Methode der Energieeffizienzrichtlinie abgeschätzt wird. Allerdings wird darauf hingewiesen, dass dieser Wert nur sehr bedingt aussagekräftig ist. Siehe dazu Abschnitt 4.2.7. des Evaluierungsberichts 2019.

Ein Blick in die Zukunft: Mit sinkenden Emissionsfaktoren der zukünftigen ungekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung nimmt der emissionsseitige Vorteil fossiler KWK-Systeme ab. Schon im Jahr 2018 sank die Stromerzeugung aus Steinkohle von über 100 TWh auf 80 TWh und im Jahr 2019 auf 55 TWh. Da Steinkohle-Kraftwerke oft die Grenzkraftwerke sind, die bei der Berechnung des Verdrängungsmix zum Tragen kommen, ist die Annahme nicht länger zu halten, dass der gesamte KWK-Strom die Stromerzeugung aus Anlagen mit hohen Emissionsfaktoren ersetzt. Zur Ermittlung der durchschnittlichen CO₂-Einsparung der gesamten KWK-Erzeugung kommt damit also zunehmend der durchschnittliche Strommix als Referenzsystem zum Einsatz. Die spezifische CO₂-Einsparung einzelner KWK-Anlagen kann höher sein, wenn der Betrieb ausschließlich auf die Deckung der Residuallast zielt und damit keine Erneuerbaren Energien verdrängt. Die Emissionseinsparung und Klimaschutzwirkung wird im Rahmen der nationalen Evaluierungspflichten des KWKG regelmäßig überprüft.

5.1.2. Wie hat sich der gesamte KWK-Anlagenbestand entwickelt?

In den Jahren 2014 bis 2018³ wurden insgesamt etwa 3,5 GW neue KWK-Heizkraftwerke errichtet und durch das KWKG gefördert. Zusätzlich wurden in diesen Jahren KWK- Heizkraftwerke mit einer elektrischen Leistung von etwa 2,2 GW modernisiert. Im Vergleich zum Zeitraum vor 2014 ist damit das Neubau- und Modernisierungsvolumen im KWK-Bereich stark gestiegen. Dies gilt allerdings im Wesentlichen nur für den Zeitraum bis 2016. Ab 2017 sind die Neubau- und Modernisierungsvolumina deutlich eingebrochen.

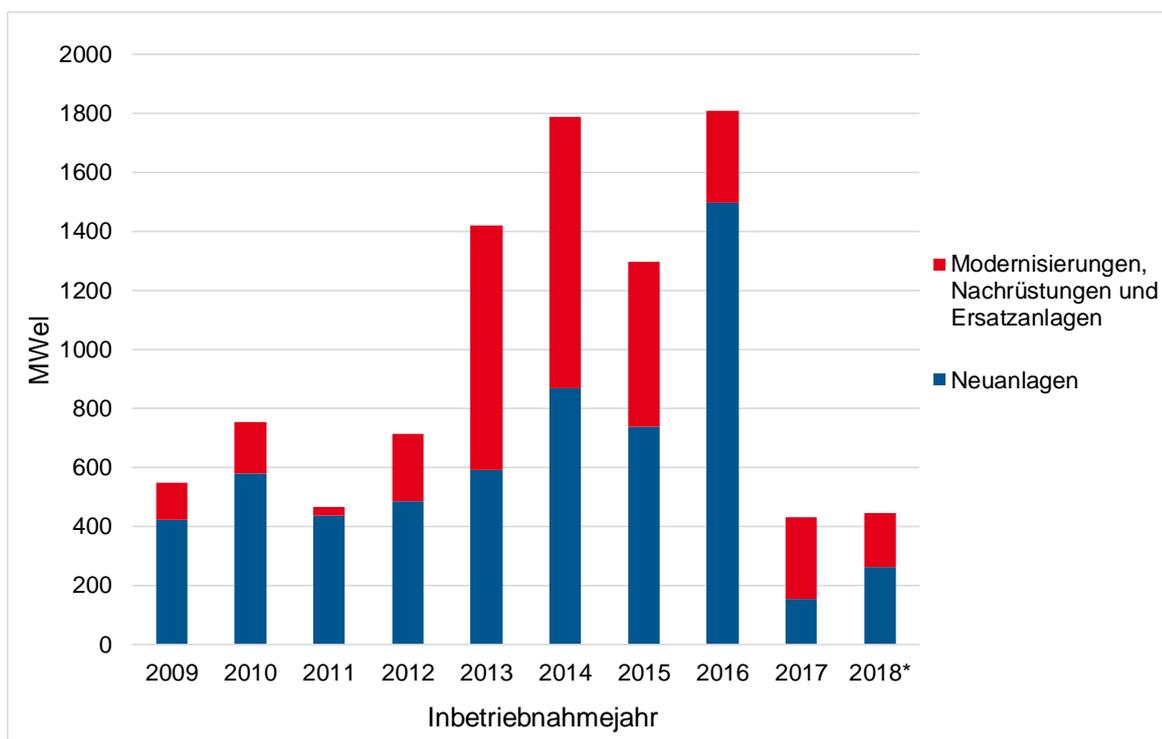
³ Alle Aussagen für das Kalenderjahr 2018 sind vorläufig, vgl Fußnote zu Abbildung 5-1.

Abbildung 5-1 zeigt die Entwicklung der vom BAFA seit 2009 zur KWKG-Förderung zugelassenen KWK-Anlagen, differenziert nach Neubau, Modernisierung und Nachrüstung. Die installierten Leistungen haben sich zwischen 2012 und 2013 nach der damaligen KWKG-Novelle mehr als verdoppelt. Die für den KWK-Zubau insgesamt wichtigsten neuen Elemente des KWKG 2012 waren eine Anhebung der Zuschlagsätze in allen Leistungsklassen sowie bei Modernisierung und Nachrüstung die Einführung einer definierten Menge an förderfähigen Vollbenutzungsstunden.

Nach einem weiteren Anstieg in 2014, der auch vorgezogene Anlagen-Realisierungen wegen der Neuregelung der EEG-Umlage zum 1.8.2014 widerspiegelt, sind die Neuzulassungen zur KWK-Förderung 2015 um etwa ein Viertel gesunken. Nachdem 2016 mit einer erneuten KWKG-Novelle wieder das Niveau von 2014 erreicht wurde, sind die Neuzulassungen 2017 auf weniger als ein Viertel von 2016 eingebrochen und verharrten 2018 auf diesem niedrigen Niveau.

Die Zunahme der KWKG-Zulassungen nach der Novelle von 2012 wurde überwiegend durch Modernisierungen verursacht. Für 2016 ist allerdings eine Verdopplung der Leistung von Neuanlagen zu beobachten. Großen Einfluss auf die Zahlen hat die Inbetriebnahme von zwei großen GuD-Anlagen in Düsseldorf und Köln mit einer elektrischen Leistung von in Summe über 1.000 MW und Vorzieheffekte aufgrund der Übergangsregelungen im KWKG 2016.

Abbildung 5-1: Neubau, Modernisierung und Nachrüstung von nach dem KWKG geförderten KWK-Anlagen in den jeweiligen Jahren in MW_{el}



Quelle: BAFA-Daten, Stand Juli 2020

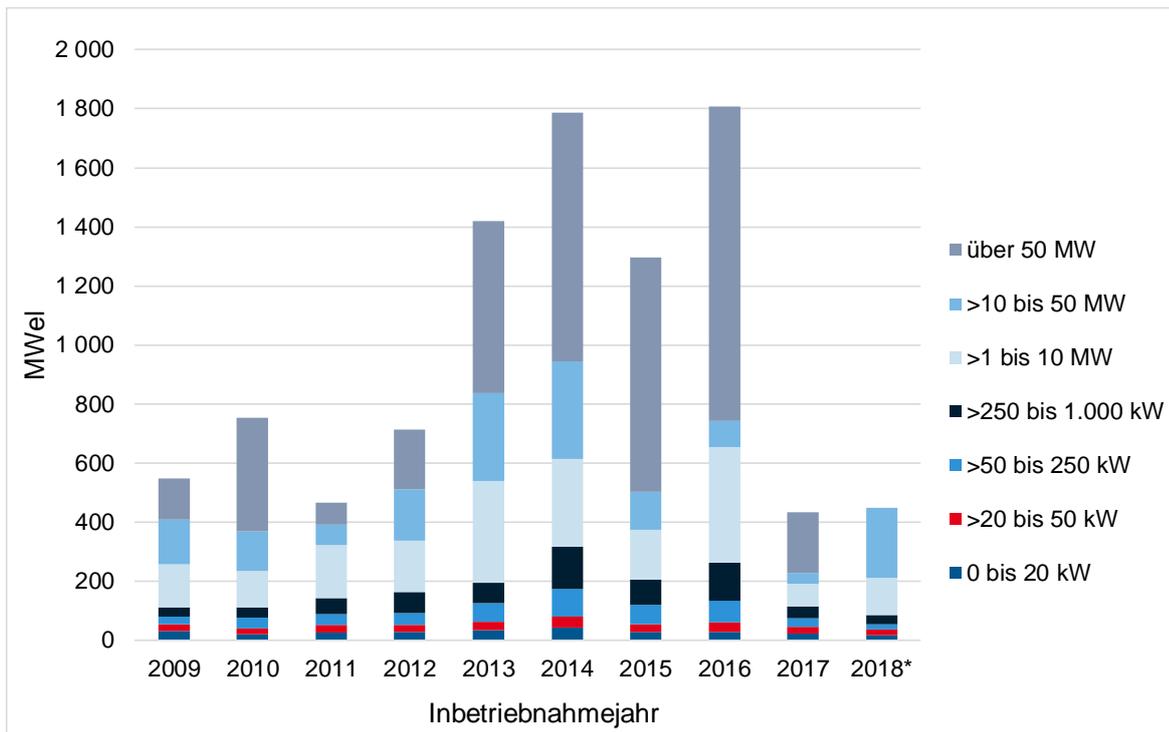
Hinweis: * die ausgewiesenen Zulassungszahlen sind nur eingeschränkt aussagekräftig, da Zulassungsanträge noch bis zum 31.12.2019 eingereicht werden konnten. Datenstand 31.7.2020

5.1.3. Welche Effekte hatten die unterschiedlichen Fördersätze auf den Zubau in den verschiedenen Anlagengrößenklassen?

Die folgende Betrachtung bezieht sich allein auf die nach dem KWKG geförderten KWK-Anlagen.

Die Verteilung der KWKG-Zulassungen auf Größenklassen elektrischer Leistung wird in Abbildung 5-2 gezeigt. Es wird deutlich, dass der überwiegende Anteil der Steigerung der seit 2012 durch das BAFA zugelassenen **Kapazität** auf große Anlagen über 50 MW_{el} entfällt.

Abbildung 5-2: Neubau, Modernisierung und Nachrüstung von nach dem KWKG geförderten KWK-Anlagen nach Größenklassen in den jeweiligen Jahren in MW_{el}



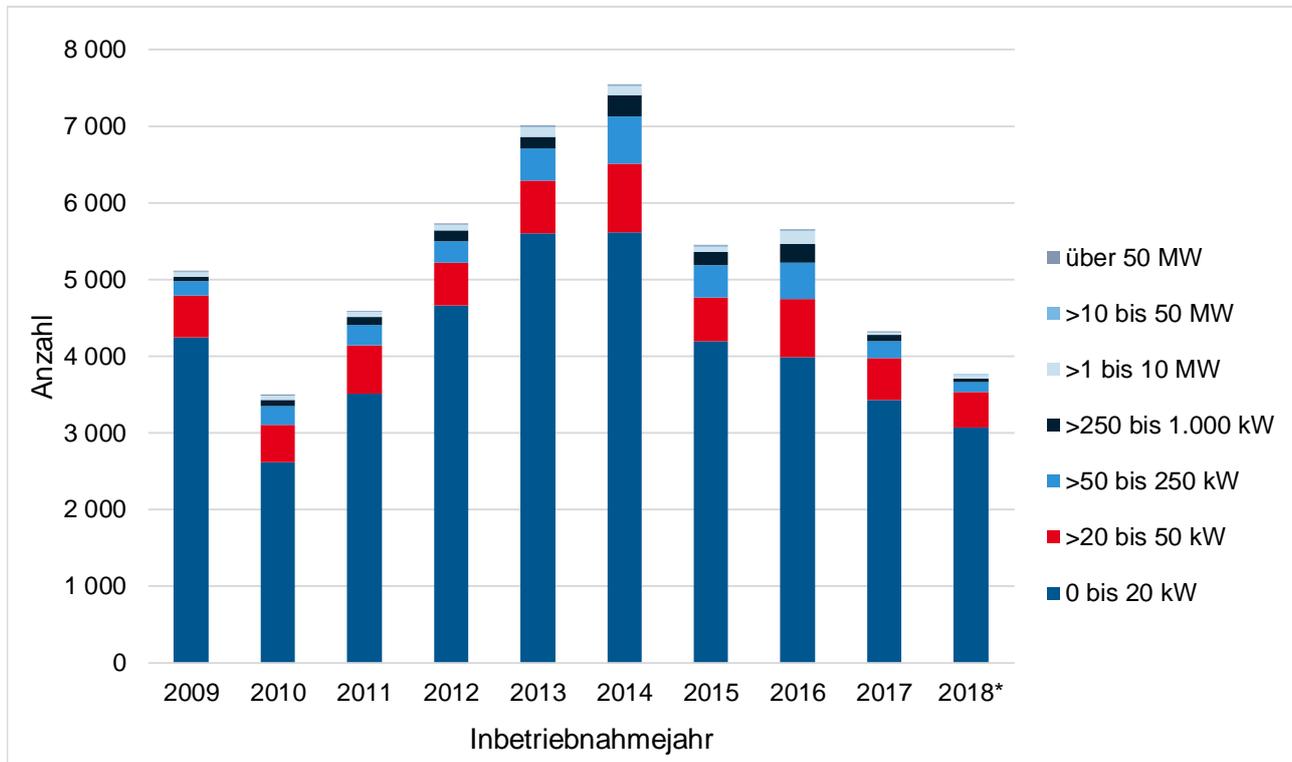
Quelle: BAFA-Daten, Stand Juli 2020

Notiz: Die Daten enthalten neben aktuell geförderten Anlagen auch jene, die zugelassen wurden, jedoch keinen Förderanspruch mehr aufweisen (z.B. durch Erreichen der maximalen Vollbenutzungsstunden). Förderzahlen in früheren Jahren sind etwas niedriger als in früheren Publikationen, da bei Modernisierungen alte Fördermeldungen durch die neuen ersetzt werden, um Doppelzählungen zu vermeiden.

* die ausgewiesenen Zulassungszahlen sind nur eingeschränkt aussagekräftig, da Zulassungsanträge noch bis zum 31.12.2019 eingereicht werden konnten. Datenstand: 31.7.2020.

Um die Evaluierungsfrage zu beantworten, reicht es nicht, die installierten Leistungen zu betrachten, da größere Anlagen dabei deutlich mehr zu Buche schlagen. Die jeweilige **Anzahl** von zur Förderung neu zugelassenen Anlagen zeigt Abbildung 5-3:

Abbildung 5-3: Anzahl der beim BAFA zur KWKG-Förderung für Neubau, Modernisierung und Nachrüstung zugelassenen KWK-Anlagen nach Größenklassen und Inbetriebnahmejahr



Quelle: BAFA-Daten, Stand Juli 2020

Notiz: Die Daten enthalten neben aktuell geförderten Anlagen auch jene, die zugelassen wurden, jedoch keinen Förderanspruch mehr aufweisen (z.B. durch Erreichen der maximalen Vollbenutzungsstunden). Förderzahlen in früheren Jahren sind etwas niedriger als in früheren Publikationen, da bei Modernisierungen alte Fördermeldungen durch die neuen ersetzt werden, um Doppelzählungen zu vermeiden.

* die ausgewiesenen Zulassungszahlen sind nur eingeschränkt aussagekräftig, da Zulassungsanträge noch bis zum 31.12.2019 eingereicht werden konnten. Datenstand: 31.7.2020.

Die Abbildung zeigt, dass im kleinen Leistungssegment, in welchem die Fördersätze am höchsten sind (vergleiche Tabelle 3-1), auch am meisten Anlagen gefördert wurden.

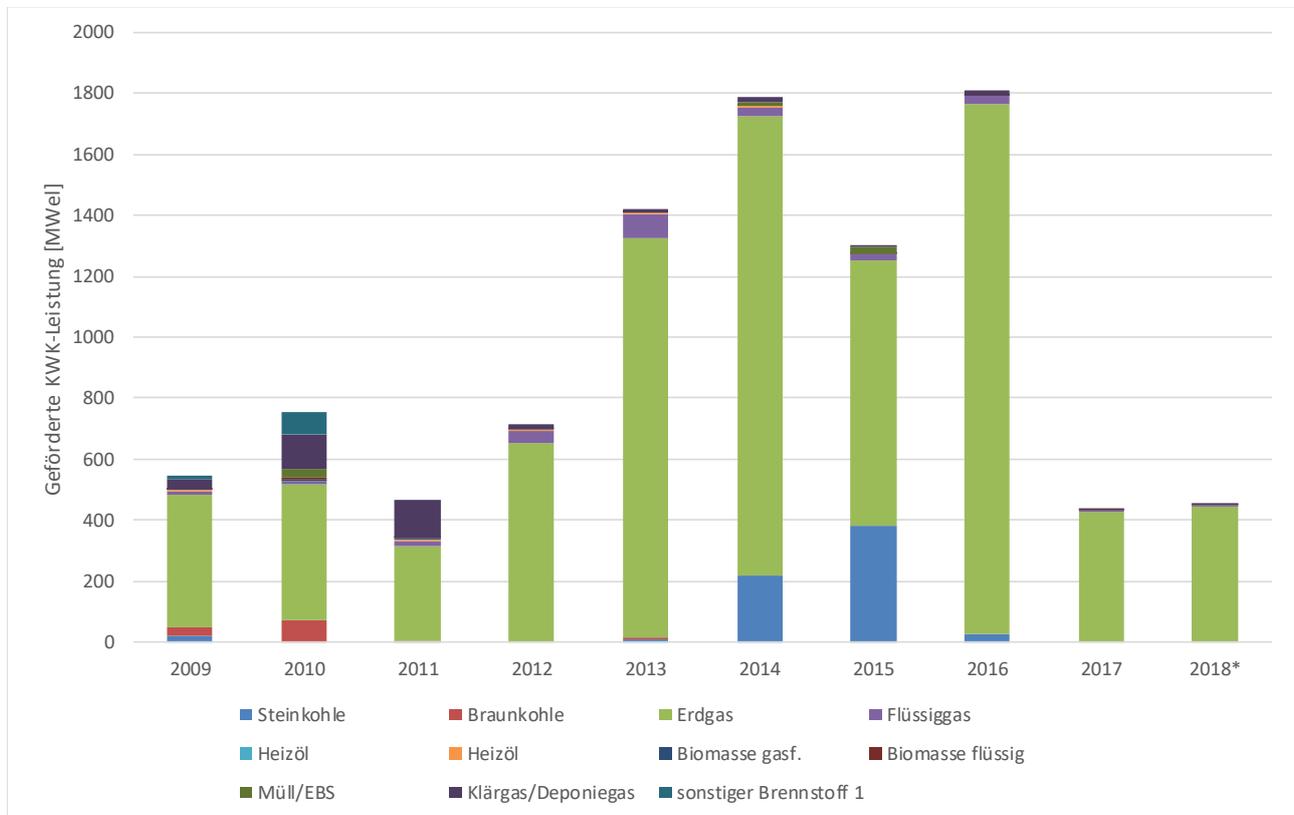
Im kleinen Leistungssegment bis 20 kW elektrischer Modulleistung sinkt die beim BAFA nach dem KWKG-Gesetz zugelassene KWK-Anlagenanzahl seit 2014 stetig. Dies geschieht trotz des parallel in dieser Größenklasse geltenden Investitionsförderprogramms für Mini-KWK-Anlagen bei Gebäudesanierungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI), das im Jahr 2020 auslaufen wird. 2018 liegt die Anzahl etwa 35 % unter dem Durchschnittswert der Jahre 2012 bis 2016. Sehr ähnlich ist der Trend im Leistungssegment von 20 kW bis 50 kW.

Noch deutlicher fällt der Rückgang bei den Anlagen zwischen 50 kW and 1 MW elektrischer Leistung aus: Hier liegt die Anzahl der neu zur KWK-Förderung zugelassenen Anlagen 2017 etwa 55 % unter dem Mittelwert von 2012-2016, 2018 etwa 70 % darunter. Dieser Rückgang lässt sich mit der Einschränkung der Förderung der Eigenversorgung für Anlagen größer 100 kW seit dem KWKG 2016 erklären. Der Trend für die Anlagen zwischen 1 MW_{el} und 10 MW_{el} ist ähnlich.

Der Trend für Anlagen über 10 MW elektrischer Leistung lässt sich aufgrund der niedrigen absoluten Zahlen besser in der Darstellung nach installierter Leistung (Abbildung 5-2, Seite 32) verfolgen: Die neu zur KWK-Förderung zugelassene elektrische Leistung liegt 2017 und 2018 etwa 75 % unter dem Mittel von 2012-2016. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in Folge des KWKG 2016, sowohl die Anzahl als auch die Leistung der neu zur KWK-Förderung zugelassenen Anlagen ab 2017 stark gesunken ist. Neben der Einschränkung der Förderung der Eigenversorgung ist dies auch in der Einführung der Ausschreibungen für die Anlagengröße 1-50 MW_{el} begründet. Es wird angenommen, dass nur wenige KWK-Anlagen außerhalb der KWK-Förderung im betrachteten Zeitraum in Betrieb gegangen sind. Zur diesbezüglichen Datenlage siehe Abschnitt 4.1.3.

Abbildung 5-6 zeigt ergänzend die geförderten Anlagen aufgegliedert nach den eingesetzten Brennstoffen. Seit der KWKG Novelle 2016 werden Kohle-basierte Anlagen bis auf solche, die unter die Übergangsregelung fallen, nicht mehr gefördert. Mit großem Abstand ist Erdgas der geförderte Energieträger, insbesondere seit 2012.

Abbildung 5-4: Anzahl der beim BAFA zur KWKG-Förderung für Neubau, Modernisierung und Nachrüstung zugelassenen KWK-Anlagen nach Brennstoff und Inbetriebnahmejahr



Quelle: BAFA-Daten, Stand Juli 2020

Notiz: Die Daten enthalten neben aktuell geförderten Anlagen auch jene, die zugelassen wurden, jedoch keinen Förderanspruch mehr aufweisen (z.B. durch Erreichen der maximalen Vollbenutzungsstunden). Förderzahlen in früheren Jahren sind etwas niedriger als in früheren Publikationen, da bei Modernisierungen alte Fördermeldungen durch die neuen ersetzt werden, um Doppelzählungen zu vermeiden.

* die ausgewiesenen Zulassungszahlen sind nur eingeschränkt aussagekräftig, da Zulassungsanträge noch bis zum 31.12.2019 eingereicht werden konnten. Datenstand: 31.7.2020.

Kohleersatz-Bonus

Seit dem Jahr 2016 werden Gas-KWK-Anlagen mit einem zusätzlichen Bonus gefördert, wenn sie bestehende KWK-Anlagenleistung ersetzen, die Strom auf Basis von Stein- oder Braunkohle produzieren. Damit soll der Umstieg auf eine CO₂-ärmere, gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung beschleunigt und der Kohleausstieg unterstützt werden.

In den Jahren 2016-2019 wurde dieser Bonus fünf Anlagen gewährt, die zusammen eine Anlagenleistung von 396 MW_{el} und 441 MW_{th} aufweisen. Es handelt sich dabei um vier Neuanlagen und eine modernisierte Anlage, die Steinkohle und Braunkohle-KWK-Anlagen mit 270 MW_{el} ersetzen, die in den Jahren 2016 bis 2019 stillgelegt worden sind. Der Zuschlag für den Kohle-Ersatz bezieht sich dabei immer nur auf den KWK-Leistungsanteil, der die elektrische KWK-Leistung einer bestehenden KWK-Anlage ersetzt (§7 (2) KWKG 2017). Vorbescheide liegen für 14 Anlagen mit

insgesamt 1,4 GWel KWK-Leistung vor. Die derzeit abschätzbare voraussichtliche Kohleersatzleistung beträgt 0,8 GWel. Für Anlagen mit 100 MWel ist diese noch nicht quantifizierbar.

5.1.4. Welche Umstände haben eine Zielerreichung behindert bzw. begünstigt?

Beigetragen zu der positiven Entwicklung hat die im Gegensatz zur Vergangenheit verbesserte Wirtschaftlichkeit der KWK-Anlagen. Einen großen Einfluss hatte dabei die KWKG-Novelle, welche insbesondere im Bereich der öffentlichen KWK in die gewünschte Richtung gewirkt hat.

Im Bereich der Eigenversorgung profitiert die KWK-Erzeugung von finanziellen Vorteilen bei der Verwendung von Eigenstrom aufgrund des Entfalls von Strompreis-Bestandteilen gegenüber dem Bezug von Netzstrom, besonders der EEG-Umlage, den Netzentgelten und der Stromsteuer. Diese KWK-Erzeugung wird seit der Novelle 2016 aber nur noch in Ausnahmefällen über das KWKG gefördert.

Zur verstärkten KWK-Erzeugung hat seit 2017 auch der niedrige Großhandel- Erdgaspreis beigetragen.

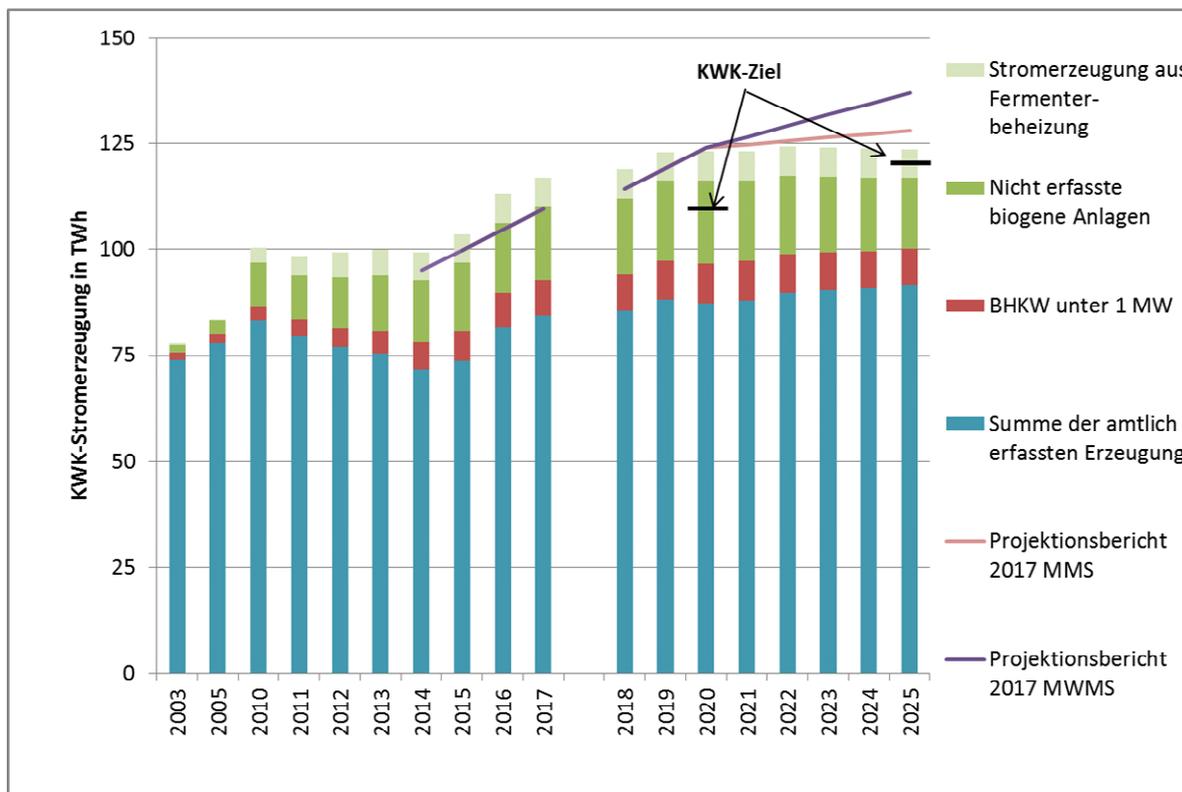
5.1.5. Ist eine Erreichung der direkten und indirekten Ziele der KWKG-Förderung bis zum Jahr 2020 zu erwarten?

Zum derzeitigen Zeitpunkt kann davon ausgegangen werden, dass das KWK-Stromerzeugungsziel in Höhe von 110 TWh für das Jahr 2020 wahrscheinlich erreicht wird. Im Jahr 2018 lag die KWK-Stromproduktion bei 115 TWh, also 5 TWh über dem Zielwert für 2020, wenn die mit der Fermenterwärme verbundene Stromerzeugung berücksichtigt wird. Allerdings lassen erste Statistiken für die öffentliche Versorgung für das Jahr 2019 einen Rückgang um 1,2 TWh erkennen, vor allem durch eine deutliche Reduktion der Steinkohlebasierten KWK-Erzeugung. Eine weitere, unvorhergesehene, Reduktion der KWK-Stromerzeugung ist durch den allgemeinen Einbruch der fossilen Stromerzeugungswerte im Jahr 2020 auf Grund der Covid19-Pandemie möglich. Für 2019 liegen noch keine vollständigen Erzeugungswerte vom Statistischen Bundesamt vor.

Nach Prognos et al. (2019) wird das Ziel von 120 TWh für das Jahr 2025 voraussichtlich ebenfalls erfüllt, sofern die Rahmenbedingungen für KWK-Anlagen auch zukünftig einen wirtschaftlichen Betrieb ermöglichen und altersbedingte Abschaltungen durch Neuanlagen oder Modernisierungen ausgeglichen werden, siehe Abbildung 5-5. Mit der Fortführung des KWKG über das Jahr 2025 hinaus mit der Novelle des KWKG 2020 ist die Zielerreichung noch wahrscheinlicher geworden. Mit der Novelle des KWKG in den Jahren 2019 und 2020 ist eine Fortschreibung des KWKG von 2022 auf mindestens 2025 für Anlagen unter 50 MWel vorgesehen, für Anlagen über 50 MWel bis Ende 2029.

Zudem wird der vorgesehene Kohleausstieg den Ausbau von gasbetriebenen KWK-Anlagen verstärken. Gas-KWK-Anlagen haben üblicherweise höhere Stromkennzahlen als kohlebasierte KWK-Anlagen, so dass die Erreichung des Stromerzeugungsziels wahrscheinlich ist.

Mit der Erreichung der primären Ziele des KWKG werden auch die sekundären Ziele erreicht.

Abbildung 5-5: Entwicklung der KWK-Nettostromerzeugung bis 2025

Quelle: Prognos et al. (2019)

5.1.6. Hat die Einführung von Ausschreibungen für bestimmte Anlagengrößen die Dimensionierung von Neuanlagen beeinflusst?

Da die Ausschreibungen erst im Jahr 2017 eingeführt wurden, ist es schwierig, auf Basis der wenigen verfügbaren Daten hierzu eine Aussage zu treffen. Tendenziell ergaben Expertengespräche, dass die Dimensionierung der Art beeinflusst wird, dass die Anlagen möglichst außerhalb des von Ausschreibungen betroffenen Leistungsbereichs (1-50 MWe) konzipiert werden, um mit einem festen KWKG-Zuschlag als verbindlichen Fördersatz planen zu können. Daher ist davon auszugehen, dass mehr Anlagen unterhalb von 1 MW und oberhalb von 50 MW gebaut wurden/werden. Entsprechende Tendenzen lassen sich aus den Daten zu den geförderten Anlagen in den ersten Jahren nicht ablesen (siehe Abbildung 5-2 und Abbildung 5-3), allerdings überlagern sich dabei auch viele Effekte.

In Tabelle 5-3 wird die durchschnittlich geförderte Anlagenanzahl und Leistung der Größenklasse 1-50 MW in den Jahren 2012-2016 den in den nachfolgenden Jahren geförderten Anlagen gegenüber gestellt (siehe Tabelle 5-5 und Tabelle 5-6). Dabei sind die Informationen über die Zuschläge in den Auktionen nicht mit der Inbetriebnahme gleichzusetzen, die bis zu drei Jahre später erfolgen kann. Tatsächlich sind in den Jahren 2017-2019 nur 5 Anlagen aus den Ausschreibungen bereits in Betrieb genommen worden, mit einer Leistung von 18 MW (davon nur 2 Anlagen mit 4 MW in den Jahren 2017-2018). In dieser ersten groben Übersicht lässt sich ablesen, dass sowohl die Anlagenanzahl als auch die Leistung in dieser Größenklasse in den Jahren seit der Einführung der Ausschreibungen

deutlich abgenommen hat. Dieser Rückgang ist größer als der in den anderen Größenklassen (s. Tabelle 5-4).

Tabelle 5-3: Vergleich der Entwicklung der geförderten Anlagen im Segment 1-50 MW

	Mittelwert der geförderten Anlagen 1-50 MW	Geförderte Anlagen (ohne Ausschreibungen)		Anlagen mit Zuschlag in Ausschreibungen 2017-2020	
	2012-2016	2017	2018*	2017-2018	2019-2020*
Anlagenanzahl	124	31	50	41	55
Leistung (MW)	478	114	361	233	236

Notiz: * die ausgewiesenen Zulassungszahlen sind nur eingeschränkt aussagekräftig, da Zulassungsanträge noch bis zum 31.12.2019 eingereicht werden konnten. Datenstand: 31.7.2020.

Quelle: BAFA, BNetzA, eigene Berechnungen

Tabelle 5-4: Vergleich der Entwicklung der geförderten Anlagen

	Mittelwert der geförderten Anlagen	Geförderte Anlagen		Anderung bei den geförderten Anlagen ggü. Mittelwert	
	2012-2016	2017	2018*	2017	2018*
Anzahl der Anlagen					
bis 1 MW	6.147	4.280	3.717	-30%	-40%
1-50 MW	124	31	50	-75%	-60%
über 50 MW	5	2	0	-57%	-100%
Leistung					
bis 1 MW	229	115	88	-50%	-62%
1-50 MW	478	114	361	-76%	-24%
über 50 MW	697	206	0	-70%	-100%

Notiz: * die ausgewiesenen Zulassungszahlen sind nur eingeschränkt aussagekräftig, da Zulassungsanträge noch bis zum 31.12.2019 eingereicht werden konnten. Datenstand: 31.7.2020.

Quelle: BAFA, BNetzA, eigene Berechnungen

5.1.7. Wie viele verschiedene Ausschreibungen sind erfolgt?

Das Ausschreibungsvolumen für KWK-Anlagen mit 1-50 MWel und für die innovative KWK ist in §8c geregelt: Demnach sollten in 2017 100 MWel ausgeschrieben werden, jeweils 200 MW in den Folgejahren. Die Ergebnisse der Auktionen werden hier veröffentlicht: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/KWK/Ausschr_KWK_node.html

Ab 2018 erfolgten je zwei Ausschreibungen pro Jahr über je 75 MW für Anlagen mit 1-50 MWel und über je 25 MW für innovative KWK-Systeme. Die folgenden Tabelle 5-5 für KWK-Anlagen im Leistungsbereich 1-50 MW und Tabelle 5-6 für innovative KWK-Systeme geben eine Übersicht über die bislang erfolgten Ausschreibungen.

Tabelle 5-5: Ergebnisse Segment-Ausschreibungen

		Dez 17	Jun 18	Dez 18	Jun 19	Dez 2019	Jun 20
Ausgeschriebene Menge	MW	100,0	93,0	76,8	51,5	80	75
Eingereichte Angebote	Anzahl	20	15	18	13	13	22
Gebotsvolumen	MW	225	96	126	87	58	71
Davon: modernisierte KWK-Anlagen	MW	16	15	14	29	23	26
Anzahl bezuschlagte Anlagen	Anzahl	7	14	12	4	12	21
Zuschlagsmenge	MW	82	91	100	46	53	69
Davon: modernisierte KWK-Anlagen	MW	16	15	4	4	23	24
durchschnittlicher, mengengewichteter Zuschlagswert (zulässiger Höchstwert: 7)	Cent/kWh	4,1	4,3	4,8	4,0	5,1	6,2
niedrigster Gebotswert (mit Zuschlag)	Cent/kWh	3,2	3,0	3,5	3,9	3,4	4,7
höchster Gebotswert (mit Zuschlag)	Cent/kWh	5,0	5,2	5,2	4,0	3,4	7

Quelle: Ergebnisübersicht BNetzA 2020

In der ersten Ausschreibungsrunde 2017 betrug die ausgeschriebene Menge wie vorgesehen 100 MW. Da das nächste zu bezuschlagende Gebot das Ausschreibungsvolumen deutlich überschritten hätte, wurden aber nur 82 MW bezuschlagt. Die nicht bezuschlagten 18 MW wurden auf die Ausschreibungsmenge im Juni 2018 aufgeschlagen, die sich somit von 75 MW auf 93 MW erhöhte. Diese Menge wurde nahezu vollständig bezuschlagt, so dass im Dezember 2018 knapp 77 MW ausgeschrieben wurden. Die Zuschlagsmenge lag mit 100 MW deutlich darüber, daher reduziert sich das Ausschreibungsvolumen für Juni 2019 auf 51,5 MW. Grund für die erhöhte Zuschlagsmenge war ein nachträglicher Zuschlag an die Stadtwerke Aachen auf Grund von Verfahrenserfordernissen am 17.12.2018. Die ausgeschriebene Menge wurde im Juni 2019 nicht ganz ausgeschöpft, so dass die restlichen 5 MW im Dezember 2019 die Gesamtmenge auf 80 MW erhöhte. Die Menge von 27 MW, die im Dezember 2019 übrigblieb, wurde im Juni 2020 nicht auf die ausgeschriebene Menge aufgeschlagen, denn eine Restmengenübertragung findet nur dann statt, wenn beim vorangegangenen Gebotstermin nach § 11 Abs. 3 S. 2 KWKAusV keine Zuschläge erteilt wurden (gem. § 3 Abs. 3 Satz 1 Nr. 1 KWKAusV). Da die Ausschreibung im Dezember 2019 jedoch unterzeichnet war, war diese Voraussetzung für den Termin Juni 2020 nicht erfüllt. In zwei Ausschreibungen (Dezember 2019 und Juni 2020) ist eine Unterzeichnung zu beobachten.

Insgesamt erfolgten also bis September 2020 sechs Ausschreibungsrunden. Bis Juni 2019 war das Gebotsvolumen höher als die ausgeschriebene Menge. Die Angebotsanzahl liegt zwischen 13 und 22. Ausgeschlossen wurden jeweils null bis 3 Angebote. Regelmäßig erfolgten die meisten Gebote für die Größenklasse 1-10 MW, nur bei der ersten Ausschreibung gab es auch ein Gebot in der Größenklasse 40-50 MW (das nicht zum Zuge kam). Die volumenbezogene Menge von Geboten für modernisierte Anlagen ist relativ konstant, sie erscheinen überdurchschnittlich erfolgreich. Der durchschnittliche, mengengewichtete Zuschlagswert aller sechs Ausschreibungen liegt mit 4,0 bis 6,2 Cent/kWh erkennbar unter dem Höchstwert, ist in den letzten beiden Ausschreibungen aber deutlich höher als in den ersten vier.

Tabelle 5-6: Ergebnisse Ausschreibungen innovative KWK-Systeme

		Jun 18	Dez 18	Jun 19	Dez 19	Jun 20
Ausgeschriebene Menge	MW	25,0	29,1	30,4	25	29
Eingereichte Angebote	Anzahl	7	3	5	10	13
Gebotsvolumen	MW	23	13	22	43	44
Anzahl Zuschläge	Anzahl	5	3	5	5	8
Zuschlagsmenge	MW	21	13,0	22	20	26
durchschnittlicher, mengengewichteter Zuschlagswert (zulässiger Höchstwert: 12)	Cent/kWh	10,3	11,3	11,2	10,2	10,2
niedrigster Gebotswert (mit Zuschlag)	Cent/kWh	8,5	8,0	9,7	9,4	9,5
höchster Gebotswert (mit Zuschlag)	Cent/kWh	10,9	12,0	11,9	11,2	11

A 2019

Am 1. Juni 2018 wurde erstmals eine Ausschreibung für die innovativen KWK-Systeme durchgeführt. Alle Ausschreibungen bis Juni 2019 waren unterzeichnet. Ab Dezember 2019 sind deutliche Überzeichnungen zu beobachten. Der durchschnittliche, mengengewichtete Zuschlagswert aller fünf Ausschreibungen liegt mit 10,2 bis 11,3 Cent/kWh knapp unter dem Höchstwert.

5.1.8. Benennen Sie die Effekte der Öffnung für ausländische Bieter im KWKG.

Bislang gibt es keine Zuschläge an ausländische Bieter. Um diese zu ermöglichen, müssen nach dem KWKG Kooperationsvereinbarungen vorliegen (siehe KWKG 2019 §1 Abs. 6). Soweit ersichtlich hat bislang kein Mitgliedstaat Interesse an dem Abschluss einer solchen Kooperationsvereinbarung signalisiert.

5.2. Direkte Auswirkungen

5.2.1. Wie hat sich die Stromerzeugung aus KWK-Anlagen entwickelt?

Die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung hat sich in den letzten Jahren positiv entwickelt. In den Jahren 2016 und 2017 kam es zu einem deutlichen Anstieg der KWK-Stromerzeugung. Im Zeitraum 2012 bis 2018 ist die Netto-KWK-Stromerzeugung von 99 TWh um 18% auf 115 TWh angestiegen.

Die gesamte KWK-Stromerzeugung in Deutschland betrug im Jahr 2018 115 TWh und hatte damit einen Anteil von 18,9 % an der Nettostromerzeugung in Höhe von 574 TWh [BDEW 2020⁴].

Tabelle 5-7: Entwicklung der Netto-KWK-Stromerzeugung

Berichtskreis	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	TWh															
Öffentliche Versorgung	50,3	52,4	52,3	54,0	51,9	53,8	50,5	53,4	51,1	48,8	46,6	42,1	42,8	48,4	49,7	49,1
Industrielle Kraftwirtschaft	23,5	22,9	25,6	25,8	25,8	25,7	26,6	29,8	28,4	28,2	28,9	29,6	30,8	33,3	34,7	33,2
Summe der amtlich erfassten Erzeugung	73,8	75,3	77,9	79,8	77,6	79,5	77,0	83,2	79,6	77,0	75,4	71,7	73,7	81,7	84,4	82,3
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	7,2	8,0	8,4	8,9
Nicht erfasste biogene Anlagen	1,9	2,6	3,2	4,9	6,5	7,1	9,4	10,5	10,8	12,1	13,1	14,9	16,3	16,9	17,4	17,3
Nicht-erfasste BHKW und nicht-erfasste biogene Anlagen ¹⁾	3,8	4,6	5,3	7,1	9,0	9,8	12,3	13,7	14,6	16,6	18,5	21,3	23,5	24,8	25,8	26,2
Gesamte KWK-Stromerzeugung excl. Fermenterbeheizung	77,6	79,9	83,2	86,9	86,6	89,3	89,3	96,9	94,1	93,6	94,0	93,0	97,2	106,5	110,3	108,5
Stromerzeugung aus Fermenterbeheizung	0,4	0,2	0,4	0,7	1,9	2,6	3,1	3,7	4,5	5,8	6,1	6,4	6,6	6,8	6,9	6,6
Gesamte KWK-Stromerzeugung incl. Fermenterbeheizung	77,9	80,1	83,6	87,6	88,6	91,8	92,4	100,6	98,6	99,4	100,1	99,4	103,8	113,3	117,2	115,1

Quellen: Statistisches Bundesamt, AGEE Stat, BHKW-Umfrage Öko-Institut, (Öko-Institut und Statistisches Bundesamt (StBA) 2018)

Anders als in den vergangenen Jahren erfolgte der Anstieg in den Jahren 2016 und 2017 vor allem bei den amtlich erfassten Anlagen der Öffentlichen Versorgung.

Die gesamte KWK-Stromerzeugung der vom Statistischen Bundesamt erfassten KWK-Anlagen ist von 2015 auf 2016 um 8,0 TWh angestiegen und von 2016 auf 2017 um 2,8 TWh. 4,7 TWh können davon Neuanlagen über 1 MW zugerechnet werden, die nach dem KWKG gefördert werden und 2016 bis 2018 in Betrieb gingen [BAFA 2020⁵]. Gestiegen ist vor allem die Erzeugung von KWK-Strom aus Erdgas (s. Abbildung 5-6). Von 2015 auf 2016 hat die KWK-Erzeugung aus Erdgas

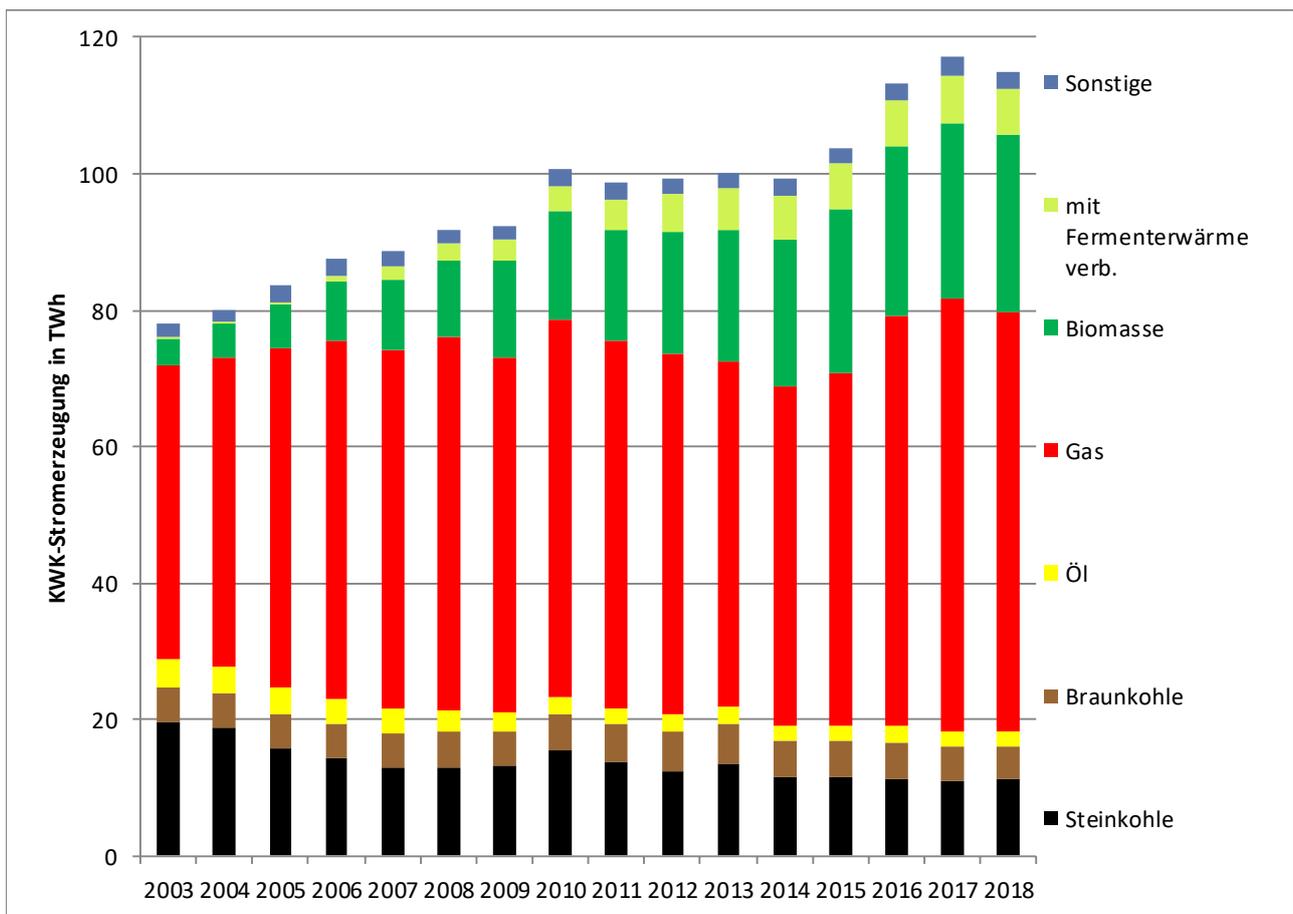
⁴ <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/nettostromerzeugung-deutschland-vorjahresvergleich/>

⁵ BAFA-Jahresmeldung 2018, Kategorien J.L.N > 1 MWel

sprunghaft um 8,3 TWh zugenommen, von 2016 auf 2017 noch einmal um 3,6 TWh. In 2018 nahm die Erzeugung aus Erdgas erstmalig seit 2014 wieder ab, um 2 TWh.

Neben allgemein niedrigen Gaspreisen hat auch die leicht kühlere Witterung in den Jahren 2016 und 2017 [Eurostat 2020⁶] die Strom- und Wärmeerzeugung aus Erdgas befördert. Ein weiterer Grund liegt in der Bestandsanlagenförderung, die im Jahr 2016 erstmalig gewährt wurde. Darüber hinaus hat im Bereich der KWK-Erzeugung der erhebliche Zubau an großen Gas-KWK-Anlagen den Anstieg bewirkt.

Abbildung 5-6: Entwicklung der KWK-Stromerzeugung nach Brennstoffen



Quelle: Aktualisierung von (Prognos AG et al. 2019), Datenquellen: Statistisches Bundesamt, AGEE Stat, BHKW-Umfrage Öko-Institut, (Öko-Institut und Statistisches Bundesamt (StBA) 2018)

Während die KWK-Stromerzeugung aus Erdgas von 2015 auf 2017 um gut 11 TWh anstieg, ist nach den Daten des Statistischen Bundesamtes, gleichzeitig auch die ungekoppelte Stromerzeugung aus Erdgas um fast 16 TWh angestiegen, bei leicht gesunkener Netto-Gesamt-Stromerzeugung.

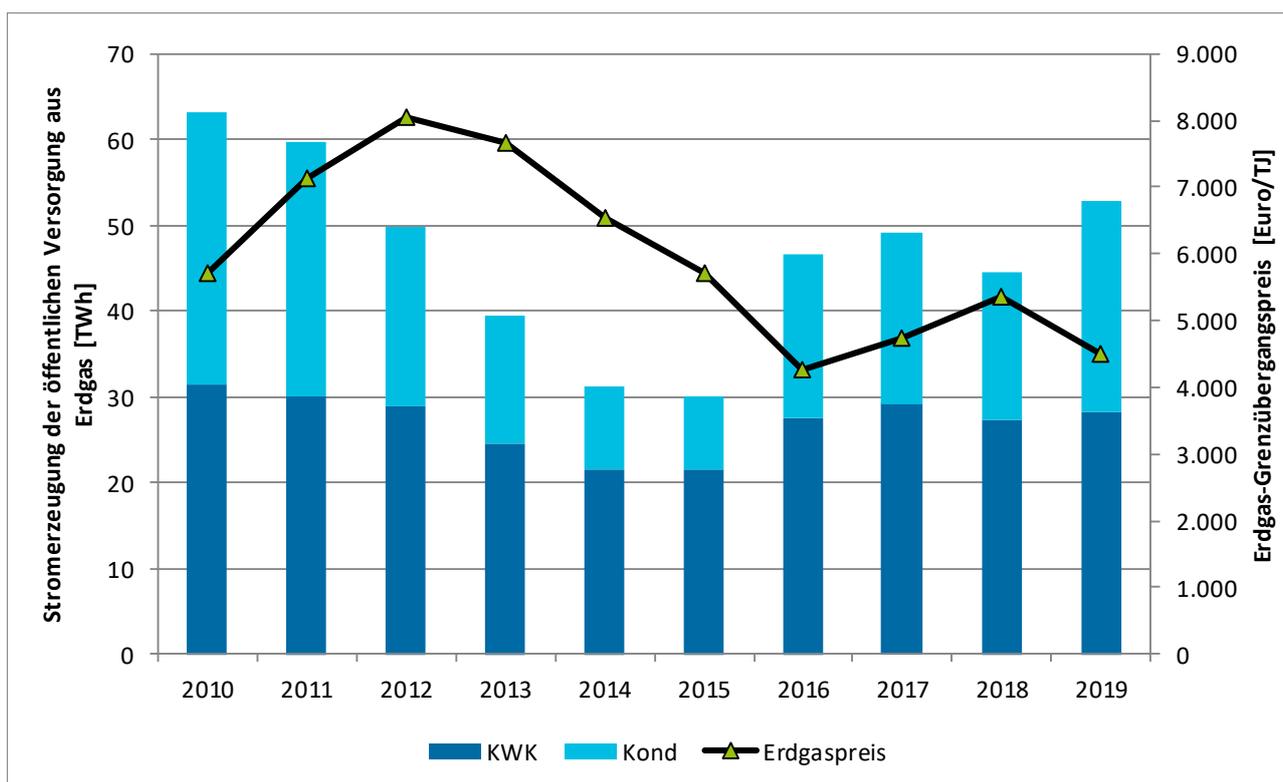
⁶ <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>

Bestandsanlagenförderung

Mit dem KWKG 2016 trat die vorübergehende Förderung von Bestandsanlagen in Kraft. Förderberechtigt sind hocheffiziente Gas-KWK-Anlagen über 2 MW_{el} , die zur Lieferung von Strom und Wärme an Dritte dienen. Die Förderung diente dazu, die Stilllegung von Anlagen der öffentlichen Versorgung zu verhindern und diesen höhere Vollbenutzungsstunden zu ermöglichen. Sie lief Ende 2019 aus.

In den Jahren 2010-2015 konnte eine stetige Abnahme der Stromerzeugung aus Erdgas der Anlagen der Öffentlichen Versorgung beobachtet werden (s. Abbildung 5-7). Die Abnahme betraf die KWK-Stromerzeugung, aber in noch stärkerem Maße die ungekoppelte (Kond-) Stromerzeugung. Im Jahr 2016 ist eine erhebliche Zunahme der Stromerzeugung aus Erdgas zu beobachten, die sich auch im Jahr 2017 fortsetzte. Dabei nahm die KWK-Stromerzeugung um 36 % von 2015 auf 2017 zu, während sich die ungekoppelte Stromerzeugung fast verdreifachte. Seitdem ist die KWK-Erzeugung aus Erdgas relativ konstant geblieben, während die Kondensationsstromerzeugung im Jahr 2019 einen erneuten, deutlichen Anstieg aufweist.

Abbildung 5-7: Entwicklung der Nettostromerzeugung aus Erdgas in der öffentlichen Versorgung



Quelle: Datenquellen: Statistisches Bundesamt, (Öko-Institut und Statistisches Bundesamt (StBA) 2018), Berechnung Öko-Institut; Bafa 2020⁷

⁷ https://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/Erdgasstatistik/erdgas_node.html

Gründe für diesen Anstieg seit 2015 sind einerseits niedrigere Gas-Preise, sowie die Inbetriebnahme von neuen KWK-Anlagen, insbesondere zwei größeren Gas-Heizkraftwerken in Düsseldorf (Lausward) und Köln (Niehl), deren jährliche KWK-Stromerzeugung zusammen schon etwa 2 TWh beträgt. Auch die Bestandsanlagenförderung dürfte eine Zunahme der KWK-Stromerzeugung befördert haben.

Insgesamt wurde die Förderung für 105 Bestandsanlagen bewilligt. Nach den KWKG-Jahresabrechnungen⁸ wurde von diesen eine KWK-Stromerzeugung von 10,7 TWh im Jahr 2016 und je 11,9 TWh in den Jahren 2017 und 2018 gefördert. In 2019 ist die Förderung für Bestandsanlagen abgesenkt worden. Für 2019 liegt noch keine Jahresabrechnung vor, die Prognose der Übertragungsnetzbetreiber weist 12,7 TWh aus (s. auch Abbildung 5-9). Die Daten des BAFA zur geförderten Stromerzeugung weichen von diesen Werten ab.

Mit dem Stand Mitte 2020 beträgt die Gesamtleistung der geförderten Anlagen 4,4 GW_{el}. Zur Einordnung dieser Leistung siehe Abschnitt 5.2.4.

5.2.2. In welcher Höhe hat die Förderung Investitionen in den Neubau oder die Nachrüstung oder Modernisierung von KWK-Anlagen bewirkt?

Es werden die Investitionen abgeschätzt mit der Annahme, dass ohne KWKG keine Investition erfolgt wäre. Der jährliche Zubau (elektrische Leistung) von neuen, modernisierten und nachgerüsteten KWK-Anlagen wird dazu mit typischen Investitionskosten multipliziert. Diese Daten liegen nach Größenklassen aggregiert vor und stimmen nur teilweise mit den Beispiel-KWK-Anlagen, die in den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen verwendet wurden, überein. Es kann nicht nach neuen, modernisierten oder nachgerüsteten Anlagen nach Größenklasse unterschieden werden und es werden daher die Investitionskosten der Neuanlagen genutzt. In Summe ergibt sich mit diesem Ansatz tendenziell eher eine Über- als Unterschätzung der Gesamtinvestitionen. Tabelle 5-8 zeigt die zur Berechnung verwendeten spezifischen Investitionskosten je Größenklasse. Hinzu kommt, dass bei einzelnen Projekten die Kosten insbesondere hinsichtlich der projektspezifischen technischen Einbindungskosten von den Standardwerten deutlich abweichen können. Die Investitionen werden für das jeweilige Inbetriebnahmejahr der Anlagen ausgewiesen. Zumeist wurde die Investition aber bereits ein oder mehrere Jahre zuvor getätigt.

⁸ <https://www.netztransparenz.de/KWKG/Jahresabrechnungen>

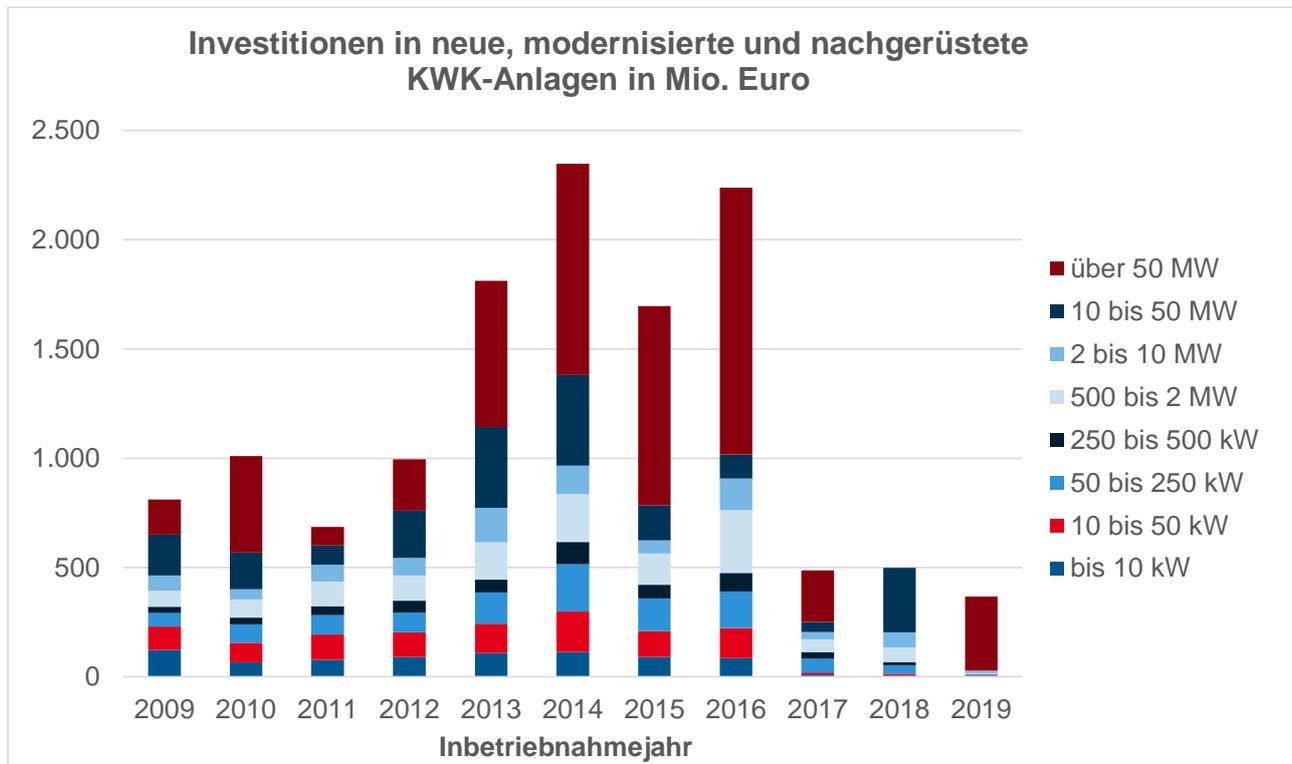
Tabelle 5-8: Spezifische Investitionskosten KWK-Anlagen nach Größenklassen

Größenklasse	Beispiel-Anlage	Investitionskosten in €/MW
1 bis 10 kW	BHKW 5 kW	7.000.000
10 bis 50 kW	BHKW 50 kW	2.850.000
50 bis 250 kW	BHKW 100 kW	2.300.000
250 bis 500 kW	BHKW 500 kW	1.575.000
500 bis 2 MW	BHKW 1999 kW	985.000
2 bis 10 MW	BHKW 10 MW	850.000
10 bis 50 MW	GuD 20 MW	1.250.000
über 50 MW	GuD 200 MW	1.150.000

Quelle: Prognos 2020

Zwischen 2009 und 2016 ergeben sich damit jährlich ausgelöste Investitionen in einer Höhe von 667 bis 2.270 Millionen Euro. Abbildung 5-8 und Tabelle 5-9 stellen die Ergebnisse im Detail nach Größenklasse und Inbetriebnahmejahr dar. Für die Jahre 2017 und 2018 lagen die Investitionen bei jeweils knapp unter 500 Millionen Euro. Für das Jahr 2019 sind die Daten noch nicht vollständig. In Summe betragen die ausgelösten Investitionen bis zum Jahr 2018 12,6 Milliarden Euro, bis zum Jahr 2019 12,9 Milliarden Euro.

Abbildung 5-8: Investitionen in geförderte KWK-Anlagen nach Größenklasse und Inbetriebnahmejahr



Quelle: BAFA-Daten, Stand Juli 2020, 2019 vorläufige Zahlen

Tabelle 5-9 Investitionen in geförderte KWK-Anlagen nach Größenklasse und Inbetriebnahmejahr

	2009	2010	2011	2012	2013	
bis 10 kW	112.256.000	60.672.000	70.656.000	83.648.000	99.072.000	
10 bis 50 kW	105.784.000	87.780.000	115.220.000	110.628.000	132.384.000	
50 bis 250 kW	58.815.000	82.080.000	85.162.500	88.155.000	140.197.500	
250 bis 500 kW	29.310.500	31.000.000	41.059.500	53.940.000	56.761.000	
500 bis 2 MW	73.274.150	82.956.700	112.437.750	114.565.350	171.705.200	
2 bis 10 MW	68.867.000	47.413.000	77.894.000	80.257.000	157.190.500	
10 bis 50 MW	180.816.000	160.176.000	84.180.000	208.464.000	355.032.000	
über 50 MW	154.000.000	422.411.000	80.080.000	224.301.000	640.475.000	
Summe in Mio €	783	974	667	964	1.753	
	2014	2015	2016	2017	2018	2019 *
bis 10 kW	105.024.000	83.776.000	77.248.000	10.993.850	5.618.900	2.211.650
10 bis 50 kW	180.460.000	116.956.000	135.212.000	8.329.125	8.654.310	2.774.475
50 bis 250 kW	212.377.500	144.990.000	164.002.500	62.582.770	38.318.000	4.312.500
250 bis 500 kW	99.014.000	61.008.000	84.831.500	30.882.600	14.442.750	2.296.350
500 bis 2 MW	220.137.650	143.307.650	287.846.550	58.687.285	68.154.120	5.144.655
2 bis 10 MW	130.067.000	59.602.000	143.760.500	33.409.590	68.477.700	11.278.650
10 bis 50 MW	398.328.000	154.656.000	105.360.000	45.025.000	295.460.000	0
über 50 MW	925.001.000	872.608.000	1.167.474.000	236.678.050	0	339.715.750
Summe in Mio €	2.270	1.637	2.166	487	499	368

* vorläufige Zahlen

5.2.3. Welche Auswirkungen hatte die KWK-Förderung für Neuanlagen, Nachrüstungen und Modernisierungen auf die KWK-Stromerzeugung? (inklusive Vergleich der Ausschreibungsgewinner und Ausschreibungsverlierer bei Ausschreibungen)

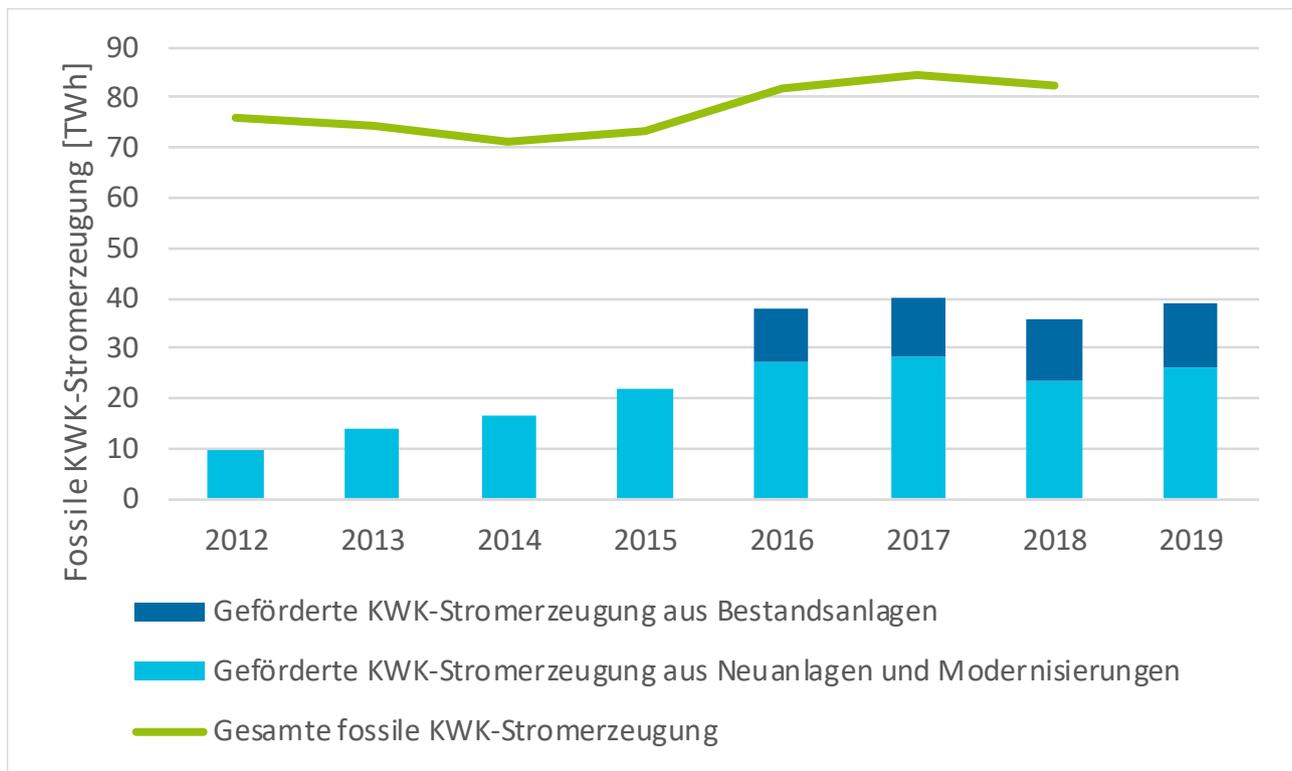
Durch die KWK-Förderung erhalten KWK-Anlagenbetreiber Zuschläge auf jede erzeugte Kilowattstunde KWK-Strom. Erzeugung in Zeiten negativer Strompreise wird nicht gefördert, jedoch wird die Förderung verlängert um die Zeiten, in denen bei negativem Strompreis produziert wurde. Das wurde mit der KWKG Novelle 2020 geändert, so dass ein stärkerer Anreiz besteht, nicht in diesen Zeiten zu produzieren.

Die Förderung ist ein wichtiger Bestandteil für die Wirtschaftlichkeit von KWK-Anlagen, so dass ein direkter Anreiz zum Betrieb der Anlagen besteht. Die Förderdauer ist je nach Förderkategorie beschränkt auf eine bestimmte Anzahl Vollbenutzungsstunden, in den meisten Fällen 30.000. Es

besteht ein Anreiz, diese Fördererträge möglichst frühzeitig zu generieren, andererseits trägt diese Gestaltung auch zur langfristigen Planbarkeit des wirtschaftlichen Betriebs bei. Mit der Novelle des KWKG in 2020 wird die jährliche Förderdauer stufenweise für alle Anlagen auf 3.500 Stunden begrenzt, so dass ein verstärkter Anreiz zu einem systemdienlichen Betrieb gegeben wird.

In Abbildung 5-9 wird die gesamte fossile KWK-Stromerzeugung in den Jahren 2012-2018 im Vergleich zu den geförderten Mengen dargestellt. Deutlich zeichnet sich die zusätzliche KWK-Stromerzeugung der Bestandsanlagen in den Jahren 2016-2019 ab. Im Jahr 2017 war der Anteil der geförderten KWK-Stromerzeugung an der gesamten, fossilen KWK-Stromerzeugung mit 48 % am höchsten.

Abbildung 5-9: Fossile KWK-Stromerzeugung, gefördert und ungefördert



Quellen: Statistisches Bundesamt, BHKW-Umfrage Öko-Institut, (Öko-Institut und Statistisches Bundesamt (StBA) 2018), KWKG-Jahresabrechnungen der ÜNB

Mit Stand Mitte 2020 erhalten erst fünf Anlagen mit 18 MWel eine Förderung, die in Ausschreibungen erfolgreich waren. Deren Erzeugung mit der Erzeugung von Ausschreibungsverlierern zu vergleichen, scheitert neben der geringen Anzahl an bereits geförderten Ausschreibungsgewinnern an der Verfügbarkeit von Informationen zu Anlagen, die in den Ausschreibungen nicht erfolgreich waren (s. Abschnitt 4.1.3).

5.2.4. Welche Auswirkungen hatte die Bestandsanlagenförderung auf den KWK-Bestand (Verhinderung von Stilllegungen) und die KWK-Stromerzeugung der geförderten bestehenden KWK-Anlagen?

Die eingeführte Förderung von Bestandsanlagen wurde gut angenommen. Die Stromerzeugung aus Erdgas sank in den Jahren 2010 bis 2015 um die Hälfte, besonders KWK-Anlagen der Öffentlichen Versorgung hatten wirtschaftliche Schwierigkeiten. Die Bestandsanlagenförderung sollte die

Schließung dieser Anlagen verhindern. Bis zum Dezember 2019 wurde die Förderung für 105 Bestandsanlagen mit insgesamt 4,4 GW bewilligt, 11-13 TWh wurden dabei jährlich gefördert, wobei keine Abnahme der Erzeugungsmenge durch die gesenkten Förderzuschläge 2019 erwartet wird. Die endgültigen Zahlen dazu werden Ende Oktober 2020 vorliegen⁹. In der Kraftwerksliste der Bundesnetzagentur von 2015 werden etwa 14 GW KWK-Gas-Kraftwerke in Betrieb ausgewiesen, wobei diese Leistung auch die Kondensationsscheiben der KWK-Anlagen umfasst. In der Kraftwerksliste mit Stand April 2020 werden 15 GW ausgewiesen, was einem Netto-Zubau von 1 GW entspricht. Aus diesen Daten kann entnommen werden, dass es zu keinem Netto-Abbau von Gas-Kraftwerksleistung im Zusammenhang mit KWK kam.

Die Betrachtung der reinen KWK-Leistung, also der elektrischen Gesamtleistung eines Kraftwerks abzüglich der sogenannten Kond-Leistung, die über die Leistung bei maximaler Wärmeauskopplung hinaus geht, wäre für die Bewertung hier jedoch zielführender. Allerdings wird dieser Wert in den Statistiken nicht verlässlich ausgewiesen. Bei einer anlagenscharfen Betrachtung, die sich noch im Aufbau befindet, ergibt sich eine KWK-Leistung im Bestand von etwa 9 GW für Erdgas-Anlagen über 10 MW, der etwa konstant geblieben ist. Damit fiel etwa die Hälfte der Gas-KWK-Bestands-Anlagen mit einer Leistung über 10 MW unter die Bestandsanlagenförderung.

Die KWK-Stromerzeugung aus Erdgas stieg im Jahr 2016 deutlich an (s. Abbildung 5-7), der Betrieb der KWK-Anlagen wurde durch die Förderung- aber auch durch die niedrigen Erdgaspreise wirtschaftlich, so dass es einen deutlichen Anreiz gab, Anlagenschließungen in diesem Zeitraum weitgehend zu vermeiden. Mit den Ergebnissen bezüglich der Leistungen und Erzeugung nach diesem Förderzeitraum wird zu erkennen sein, welche Leistungen direkt nach der Förderung außer Betrieb genommen werden. Diese Daten liegen derzeit (August 2020) noch nicht vor.

Von 2015 auf 2017 stieg die KWK-Stromerzeugung der öffentlichen Versorgung um 36 %, das sind 7,7 TWh. Die nicht geförderte Erdgas-KWK-Stromerzeugung in der Industrie stieg im selben Zeitraum um 3,5 TWh, das sind 24 %. Wird dieser ungeforderte Anstieg als kontrafaktische Überlegung auf die Erzeugung der Öffentlichen Versorgung angewendet, hat die Bestandsanlagenförderung zu einer zusätzlichen KWK-Stromerzeugung von etwa 2-3 TWh geführt.

5.2.5. Welche Auswirkungen hatte das KWKG im Hinblick auf zusätzliche Investitionen in Wärme- oder Kältespeicher bzw. Wärme- oder Kältenetze?

Um die Investitionen abschätzen zu können, wird zuerst der Zubau betrachtet, dann werden die mittleren Investitionskosten beschrieben.

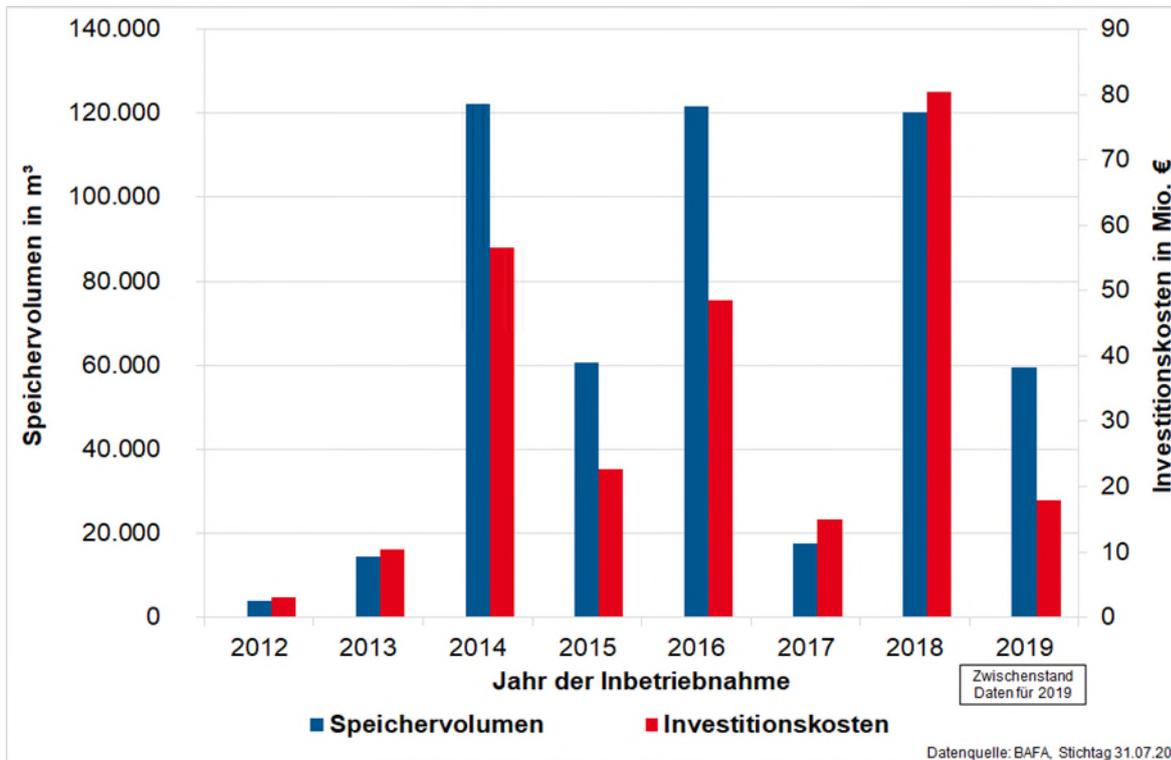
Wärmespeicher

Der Zubau von Wärmespeichern hat sich ab 2014 gut entwickelt, wenngleich in Abbildung 5-10 erhebliche Schwankungen zwischen den Einzeljahren zu erkennen sind. Dies lässt sich aber leicht erklären: das Speichervolumen eines Kalenderjahres hängt maßgeblich davon ab, ob in diesem Jahr große Speicher realisiert wurden oder nicht. Einzelne Großspeicher haben dann dominierende Anteile am Gesamtvolumen eines Jahres. In den Spitzenjahren 2014, 2016 und 2018 wurden jeweils rund 120.000 m³ Speichervolumen errichtet. Die Großwärmespeicher sind auch der Grund für das schwankende Verhältnis von Investitionskosten zu Speichervolumen in einem Jahr. In den Jahren 2016 und 2019 entfallen bspw. rd. 80% des Speichervolumens auf Speicher ab 10.000 m³, was zu niedrigeren Investitionkostensummen führt aufgrund der niedrigeren spez. Investitionskosten im

⁹ <https://www.netztransparenz.de/KWKG/KWKG-Umlagen-Uebersicht/KWKG-Umlage-2020>

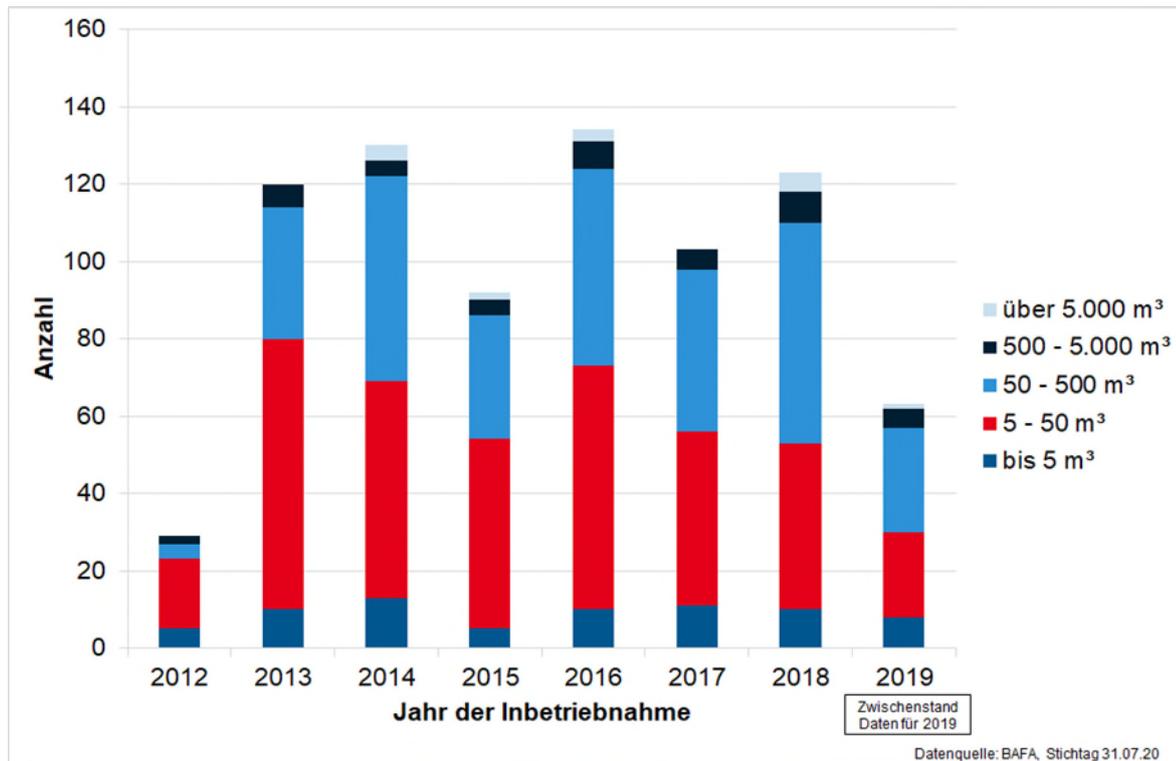
Vergleich zu kleinen Speichern. Die mittleren Investitionskosten von Großwärmespeichern in der Größenklasse ab etwa 5.000 m³ liegen in den letzten Jahren bei rund 500 €/m³.

Abbildung 5-10: Volumen und Investitionskosten von Wärmespeichern nach dem Jahr der Inbetriebnahme



Quelle: BAFA-Daten, Stand Juli 2020

In Abbildung 5-11 sind die Wärmespeicher in Größenklassen nach Anzahl und Jahr der Inbetriebnahme zwischen 2012 und 2019 dargestellt. Seit 2013 ergibt sich mit Ausnahme des Jahres 2015 ein relativ konstantes Niveau von im Mittel rund 120 neu errichteten Wärmespeichern im Jahr. Für 2019 sind die Daten noch nicht final, so dass nicht abschließend bilanziert werden kann, ob der Zubau das Niveau der Vorjahre erreichen wird.

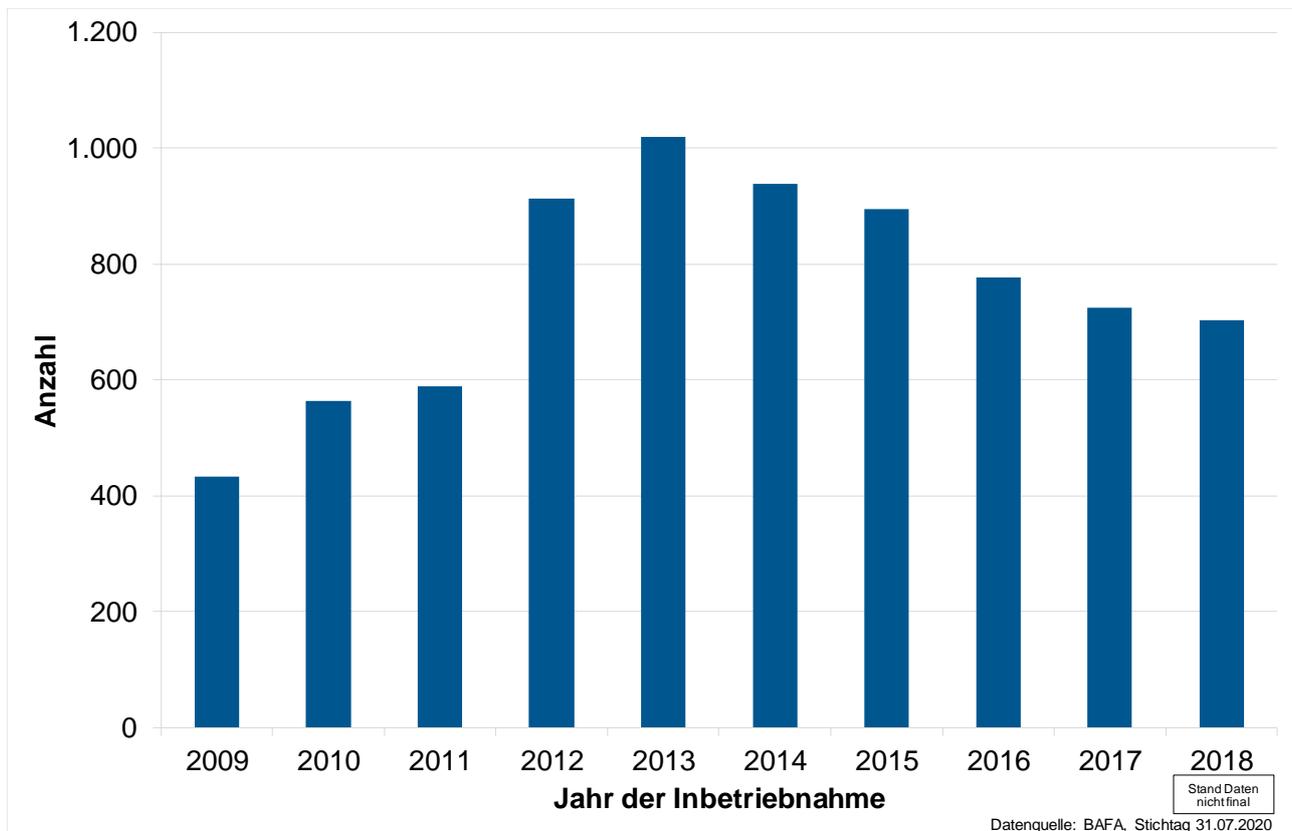
Abbildung 5-11: Anzahl Wärmespeicher nach Größenklassen und Jahr der Inbetriebnahme

Quelle: BAFA-Daten, Stand Juli 2020

Wärmenetze

Zunächst ist anhand der Abbildung 5-12 erkennbar, dass die Anzahl der Förderfälle zwischen 2009 und 2013 (die Jahreszahlen beziehen sich auf das Jahr der Inbetriebnahme) von etwa 400 auf ein Niveau von rund 900 jährlichen Förderfällen angestiegen ist, mit dem Höchstwert von 1.020 Förderfällen in 2013. Seitdem ist ein stetiges Absinken der absoluten Fallzahlen zu verzeichnen; 2017 liegt der Wert bei 725.

Abbildung 5-12: Anzahl Förderfälle Wärmenetze nach dem Jahr der Inbetriebnahme



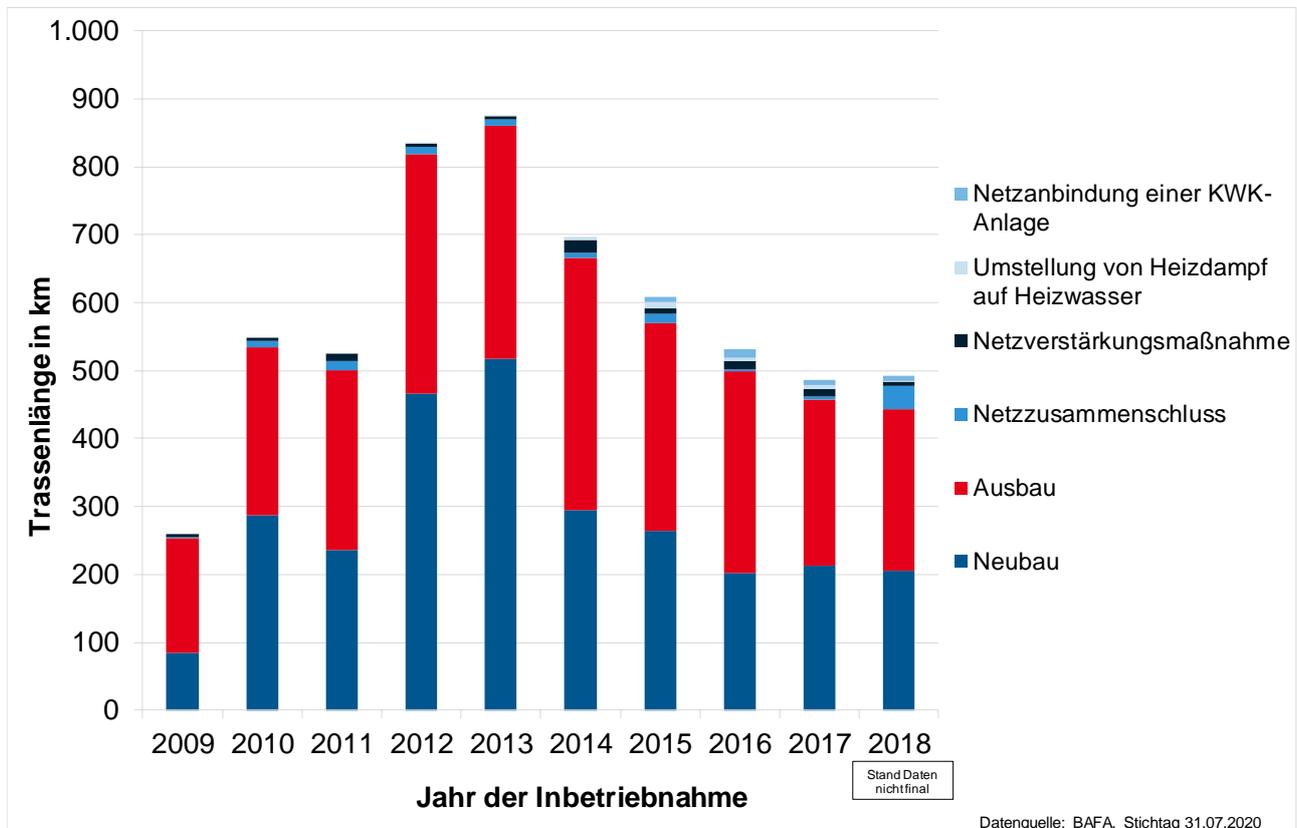
Quelle: BAFA-Daten, Stand Juli 2020

Abbildung 5-13 stellt die geförderte Trassenlänge der Baumaßnahmen nach Jahren dar. Sie zeigt einen weitgehend identischen Verlauf wie die Zahl der Förderfälle. Die mittlere Netzlänge je Förderfall ist über die Jahre weitgehend gleichgeblieben; sie liegt zwischen rund 600 m und 970 m; in den letzten dargestellten Jahren relativ konstant bei rund 700 m je Förderfall. In den Jahren 2012 und 2013 nahm die Trassenlänge mit jeweils rund 850 km/a am stärksten zu. In den letzten Jahren sank der Zuwachs auf rund 500 km/a ab. Damit sind allerdings immer noch mehr Netzkilometer gefördert worden als in den Jahren 2009 bis 2011.

Der Anstieg der insgesamt geförderten Trassenlänge in den Jahren 2012 und 2013 lässt sich vor allem durch den Anstieg von neu gebauten Netzen erklären. Im Vergleich zu den Vorjahren hat sich die Zahl der neu gebauten Netzkilometer etwa verdoppelt. Außerdem sind etwa ein Drittel mehr Netze ausgebaut worden. Der wesentliche Grund für den Sprung im Jahr 2012 dürfte die verbesserte Förderung des KWKG 2012 gewesen sein, die offensichtlich zu einer höheren Investitionsbereitschaft geführt hat.

Der Rückgang ab dem Jahr 2014 ergibt sich insbesondere durch den sich verringern den Netzneubau; beim Ausbau zeigt sich (mit nur geringen Schwankungen zwischen den Jahren) ein einheitliches Niveau von rd. 250 - 300 km/a.

Abbildung 5-13: Wärmenetz-Trassenlängen nach Baumaßnahmen und Jahr der Inbetriebnahme



Quelle: BAFA-Daten, Stand Juli 2020

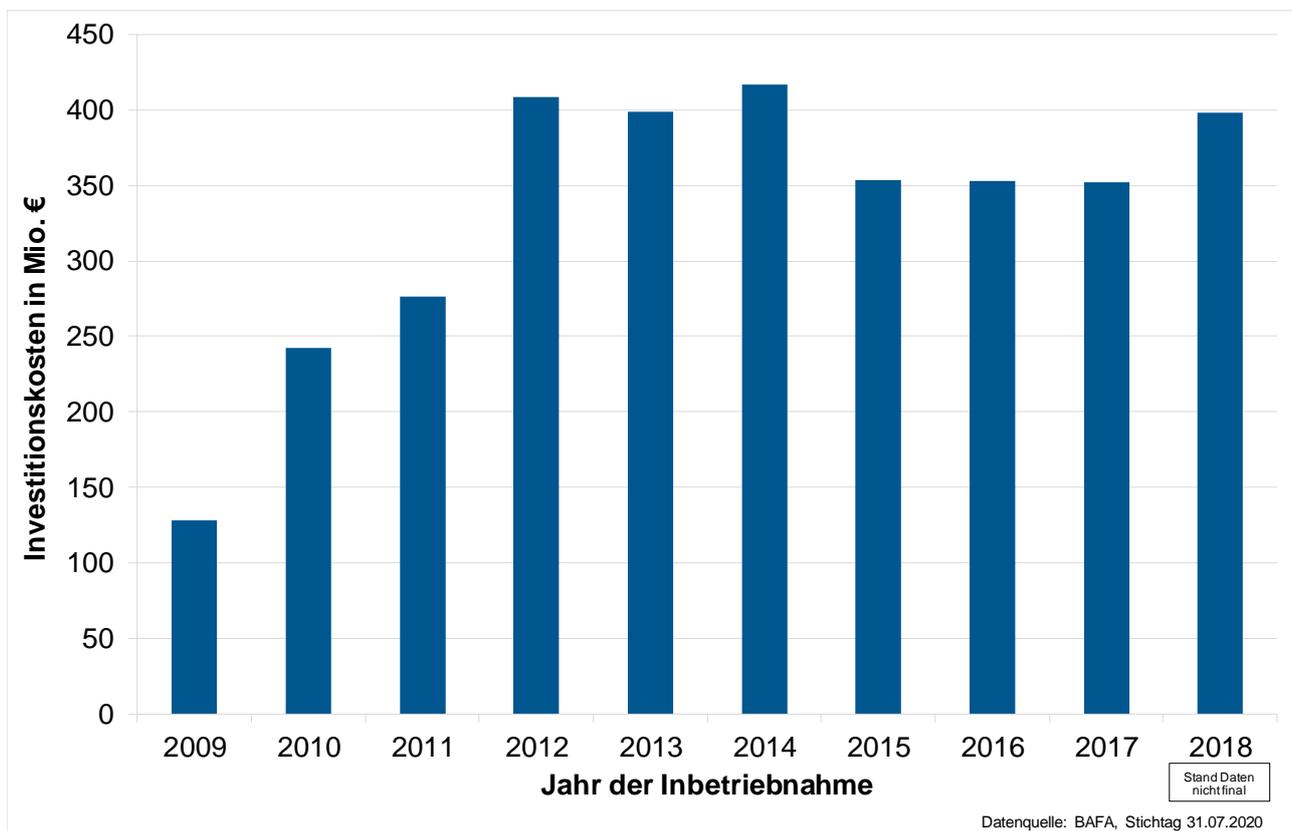
Die Zahl der geförderten Kilometer für weitere Maßnahmenarten wie die Netzanbindung von KWK-Anlagen, die Umstellung von Heizdampf auf Heizwasser, Netzverstärkungsmaßnahmen und Netzzusammenschlüsse ist vernachlässigbar. Erst ab dem Jahr 2015 zeigen diese mit zusammen im Mittel etwa 40 km einen gewissen Anstieg gegenüber dem Vorjahr. Im Jahr 2018 sind insgesamt 34 km Netzzusammenschluss zu verzeichnen; dies ergibt sich durch drei größere Maßnahmen in NRW. Es ist zu erwarten, dass andere Baumaßnahmen, wie die Umstellung von Heizdampf auf Heizwasser, in Zukunft eine größere Bedeutung erlangen werden. Hintergrund ist das Bemühen, die Effizienz des Systems (auch der sonst bei höheren Temperaturen auskoppelnden KWK-Anlagen) zu verbessern und die Netztemperaturen abzusenken. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für die Einbindung von Wärme aus erneuerbaren Energien, z. B. aus solarthermischen Anlagen.

Abbildung 5-14 zeigt den Verlauf der Investitionskosten innerhalb der Baujahre 2009 bis 2018. Die jährlichen Investitionskosten sind von ca. 129 Mio. € im Jahr 2009 deutlich auf über 400 Mio. € im Jahr 2012 gestiegen. Das Maximum wurde 2014 mit einer Investitionskostenhöhe von über 415 Mio. € erreicht. Seit 2012 ist ein relativ konstantes Investitionsniveau mit jeweils rund 350 - 400 Mio. € zu verzeichnen. Dies belegt, dass die Wärmenetzförderung durch das KWKG etabliert ist und fortlaufend in Anspruch genommen wird.

Der Verlauf über die Jahre weist bis 2013 eine ähnliche Charakteristik auf wie der Verlauf der Trassenkilometer, d.h. der spezifische Wert der Investitionskosten je m Trassenlänge ist (mit leichten Schwankungen in den Einzeljahren) mit rd. 480 €/m im Mittel in diesem Zeitraum relativ konstant geblieben (alle Angaben als mengengewichtete Mittelwerte). Seit 2014 ist ein deutlicher, kontinuierlicher Anstieg zu beobachten, der Mittelwert 2014 - 2018 liegt bei rd. 675 €/m, in den Jahren 2016 - 2018 sogar bei rd. 730 €/m). Der Anstieg der spezifischen Kosten ergibt sich im Wesentlichen durch veränderte Marktkosten für die Installation der Wärmenetze. Insbesondere die Tiefbaukosten sind in den letzten Jahren erheblich gestiegen; anders ausgedrückt: die Notwendigkeit einer Förderung hat sich dadurch stetig erhöht.

Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Werte erheblich beeinflusst werden durch diejenigen Maßnahmen, bei denen es sich nicht um Netzneu- oder -ausbau handelt – diese weisen spezifische Werte auf, die im Mittel fast dreimal so hoch liegen wie die o.g. Werte (der Grund dafür sind die vglw. geringen Netzlängen solcher kostenintensiven Maßnahmen). Betrachtet man nur den Netzausbau, so ergibt sich etwa das o.g., spezifische Kostenniveau; für Netzneubau liegen die Werte deutlich niedriger: in den Jahren bis 2013 bei rund 360 €/m, ab 2014 bei rund 500 €/m.

Abbildung 5-14: Investitionskosten für Wärmenetze nach Jahr der Inbetriebnahme



Quelle: BAFA-Daten, Stand Juli 2020

5.2.6. Welche Auswirkungen hatte die Einschränkung der KWK-Förderung bei der Eigenstromerzeugung auf Zubau und Vollbenutzungsstunden neugebauter KWK-Anlagen in diesem Bereich?

Diese Frage kann wegen der fehlenden Datengrundlage nicht auf Basis realer Anlagen beantwortet werden. Zum einen kann wegen des erst anlaufenden Marktstammdatenregisters noch nicht abgeschätzt werden, wie viele KWK-Anlagen in Betrieb gegangen sind, die nicht gefördert werden und deren Wirtschaftlichkeit wahrscheinlich auf der Eigenstromerzeugung basiert. Zum anderen fehlt jede Information über deren Betrieb. Siehe dazu auch Abschnitt 4.1.3.

Allein eine rein theoretische Betrachtung der Wirtschaftlichkeit könnte hier erfolgen.

Es ist anzunehmen, dass der erhebliche Rückgang in den geförderten KWK-Anlagen seit 2017 neben der Einführung der Auktionierung für Anlagen von 1-50 MWel auch seine Begründung in dem weitgehenden Beenden der Förderung für die Eigenerzeugung zu finden ist.

5.2.7. Hat die Anhebung der Förderhöchstgrenzen für Netze und Speicher zur Realisierung größerer Projekte und positiven Effekten auf die Flexibilität geführt?

Im Folgenden wird der durch das KWKG geförderte Zubau an Wärmespeichern dargestellt, die Förderung der Netze wurde in Abschnitt 5.2.5 betrachtet. Effekte auf die Flexibilität wurden nicht untersucht; jedoch ist grundsätzlich davon auszugehen, dass größere Speicher und Investitionen in die Netzinfrastruktur die Flexibilität der Erzeugungsanlagen im jeweiligen Versorgungssystem positiv beeinflussen.

Die Förderung der Wärmenetze erfolgt nach dem betrachteten KWKG 2017 als Investitionskostenzuschuss. Für neu verlegte Wärmeleitungen bis DN 100 beträgt er 100 €/m, höchstens aber 40 Prozent der ansatzfähigen Investitionskosten; für neu verlegte Wärmeleitungen größer als DN 100 beträgt er 30 Prozent der ansatzfähigen Investitionskosten des Neu- oder Ausbaus. Der Zuschlag darf insgesamt 20 Mio. € je Projekt nicht überschreiten. Dabei muss die Versorgung der Abnehmenden, die an das neue oder ausgebaute Wärmenetz angeschlossen sind, mindestens zu 75 Prozent mit Wärme aus KWK-Anlagen erfolgen oder mindestens zu 50 Prozent mit einer Kombination aus Wärme aus KWK-Anlagen, Wärme aus erneuerbaren Energien oder industrieller Abwärme, die ohne zusätzlichen Brennstoffeinsatz bereitgestellt wird; wobei in diesem Fall der Anteil der Wärme aus KWK-Anlagen 25 Prozent der transportierten Wärmemenge nicht unterschreiten darf.

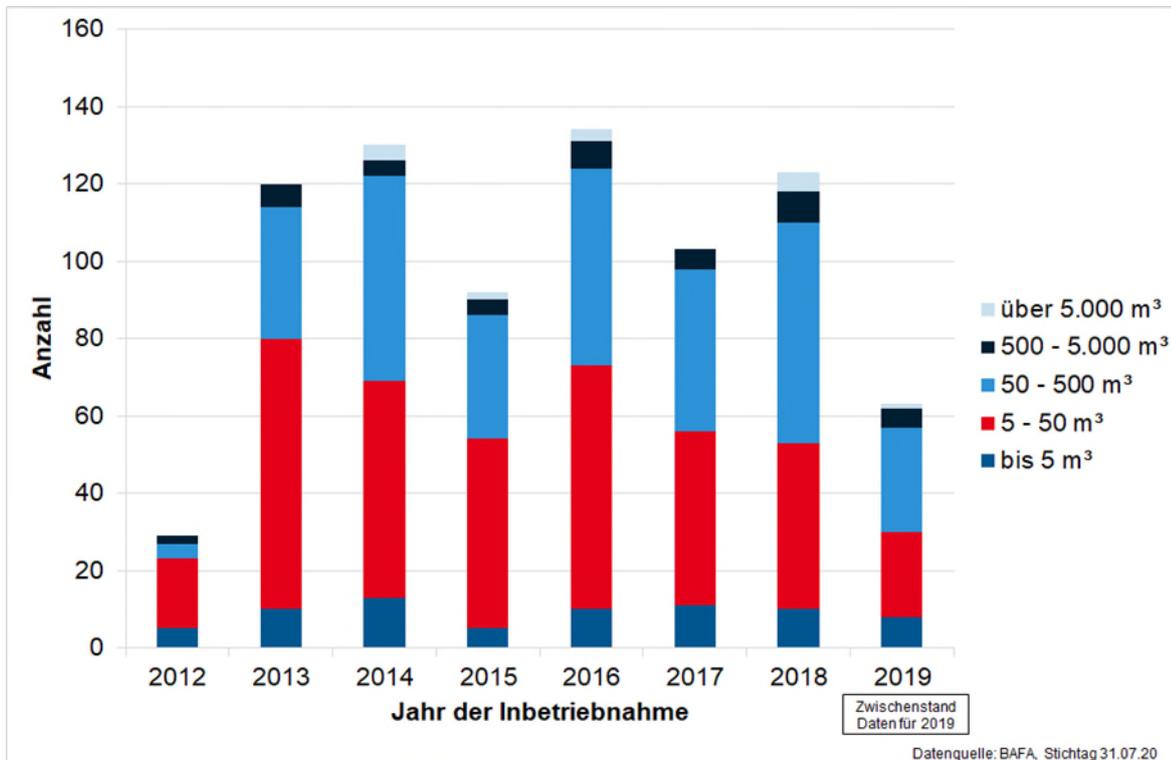
In Bezug auf die Wärmenetze zeigen die Abbildungen und Ausführungen im Abschnitt 5.2.5., dass die mittlere Netzlänge je Förderfall in den letzten Jahren relativ konstant geblieben ist, während die spezifischen Kosten je km Netz in der jüngeren Vergangenheit merklich angestiegen sind. Zusammengeführt ergibt dies einen leichten Anstieg der Investitionssumme je Förderfall. Lag dieser Wert im Mittel bis 2015 bei rd. 410 Tsd. €/Förderfall, so stieg dieser Mittelwert auf rd. 500 T€ für den Zeitraum 2016 – 2018. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Daten für 2018 noch nicht vollständig sind.

Die Förderung der Speicher erfolgt als Investitionskostenzuschuss. Der Zuschlag beträgt 250 € je Kubikmeter Wasseräquivalent des Wärmespeichervolumens. Bei Speichern mit einem Volumen von mehr als 50 Kubikmetern Wasseräquivalent beträgt der Zuschlag jedoch höchstens 30% der ansatzfähigen Investitionskosten. Der Zuschlag darf insgesamt 10 Millionen Euro je Projekt nicht überschreiten.

In Abbildung 5-15 sind die Wärmespeicher in Größenklassen nach Anzahl und Jahr der Inbetriebnahme zwischen 2012 und 2019 dargestellt. Seit 2013 ergibt sich mit Ausnahme des Jahres 2015 ein relativ konstantes Niveau von im Mittel rund 120 neu errichteten Wärmespeichern im Jahr.

Für 2019 sind die Daten noch nicht final, so dass nicht abschließend bilanziert werden kann, ob der Zubau das Niveau der Vorjahre erreicht.

Abbildung 5-15: Anzahl Wärmespeicher nach Größenklassen und Jahr der Inbetriebnahme



Wie die Abbildung verdeutlicht, hat sich die Zusammensetzung der Speicher-Größenklassen in den letzten Jahren nicht signifikant geändert. Zwischen 2012 und 2014 ist der Anteil der kleinen Speicher bis 50 m³ leicht gesunken und liegt seitdem bei rund 50% in Bezug auf die Anzahl der Förderfälle. Wärmespeicher ab 5.000 m³ wurden in Deutschland erst seit 2014 installiert. Im Allgemeinen kann aber bestätigt werden, dass die Anhebung der Förderhöchstgrenzen im Mittel zur Realisierung größerer Speicherprojekte ab 2014 geführt hat; eine statistische Auswertung ist allerdings aufgrund der geringen Fallzahlen nicht sinnvoll möglich.

5.2.8. Wurden Sicherungsmaßnahmen nach den Ausschreibungen eingeführt (Aufbau und Einsatz Pönale versus Projektrealisierungsrate)?

Ja, bei den Ausschreibungen wurden Pönalen eingeführt, diese sind in der Ausschreibungsverordnung in §21 geregelt. Es gab bereits auch einen Rückzug nach einer gewonnenen Ausschreibung und damit eine Zahlung der Pönale.

5.3. Indirekte Auswirkungen – Positiv

5.3.1. Welchen Beitrag hat die Stromerzeugung aus KWK-Anlagen zur Verminderung der CO₂-Emissionen geliefert?

Die KWK-Erzeugung führte im Jahr 2017 zu einer CO₂-Einsparung in Höhe von 17 bis 54 Millionen Tonnen, abhängig von den Annahmen hinsichtlich der Referenzwerte für die ungekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung (Prognos AG et al. 2019).

Der dort angesetzte obere Rahmen des Verdrängungsmix hat seine Berechtigung, wenn in der Einsatzreihenfolge (Merit-Order) der Kraftwerke im deutschen Strommarkt kohlebasierte Kraftwerke die Grenzkosten-Kraftwerke darstellen. Durch die erhebliche Reduktion der Stromerzeugung aus Kohle in den letzten Jahren kann dieser Ansatz für die Zukunft nicht weiter fortgeführt werden: Schon in 2019 beträgt die Steinkohleerzeugung nur noch 55 TWh, weniger als die Hälfte der Erzeugung im Jahr 2013. Allein im quantitativen Vergleich mit den Gesamtmengen an KWK-Strom wird deutlich, dass nicht die gesamte KWK-Stromerzeugung die Steinkohle-Erzeugung ersetzen kann. Der durchschnittliche Emissionsfaktor des Referenzsystems für systemdienlich betriebene KWK-Anlagen muss also schon in den aktuellen Jahren zwischen den Emissionsfaktoren von Gas-Kraftwerken und dem Verdrängungsmix liegen. Bei einem erfolgten Kohle-Ausstieg liegt der Verdrängungsmix einer vollständig systemdienlich betriebenen KWK-Anlage bei dem Emissionsfaktor einer Gas-GuD-Anlage, und damit nur etwa halb so hoch wie beim Emissionsfaktor eines Merit-Order-Kraftwerks im Jahr 2017.

Mit der zunehmenden Dekarbonisierung des Energiesystems wird also die CO₂-Einsparung durch die gekoppelte Erzeugung abnehmen.

Entscheidend ist vor allem der systemdienliche Betrieb der Anlagen, der die Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nicht verdrängen sollte. Anreize zur Systemdienlichkeit und Flexibilisierung sind entscheidend, um sicherzustellen, dass die KWK auch zukünftig ihren Beitrag zur Emissionsminderung und Effizienz erhalten kann.

5.3.2. Waren Unterschiede beim Beitrag zur CO₂-Einsparung in den verschiedenen Einsatzbereichen, Größenklassen etc. auch im Verhältnis zum Fördervolumen festzustellen?

Die CO₂-Einsparung der gekoppelten Erzeugung wird im Vergleich zur ungekoppelten Erzeugung ermittelt. Für die CO₂-Einsparung einzelner KWK-Anlagen kommen verschiedene Referenzsysteme in Betracht. Die Einsparung ist umso größer, je effizienter die KWK-Anlagen und je emissionsintensiver die Referenzsysteme sind. Entscheidend für die Betrachtung der Einsparung ist auch, dass die KWK-Erzeugung die ungekoppelte Erzeugung tatsächlich ersetzt.

Wird stromseitig eine konsequent systemdienliche Fahrweise der Anlagen angenommen, die ungekoppelte Stromerzeugung von effizienten GuD-Anlagen mit 56 % Wirkungsgrad ersetzt, und wärmeseitig eine konventionelle Wärmeerzeugung mit 95 % Wirkungsgrad, ergeben sich CO₂-Einsparungen von KWK-Anlagen von 7-20 %. Der Effekt des Methanschlupfes reduziert die CO₂-Einsparung bei Motoren, insbesondere den Turbomotoren, um bis zu 15 Prozentpunkten¹⁰. Ist die Fahrweise der Anlagen nicht konsequent systemdienlich, so dass eine Stromerzeugung auch zu Zeiten stattfindet, in denen eine Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien verdrängt wird, reduziert sich der Einspareffekt entsprechend. Gerade kleine KWK-Anlagen unter 50 kW und KWK-Anlagen, die vor allem der Eigenversorgung dienen, werden noch weitgehend unabhängig vom Strommarkt betrieben, so dass diese die theoretischen Einsparungen nicht erzielen.

Zunehmend ist die Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien und über Wärmepumpen als Referenzsystem zu betrachten. Wenn eine Erzeugung aus KWK-Anlagen eine emissionsärmere Wärmeversorgung auch nur zeitweise verdrängt, sinkt die CO₂-Einsparung entsprechend. Gerade bei Einzelhäusern und Nahwärmesystemen ist anzunehmen, dass in naher Zukunft oftmals hohe Anteile erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung umsetzbar sein werden. Somit sind die

¹⁰ Für die Abschätzung hier wird ein Schlupf von 4,5 % der CO₂-Emissionen für Motoren bis 100kW und 19 % für größere Motoren angesetzt.

Wärme-Referenzsysteme von kleinen KWK-Anlagen zunehmend emissionsärmer als die konventionelle Wärmeerzeugung mit einem Gaskessel. Vor diesem Hintergrund steht in Frage, ob der Einsatz von KWK-Anlagen in diesem Bereich auch mittelfristig noch zu signifikanten CO₂-Einsparungen führt.

Der tatsächliche CO₂-Effekt von einzelnen KWK-Anlagen lässt sich nur in Bezug auf den stundenscharfen Betrieb und die lokal zum Einsatz kommenden ungekoppelten Strom- und Wärmeerzeuger-Systeme ermitteln. Aggregierte Betrachtungen können immer nur allgemeine Durchschnittswerte verwenden, die weder die lokalen Gegebenheiten noch den tatsächlichen Betrieb der Anlagen berücksichtigen.

Vor diesem Hintergrund sollte die Reduktion des Methanschlupfs hohe Priorität in der Motoren-Entwicklung einnehmen. Zudem sollte die Problematik des Methanschlupfs im Rahmen eines wissenschaftlichen Prozesses untersucht werden und auf Basis der Ergebnisse im Rahmen der Evaluation die Klimawirkung von KWK-Anlagen auch unter Einbeziehung der Methanemissionen weiter untersucht werden. Dabei soll geprüft werden, ob perspektivisch bei KWK-Anlagen im Rahmen des KWKG auf niedrigere Methanemissionen hingewirkt werden kann. Auch sollten die Förderbedingungen dahingehend überprüft werden, dass KWK-Anlagen aller Größenklassen ergänzend zu Erneuerbaren Energien und damit systemdienlich betrieben werden.

Vor diesem Hintergrund ist die Reduzierung der förderfähigen Vollbenutzungsstunden in der KWKG-Novelle 2020 insbesondere auch für kleinere Anlagen sowie die Möglichkeit der Integration von EE-Wärmeerzeugern sowie PtH-Wärme für Anlagen ab 1 MW im Rahmen der neuen Bonusförderung ein wichtiger Schritt.

5.4. Indirekte Auswirkungen – Negativ

5.4.1. Welche negativen Rückwirkungen auf den Strommarkt hatte die KWKG-Förderung, insb. im Verhältnis zu den anderen Energiewendezielen?

Andere Energiewendeziele sind der Ausbau der Erneuerbaren Energien sowie die Erhöhung der Energieeffizienz. Auf die Energieeffizienz hat das KWKG keine negativen, sondern positive Effekte. Die negativen Effekte auf die erneuerbaren Energien werden im folgenden Unterkapitel 5.4.2 beschrieben.

5.4.2. Welche negativen Rückwirkungen hatte die KWKG-Förderung auf andere Stromerzeuger?

Seit dem KWKG 2016 bekommen Anlagenbetreiber für die Stromerzeugung bei negativen Strompreisen und bei Nullwerten keinen KWKG-Zuschlag mehr. Negative Preise auf dem Spotmarkt sind aber kein ausreichender Indikator für die Netzsituation an den Einspeisepunkten. So kommt es immer häufiger zu Situationen, in denen erneuerbare Energieerzeuger abgeregelt werden müssen, weil die Netze lokal nicht genügend Strom aufnehmen können.

Einem vorrangigen Abregeln von KWK-Anlagen vor EE-Anlagen stehen derzeit – neben den gesetzlichen Verpflichtungen – vor allem praktische Probleme entgegen. Diese sind beispielsweise rechtliche Unsicherheiten seitens der Übertragungsnetzbetreiber hinsichtlich Entschädigungsregelungen bei Wärmeausfall. Zudem haben die anfordernden Netzbetreiber nicht immer ausreichend Kenntnis darüber, inwieweit KWK-Anlagen Regelleistung vorhalten und damit zur Systemsicherheit beitragen. Mit den neuen gesetzlichen Verpflichtungen (Redispatch 2.0), die im Oktober 2021 in Kraft treten werden, sollen diese Unsicherheiten behoben werden.

Die Jahresauswertung der (Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt 2020) weist jeweils die Energieträger aus, die unter die Einspeisemanagement-Maßnahmen gefallen sind. Die Ausfallarbeiten von KWK-Strom betragen im Jahr 2018 2,47 GWh. Das sind weniger als 0,1% der gesamten Ausfallarbeit von 5.403 GWh. Der größte Anteil an der Ausfallarbeit beträgt mit Abstand auf Onshore-Windkraftanlagen mit 3.891 GWh.

Generell gilt, dass eine stärkere Einbeziehung von KWK-Anlagen bzw. von KWK-Erzeugung zum Redispatch die Abregelung von erneuerbarem Strom und den Bedarf an Redispatch insgesamt reduzieren kann. Technisch sind KWK-Anlagen in den meisten Fällen dazu in der Lage. Im Fall von Netzengpässen sollten KWK-Anlagen deshalb bei einem Einspeisemanagement nach § 13 Abs. 2 EnWG vor den erneuerbaren Energien, aber nach den ungekoppelten Kraftwerken abgeschaltet werden. Mit der Überführung des bisherigen Einspeisemanagements von EE- und KWK-Anlagen sowie von konventionellen Erzeugungsanlagen in ein einheitliches Redispatch-Regime (Redispatch 2.0) zum 1. Oktober 2021 wird dem Rechnung getragen.

5.5. Eignung

5.5.1. **Waren die KWKG-Zuschläge auf den Strompreis der beste Förderansatz? Wären mit anderen Förderansätzen (bspw. Steuern, Ausschreibungen, andere Instrumente) effizientere Ergebnisse möglich gewesen?**

In (Prognos AG et al. 2019) erfolgte eine ausführliche Analyse des Fördersystems auf Grundlage des KWKG 2017. Die Ergebnistabelle ist hier als Tabelle 5-10 dargestellt.

Die bestehenden Förderinstrumente mit der Förderung von KWK-Strom über die Instrumente Fixe Marktprämien / Ausschreibungen sind aus heutiger Perspektive die geeigneten Instrumente, um die derzeitigen Ziele des KWKG zu erreichen. Dies gilt für Ausschreibungen unter der Bedingung, dass ein ausreichender Wettbewerb gegeben ist und das geförderte Volumen ausreichende Erfolgchancen für Investoren bietet. Während die Ausschreibungen über die wettbewerbliche Vergabe der Förderung eine sehr kosteneffiziente Förderung erbringt, bieten feste Marktprämien Vorteile hinsichtlich der Integration einzelner, systemdienlicher Förderbedingungen. Diese Instrumente sind auch kurz- bis mittelfristig zur Förderung und Transformation des KWK-Marktes geeignet, allerdings ausdrücklich nur dann, wenn sich das Förderziel nicht grundlegend ändert.

Zur Analyse wurden acht mögliche Förderinstrumente anhand von elf Bewertungskriterien bewertet. Das Ergebnis ist in Tabelle 5-10 zu sehen:

Tabelle 5-10: Bewertung der Förderinstrumente

Relative Gewichtung der Kriterien	Bewertungskriterien	Bewertungskriterien							
		A Einspeisevergütung	B Gleitende Marktprämie	C Fixe Marktprämie mit Korridor	D Fixe Marktprämie	E Ausschreibungen	F Steuerliche Vergünstigungen	G Investitionshilfen	H Quotensystem
H	1 Effektivität	+	+	++	+	+	-	-	-
H	2 Kosteneffizienz	=	=	+	+	++	-	-	-
M	3 Systemdienlichkeit Strommarkt	--	-	=	+	+	=	=	=
M	4 Strommarktkompatible Investition	=	=	+	+	+	++	++	=
N	5 Auswirkungen auf EE-Stromanlagen	-	-	=	=	=	=	=	=
N	6 Auswirkungen auf EE-Wärmeanlagen	-	-	=	+	+	=	=	=
N	7 Verteilungseffekte	=	=	=	=	-	-	=	=
M	8 Anpassbarkeit Förderstruktur	=	=	+	++	=	-	-	--
M	9 Regulierungsrisiken	+	+	=	=	+	-	=	--
M	10 Unternehmensrisiken	++	+	+	=	-	-	+	--
N	11 Europäische Integration	+	=	=	+	+	-	+	--
	Gesamtbewertung	=	=	+	+	+	-	=	-

Quelle: Prognos et al. (2019)

Hinweis: H: Hoch M: Mittel N: Niedrig

Erste Wahl (und dabei gleichrangig) sind die Instrumente:

- Fixe Marktprämie mit Korridor,
- Fixe Marktprämie,
- Ausschreibungen.

Der Hauptgrund dafür ist, dass das derzeitige, primäre Ziel der Förderung, die Erhöhung der KWK-Stromerzeugung, direkt adressiert wird. Bei den drei genannten Instrumenten ist das geförderte Gut KWK-Strom. Daraus resultieren gute bis sehr gute Bewertungen bei den wichtigsten Kriterien Effektivität und Kosteneffizienz. Bei den beiden Marktprämien-Varianten wird die mit dem Preiskorridor als effektiver bewertet, da dieser zu höherer Sicherheit bzw. besserer Kalkulierbarkeit der Förderhöhe für die Unternehmen führt. Allerdings wird in dieser Variante die Wirkung des Strompreises gedämpft. Dadurch ergibt sich eine verminderte Steuerungswirkung hinsichtlich einer strompreisgeführten Betriebsweise der KWK-Anlagen. Ausschreibungen erhöhen ebenfalls die

Unternehmensrisiken: es besteht nur ein Förderanspruch, wenn das eigene Gebot erfolgreich ist. Das kann – insbesondere mit Blick auf eine sicherzustellende Versorgungsverpflichtung und die Projektierungszeiträume – ggfs. dazu führen, dass ein Investor statt einer KWK-Anlage eine andere (evtl. weniger effiziente) Erzeugungsanlage plant, was kontraproduktiv wäre hinsichtlich des KWK-Ausbauziels. Aus Sicht des Fördergeldgebers führt ein wettbewerbliches Verfahren zu einer höheren Kosteneffizienz. Deshalb ist zu prüfen bzw. sicherzustellen, dass ein ausreichender Wettbewerb im ausgeschriebenen Marktsegment gegeben ist. Auch aus rechtlicher Sicht stellen Marktprämien-Varianten sowie Ausschreibungen als Mittel zur Festlegung der Förderung geeignete Instrumente dar.

Gleichwohl die fixe Marktprämie mit Korridor ebenso gut bewertet wird wie die beiden anderen, derzeit angewendeten Förderinstrumente, gibt es keinen Grund für eine Umstellung auf dieses Instrument. Dies liegt einerseits daran, dass jede Umstellung mit Aufwand beim Gesetzgeber, aber auch bei den Adressaten der Förderung (Einarbeitung in neue Regeln, Überarbeitung von internen Wirtschaftlichkeitsrechnungen etc.) verbunden ist, dem aber in diesem Fall kein rechtfertigender Vorteil entgegensteht. Außerdem zeigt die mittelfristige Bewertungsperspektive die Tendenz auf, dass die fixe Marktprämie mit Korridor hinsichtlich der Bewertung gegenüber den beiden anderen Alternativen zurückfällt; d.h. später ein erneuter Wechsel des Instruments erforderlich sein könnte. Dies widerspricht dem Ziel der Kontinuität, also der längerfristigen Nutzung eines Förderinstrumentes.

5.5.2. Wie stellt sich die Effizienz des Förderinstrumentes KWKG-Zuschlag (operative Förderung) im Verhältnis zur Alternative von Investitionsbeihilfen dar?

In (Prognos AG et al. 2019) erfolgte eine ausführliche Analyse des Fördersystems. Die Ergebnistabelle ist hier als Tabelle 5-10 dargestellt. Die fixe Marktprämie erhält dort in der Bewertung ein +, während Investitionsbeihilfen nur mit einem = bewertet wurden. Das Förderinstrument der Investitionsbeihilfen erzielte in der Bewertung sowohl einzelne positive, aber auch einige negative Bewertungen, die folgendermaßen erklärt werden können:

Hervorzuheben ist die sehr gute Bewertung beim Kriterium strommarktkompatible Investition, die ansonsten nur die steuerlichen Vergünstigungen erzielen konnten. Dadurch, dass Investitionen in Neuanlagen direkt angereizt werden und die Einnahmen des Betreibers direkt vom Strompreis abhängen, spielt die Investition in strommarktkompatible Neuanlagen und Komponenten eine sehr wichtige Rolle für die Betreiber. Diese Anreize führen jedoch auf der anderen Seite dazu, dass das Instrument Investitionshilfen eine negative Bewertung beim Kriterium Effektivität erzielt: Die Stromproduktion erfolgt nur in Zeiten, in welchen der Börsenstrompreis so hoch ist, dass sich der Betrieb rentiert. Damit wird das Primärziel des KWKG nicht direkt adressiert und nicht effektiv verfolgt.

Positiv schneiden die Investitionshilfen noch bei den Kriterien Unternehmensrisiken und europäische Integration ab. Ein Unternehmensrisiko ergibt sich durch die Förderung insofern nicht, als die Förderhöhe mit dem Antrag auf Investitionshilfe feststeht und vom Betrieb unabhängig ist. Investitionshilfen sind daher ein einfaches und leicht kalkulierbares System. Die Gesamteinnahmen des Betreibers können über den Betrieb der Anlage gesteuert werden. Für die europäische Integration ist es positiv, dass das System sehr einfach ist.

Kriterien, die negativ bewertet wurden, sind die Kosteneffizienz und die Anpassbarkeit der Förderstruktur. Der Grund für die negative Bewertung der Kosteneffizienz ist, dass die Förderung Investitionen anreizt und nicht direkt die KWK-Stromerzeugung. Auch wenn Anlagen z.B. aus technischen Gründen für eine gewisse Zeit nicht laufen, bekommen sie die Investitionshilfe. Auch wenn im KWKG eine Kumulierung ausgeschlossen ist, so besteht zumindest eine theoretische

Möglichkeit, dass Anlagen Einkommen aus zwei Quellen generieren könnten, was die Gefahr von Mitnahmeeffekten birgt. Die reine Förderung der installierten Leistung kann also bei einzelnen Anlagen dazu führen, dass sie trotz gegebener Wirtschaftlichkeit noch eine zusätzliche Investitionshilfe bekämen, was in diesen Fällen kontraproduktiv für die Kosteneffizienz des Fördersystems wäre. Die Anpassbarkeit der Förderstruktur erhält eine negative Bewertung, da die Förderhöhe nur bedingt an Kriterien geknüpft werden kann. Sie kann z.B. nicht an Marktparameter oder den Börsenstrompreis gekoppelt werden. Auch der Weiterbetrieb von Bestandsanlagen ist nicht adressierbar.

Neutrale Bewertungen erhalten die Investitionshilfen bei fünf Kriterien. Die Systemdienlichkeit am Strommarkt, also der Betrieb der Anlage, wird durch die Förderung nicht direkt adressiert, was ausschlaggebend für die Bewertung war. Trotzdem profitieren die Anlagenbetreiber natürlich von einer systemdienlichen Betriebsführung, da sie bei hohen Börsenstrompreisen höhere Erlöse erzielen können. Da die Anlagen also tendenziell zu Zeiten mit hohen Börsenstrompreisen, also meistens Zeiten mit wenig EE-Strom produzieren, ergibt sich nur ein schwacher und indirekter Anreiz für die Betreiber, eine Investition in EE-Stromanlagen zu tätigen (ggfs. zur „Glättung“ seiner Stromproduktionsmengen), in der der Folge eine neutrale Bewertung in Bezug auf Auswirkungen auf EE-Stromanlagen. Direkte Rückwirkungen, also Auswirkungen auf EE-Wärmeanlagen, sind nicht gegeben.

Was die Regulierungsrisiken angeht, stehen sich zwei Effekte gegenüber: Auf der einen Seite sind die staatlichen Ausgaben sehr gut kalkulierbar. Auf der anderen Seite ist der tatsächliche Betrieb der Anlagen und damit die KWK-Strom- und Wärmeerzeugung unabhängig von der Förderung und damit schlecht kalkulierbar. Was die Verteilungseffekte angeht, schafft das Quotensystem für alle Akteure die gleichen Voraussetzungen und wird daher neutral bewertet.

5.6. Angemessenheit/Proportionalität

5.6.1. War die Förderung der Anlagen angemessen? Wie hat sich die Wirtschaftlichkeit der geförderten Anlagen in einem sich wandelnden Marktumfeld entwickelt?

Die Angemessenheit der Förderung wird einmal jährlich überprüft und wurde bislang immer bestätigt.

Die Wirtschaftlichkeit wurde im Evaluierungsbericht 2019 (Prognos AG et al. 2019) detailliert analysiert: Der Neubau von KWK-Anlagen ist ohne Förderung nicht wirtschaftlich und eine Investition unterbleibt. Diese energie- und klimapolitisch wünschenswerte Technologie kann somit im Strommarkt die CO₂-intensive Erzeugung anderer Kraftwerke - insbesondere von Steinkohlekraftwerken - nicht verdrängen. Die Zahlung von festen Zuschlägen auf die förderfähige Strommenge verändert die Wirtschaftlichkeit der KWK-Anlagen. Zu den Erlösen auf dem Strommarkt addieren sich die Zuschläge aus der KWKG-Förderung, die KWK-Anlagen bieten nun zu Grenzkosten abzgl. der KWKG-Zuschläge. Dadurch kommen auch Gas-KWK-Anlagen gegenüber Kohlekraftwerken in der Merit Order häufiger zum Einsatz. Die Anzahl der Vollbenutzungsstunden der Anlagen steigt und ihre Wirtschaftlichkeit verbessert sich. Dadurch wird unmittelbar mehr KWK-Strom produziert und die Effizienz der Stromerzeugung steigt. Die Förderung trägt somit zur CO₂-Emissionsreduzierung bei.

Die Förderung über das KWKG soll eine Investitionsentscheidung zu Gunsten einer KWK-Anlage unter normalen Kapitalrenditen bewirken. Der Zuschlag auf den KWK-Strom soll letztendlich so hoch sein, dass der Investor sich bei der Entscheidung zwischen der Investition in eine KWKG-Anlage auf

der einen Seite und der Opportunität des Fremdstrombezugs und einer ungekoppelten Wärmeerzeugung auf der anderen Seite für den Bau einer effizienteren KWK-Anlage entscheidet.

Für die betrachteten typischen Anlagen wird die Wirtschaftlichkeit mit der internen Zinsfußmethode berechnet. Diese Methode stellt gemäß der VDI-Richtlinie 3985 „Grundsätze für Planung, Ausführung und Abnahme von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen mit Verbrennungskraftmaschinen“ eine der drei vorzugsweise eingesetzten Berechnungsmethoden zur Wirtschaftlichkeit dar.

Die Wirtschaftlichkeit der KWK-Anlagen hat sich gegenüber der letzten umfassenden Evaluierung der KWK im Jahr 2014 verändert. Im Detail ergeben sich gegenüber den Berechnungen bei einzelnen Anlagen Verschlechterungen, bei den meisten Anlagen jedoch Verbesserungen der Wirtschaftlichkeit.

Neben den gestiegenen Großhandelsstrompreisen hat die Anhebung der Vergütungssätze für Netzeinspeisung durch die letzte KWKG-Novelle die Wirtschaftlichkeit von Anlagen in der öffentlichen Versorgung verbessert. Gleichzeitig verschlechterte die Abschaffung bzw. Beschränkung der Förderung des selbstgenutzten Stroms die Wirtschaftlichkeit der betroffenen Anlagen. Trotzdem bleiben diese Anlagen oft wirtschaftlich. Im Ergebnis hat die KWKG-Novelle 2016 die Wirtschaftlichkeit der KWK-Anlagen mit und ohne Eigenversorgung stärker angeglichen.

Am wenigsten wirtschaftlich sind sehr kleine KWK-Anlagen mit einer Größe von unter 5 kW_{el} und KWK-Anlagen, die den erzeugten Strom zu 100 % ins öffentliche Netz einspeisen. KWK-Anlagen, deren erzeugter Strom überwiegend selbst genutzt wird, erzielen im Schnitt die höchsten Projektrenditen. Die maximale Förderdauer beträgt für Neuanlagen bis 50 kW elektrischer Nennleistung 60.000 Vollbenutzungsstunden, für alle anderen Anlagen 30.000 Vollbenutzungsstunden.

Tabelle 5-11 zeigt die Projektrendite für 15 Anlagentypen (KWK-Anlagen im gesamten Leistungs- und Technologiespektrum), die mit der Europäischen Kommission abgestimmt sind.

Tabelle 5-11: Projektrendite (interner Zinsfuß) für Neubauprojekte von Objekt- und Industrie-KWK-Anlagen

Mit KWK-Zulage für Anlagen <1MW	BHKW 1	BHKW 2	BHKW 3	BHKW 3a	BHKW 4	BHKW 5	BHKW 5 Dampf	DT 1	GT 1	BHKW 6	BHKW 6 Dampf	GuD 1
Anlagengröße	1 kW	5 kW	50 kW	100 kW	500 kW	2 MW	2 MW	5 MW	5 MW	10 MW	10 MW	20 MW
Einfamilienhaus	-X											
Zweifamilienhaus	-35%	-37%										
12 Familienhaus		-39%										
60 Familienhaus		-13%										
Dienstleistungen		-3%										
Schule			1%									
Einzelhandel			8%									
Krankenhaus			20%									
Hotel			17%									
Stadtwerk				18%								
Maschinenbau					25%							
Automobilzulieferer					22%	19%	14%					
Automobilwerk						29%	23%	14%	27%	28%	23%	19%
Papier (BesAR)								-4%	1%	3%	-3%	4%
Chemie (BesAR)												5%

Quelle: (Prognos AG et al. 2019)

Hinweis: Rote Schrift: Negative Projektrendite, -X = unwirtschaftlich, da dauerhaft negativer Cashflow
 Kursive Schrift: Fälle, die aufgrund der Entscheidung für die Eigenversorgung keine Förderung nach dem KWKG (Zuschläge für Einspeisung/Selbstnutzung) erhalten

Die Veränderungen in der Wirtschaftlichkeit gegenüber den Ergebnissen aus dem Jahr 2014 sind vor allem auf fünf Faktoren zurückzuführen:

1. Die Investitionskosten sind bei nahezu allen Anlagen gegenüber 2014 leicht gestiegen.
2. Die Strombezugskosten und auch die Erlöse für die Einspeisung von Strom sind gestiegen, die Erdgaspreise gesunken.

3. Die Zuschlagsätze wurden im KWKG 2016 angepasst.
4. Im KWKG 2017 wurden Ausschreibungen für das Anlagensegment von 1 MW bis 50 MW eingeführt, die bei Eigenversorgung zu einem Verlust der Förderung führen.
5. Im EEG 2017 wurde die Begünstigung für KWK-Anlagen bei der EEG-Belastung für das Anlagensegment von 1 MW bis 10 MW geändert.

Vom Zusammenspiel dieser Veränderungen waren die untersuchten Fälle in unterschiedlicher Weise betroffen. Generell verschlechterte sich durch die Anpassungen im KWKG und EEG die Wirtschaftlichkeit größerer industrieller Anlagen mit hohen Strom-Eigennutzungsquoten gegenüber 2014, kleinere Anlagen mit niedrigerer Eigennutzungsquote hingegen profitierten von den Gesetzesänderungen. Hier fand also eine gewisse Angleichung der Wirtschaftlichkeit zwischen größeren industriellen Anlagen und kleineren Anlagen in anderen Sektoren statt. Insgesamt hat sich die Wirtschaftlichkeit für die untersuchten Fälle im Vergleich zu 2014 eher verschlechtert. Für die einzelnen Fälle ergibt sich folgendes Bild:

Sehr kleine KWK-Anlagen (1 kW, 5 kW) haben in den betrachteten Varianten 2019 eine negative Projektrendite. Sie sind damit bei Ein- und Zweifamilienhäusern in etwa gleich unwirtschaftlich wie in der Evaluierung 2014. Im Bereich von Mehrfamilienhäusern und im Sektor GHD hat sich die Wirtschaftlichkeit verschlechtert, so dass positive Projektrenditen hier in der aktuellen Untersuchung der Abnahmefälle nicht mehr auftreten. Dennoch sind KWK-Anlagen auch in solchen Anwendungsfeldern in der Praxis anzutreffen, wenn die konkreten Rahmenbedingungen von den Standardannahmen positiv abweichen bzw. sich aus ordnungsrechtlichen Gründen (EnEV, EEWärmeG, EWärmeG) ein Einsatz positiv darstellen lässt. Kleine Anlagen profitieren zwar von den gesunkenen Erdgaspreisen, aufgrund ihrer hohen Kapitalkosten, die sich im Vergleich zur Evaluierung 2014 noch erhöht haben, schlagen sich diese aber weniger stark auf die Projektrendite durch. Für Anlagen in der Eigenversorgung wirkt sich die Einschränkung der Förderung auf Strom, der in das Netz der allgemeinen Versorgung eingespeist wird, nachteilig aus. Dies wird durch die gestiegenen Zuschlagssätze für die Netzeinspeisung zum Teil ausgeglichen.

Kleinere KWK-Anlagen (50 kW) im Bereich von Mehrfamilienhäusern und im Sektor GHD haben eine positive Projektrendite. Ein wirtschaftlicher Einsatz ist möglich, wenn ein Großteil des erzeugten Stroms im Objekt selbst genutzt werden kann. Dies entspricht in etwa der Wirtschaftlichkeit in der Evaluierung 2014. Für diese Anlagen wirken sich sowohl die neuen Förderbedingungen als auch die gefallenen Brennstoffpreise ähnlich wie bei den KWK-Anlagen in Ein- und Zweifamilienhäusern aus.

Mittelgroße Anlagen, die weder unter die neuen Ausschreibungsregeln des KWKG 2017 noch unter die Neuregelungen des EEG 2017 zur variablen EEG-Belastung fallen, weisen in den untersuchten Fällen (100 kW, 500 kW) durchweg positive Projektrenditen auf, die bei hohen Eigennutzungsquoten für den erzeugten Strom auch die Renditeanforderungen der Industrie erfüllen. Dies bestätigt die Ergebnisse aus dem Jahr 2014.

Wirtschaftlich sind weiterhin KWK-Anlagen im gewerblichen und industriellen Bereich mit hohen Nutzungsstunden und einem relativ hohen Strombezugspreis. Dies entspricht dem grundsätzlichen Ergebnis aus dem Jahr 2014, wenngleich die Projektrenditen für die größeren untersuchten Abnahmefälle ab 1,99 MW durch den Verlust der Förderung im Anlagensegment zwischen 1 MW und 50 MW und die Neuregelungen des EEG 2017 (Anlagensegment 1 MW bis 10 MW) z. T. deutlich gesunken sind.

Größere und große KWK-Anlagen im Bereich der energieintensiven Industrie weisen im Vergleich zu Anlagen außerhalb der BesAR deutlich niedrigere, teilweise sogar negative Projektrenditen auf. Die Ermäßigungen und Befreiungen bei den einzelnen Strompreiskomponenten (EEG-Umlage,

sonstige Umlagen, ermäßigte Netzentgelte nach § 19 StromNEV, Strompreiskompensation, Stromsteuer) senken den Bezugspreis für Strom aus dem Netz der allgemeinen Versorgung. Der Vorteil der Stromerzeugung von KWK-Anlagen vor Ort fällt dadurch geringer aus. Hinzu kommt der Verlust der Förderung durch das KWKG (Ausschreibung). Ein wirtschaftlicher Betrieb von neuen Anlagen ist unter Berücksichtigung der Renditeerwartungen in der Industrie in der Regel nicht mehr möglich.

Öffentliche Versorgung

Im Vergleich zu den Ergebnissen der Evaluierung 2014 stellt sich die wirtschaftliche Situation von Neubauanlagen in 2019 besser dar. Dies liegt besonders an der günstigeren Preiskonstellation: Erdgaspreise haben sowohl kurz- als auch mittelfristig ein niedriges Niveau, die Großhandelsstrompreise sind dagegen leicht gestiegen. CO₂-Zertifikatepreise sind aktuell deutlich höher als in den Jahren 2014-2017, wovon die Effizienztechnologien wie die KWK profitieren. Dieser Trend zeigte sich auch in der jährlichen Überprüfung der KWKG-Zuschlagssätze 2016-2018: die Wirtschaftlichkeit von KWK-Neubauprojekten hat sich in den letzten Jahren kontinuierlich verbessert. Insbesondere wenn ein Projekt besonders günstige Rahmenbedingungen aufweist, werden KWK-Neubauprojekte realisiert. Das können zum Beispiel ein höherer erzielbarer Wärmeerlös sein oder ein bestehender Standort, an dem günstig gebaut werden kann. Insgesamt wird der Bau von Neubauanlagen durch die Förderung über das KWKG möglich gemacht.

Tabelle 5-12: Projektrendite für Neuanlagen 2019 mit KWK-Zuschlag (inkl. ETS, ohne Kohle-Bonus)

		BHKW 6	GuD 1	GuD 2	GuD 3	GuD 4
Elektrische Nennleistung	MW	10	20	100	200	450
Projektrendite (inkl. KWKG Förderung)		Ausschreibung		1,5%	4,0%	6,7%

Quelle: Prognos et al. (2019)

Bestandsanlagen

Die Wirtschaftlichkeit von KWK-Bestandsanlagen der öffentlichen Versorgung hat sich ebenfalls deutlich gebessert. Die KWKG-Bestandsanlagenförderung lief Ende des Jahres 2019 aus. Für einige Anlagen im Größensegment ab 50 MW wurde die Bestandsanlagenförderung bereits davor abgesenkt und damit Überförderungen vermieden. Die im Vergleich zum Jahr 2014 deutlich verbesserte Marktsituation dürfte sich perspektivisch durch weiter steigende CO₂-Preise sowie den Ausstieg aus der Kernkraft im Jahr 2022 und den schrittweisen Kohleausstieg weiter verbessern, so dass es einer Fortführung der Bestandsanlagenförderung nicht bedarf.

6. Zusammenfassung der Ergebnisse der Evaluierung

Das direkte Ziel der Fördermaßnahme wird voraussichtlich erreicht, ebenso wie die damit verbundenen indirekten Ziele. Mit der Novelle des KWKG 2016/17, die hier im Fokus steht, wurden wichtige Impulse gesetzt. So wurde die Förderung der Eigenversorgung deutlich begrenzt und die

Förderung von neuer Kohle-KWK beendet. Das KWK-Ziel wurde in ein absolutes, statt relatives Ziel umdefiniert und Auktionen wurden eingeführt, erstmalig wurden dabei Anreize zur Einbindung erneuerbarer Wärme in KWK-Systeme gesetzt.

Das KWKG fördert die gekoppelte Erzeugung von Strom- und Wärme, um die wirtschaftliche Benachteiligung der KWK-Anlagen zu reduzieren. Damit wird im derzeitigen Stromsystem ein Anreiz zur Brennstoffeinsparung gesetzt. Auf der Wärmeseite sind die emissionsarmen bzw. -freien Technologien oftmals noch nicht ausgereift genug für die großskalige Anwendung, bzw. ist deren kurzfristige Umsetzung aus infrastrukturellen Gründen erschwert. Nach der Analyse in (Prognos AG et al. 2019) sind die bestehenden Förderinstrumente mit der Förderung von KWK-Strom über die Instrumente Fixe Marktprämien / Ausschreibungen aus heutiger Perspektive die geeigneten Instrumente, um die derzeitigen Ziele des KWKG zu erreichen.

Das KWKG sichert den Erhalt und ermöglicht den Ausbau von Wärmenetzen, die in verdichteten Bebauungen als erforderlich für den zukünftigen Einsatz erneuerbarer Energien angesehen werden. Eine verstärkte Einbindung verschiedener emissionsarmer oder -freier Wärmequellen in diese Netze ist sinnvoll, um die gesetzten Treibhausgasziele von Deutschland zu erreichen. Dazu regt das KWKG an verschiedenen Stellen kontinuierlich stärker an. Der erste konkrete Schritt dazu erfolgte mit der Einführung der Ausschreibungen für innovative KWK-Systeme mit der KWKG Novelle 2017. Mit der Novelle 2020 wurde die Einbindung erneuerbarer Wärme noch weiter verfolgt und findet in verschiedenen neuen Regelungen Ausdruck. So ist der erforderliche Anteil an erneuerbaren Energien bei der Förderung von Wärmenetzen mit der Novelle 2020 erhöht worden, ebenso wie die Förderung für Wärmenetze. Außerdem werden durch einen neuen Bonus für innovative erneuerbare Wärme im Ausschreibungssegment 1 bis 50 MW Anreize für eine stärkere Integration erneuerbarer Energien im Verbund mit einem KWK-System gesetzt.

Das KWKG erleichtert seit 2016 den Umstieg von Kohle- auf emissionsärmere Gas-Heizkraftwerke durch die Förderung der KWK-Stromerzeugung und den Kohleersatz-Bonus. Damit stellt es ein wichtiges flankierendes Element für den Ausstieg aus der Kohleverstromung in Deutschland dar.

Die durch das KWKG geförderte KWK-Erzeugung bewirkt im Vergleich mit emissionsintensiveren ungekoppelten Erzeugungsvarianten eine Einsparung an Emissionen. Eine kontinuierliche, zunehmende Einbindung von erneuerbaren Energien ist Voraussetzung für die zukunftsfähige Gestaltung des Energiesystems. Der tatsächliche Betrieb von KWK-Anlagen, der konsequent die emissionsarme oder -freie Erzeugung ergänzt, ist daher entscheidend für die CO₂-Einsparungseffekte einzelner Anlagen. Flexibilität und Systemintegration der KWK-Anlagen sollten daher weiterentwickelt und angereizt werden, um die Rolle der KWK im Stromsystem weiterzuentwickeln und die Kompatibilität mit emissionsarmen Alternativen zu gewährleisten.

Die Novelle des KWKG 2016 setzte dazu deutliche Anreize, die mit der Novelle 2020 verstärkt wurden: Diese sind z.B. die verschärften Neuregelungen bei der Stromerzeugung zu Zeiten negativer Strompreise, der weitgehende Ausschluss der Eigenerzeugung aus der Förderung, die Reduktion der jährlich geförderten Vollbenutzungsstunden, die Förderung von Wärme- und Kältespeichern und -Netzen, der Bonus für PtH-Anlagen und der Südbonus, ebenso wie die Förderung für innovative KWK-Systeme (Ausschreibungen und Bonus). Verschärfende Kriterien bezüglich der Effizienzkriterien der KWK-Anlagen - über die Anforderungen der europäischen Richtlinien zur Hocheffizienz hinaus - erscheinen sinnvoll. Kommunale Wärmepläne können dazu beitragen, dass die geförderten KWK-Anlagen einen Baustein einer langfristigen lokalen Wärmestrategie darstellen. Dazu sollten die Wärmepläne nach einem einheitlichen Standard erstellt werden.

Die Angemessenheit der Förderung wird regelmäßig durch die LCOE-Methode ermittelt und wurde bislang immer bestätigt. Die Förderung der KWK-Erzeugung sollte sich weiter zunehmend auf den systemdienlichen Betrieb der Anlagen beschränken. In Bezug auf kleine Anlagen sind weitere Analysen erforderlich, um zu untersuchen, wie ein systemdienlicher Betrieb dieser Anlagen in der Zukunft effizient angereizt und ausgestaltet werden kann, auch im Hinblick auf die Fördereffizienz.

Die Förderung von Bestandsanlagen aus dem KWKG 2016 hat das vorgesehene Ziel erreicht, eine vorzeitige Stilllegung dieser Anlagen zu verhindern. Da sich die wirtschaftliche Situation von Erdgaskraftwerken durch eine unvorhergesehene Veränderung des Marktumfelds im Jahr 2016 bereits deutlich verbesserte, wurde die Förderung im Jahr 2019 angepasst und auf diese Weise verhindert, dass eine Überförderungssituation eintrat. Mit dem Jahr 2019 ist die Förderung nun ausgelaufen und wird auch in der Novelle 2020 nicht fortgesetzt.

Generell zeigt die Erfahrung, dass Änderungen im Gesamtsystem eine regelmäßige Evaluierung und Anpassung von Fördersystemen erforderlich machen. Dies zeigt zum einen die jüngste Situation der Covid-19-Pandemie, gilt jedoch ohnehin für den Strommarkt, in dem kurzfristig strukturelle Änderungen durch den Ausstieg aus der Kernenergie und der Kohle anstehen.

Das KWKG sieht hierfür regelmäßige Evaluierungen vor. Dies hat sich bewährt, wie die Novelle 2020 zeigt, in der zahlreiche Ergebnisse aus der Evaluierung 2019 aufgegriffen worden sind.

Das KWKG sieht daher in §34 jährliche Überprüfung der Angemessenheit der Zuschlagszahlungen sowie regelmäßige, umfassende Evaluierungen der Entwicklung der KWK-Stromerzeugung vor. Auch in Zukunft sollten die Ergebnisse dieser Evaluierungen zeitnah umgesetzt werden, um der Dynamik im Energiesystem Rechnung zu tragen und Fehlanreize zu vermeiden.

7. Vorschläge zur Verbesserung der Datenbasis

Um die Methodik der Evaluierung des KWKG in kommenden Jahren zu verfeinern, sollte die Verfügbarkeit von Daten verbessert werden. Einzelne Punkte sind dabei schon in Abschnitt 4.1.3 angesprochen worden:

Marktstammdatenregister: Das Register wird die maßgebliche Quelle für den Überblick der Leistungen der Anlagen im Bestand. Bis Februar 2021 müssten eigentlich alle KWK-Anlagenbetreiber ihre Anlage im Marktstammdatenregister eingetragen haben. Derzeit fehlen noch viele ungeforderte Anlagen. Einige Anlagen sind doppelt aufgeführt. Die Identifizierung von KWK-Anlagen erfolgt über eine Kennung. Die Information über die KWK-Leistung der Anlagen – im Gegensatz zur elektrischen Gesamtleistung - ist allerdings noch nicht verlässlich gegeben. Eine reine Addition der dort angegebenen KWK-Leistungen führt nicht zu einer korrekten Übersicht über den Bestand an KWK-Leistung in Deutschland. Außerdem unterscheiden sich Marktstammdatenregister und BAFA-Meldung hinsichtlich einiger Begrifflichkeiten wie z. B. dem Anlagenbegriff oder dem Inbetriebnahmezeitpunkt.

Statistisches Bundesamt: Die statistische Erfassung erfolgt derzeit in einer Form, die die Zusammenfassung von einzelnen Anlagen ermöglicht. Damit liegen die Informationen der Betreiber zu eingesetzten Brennstoffarten und -mengen sowie der Erzeugung nur in aggregierter Form für den jeweiligen Anlagenpark vor. Dadurch wird die sichere Erstellung von Kennzahlen und Wirkungsgraden erschwert, die jedoch für die Evaluierung hilfreich wären. Wenn die Abfragen nach Anlagenarten zumindest für große Anlagen getrennt erfolgen würde, stünde dem zusätzlichen Arbeitsaufwand auf Betreiberseite eine gesichere Verfolgung der Effizienz der Anlagen gegenüber.

Auktionen: Für die Evaluierung ist es von großem Interesse zu erfahren, wie sich Pläne für Projekte entwickeln, wenn die KWK-Anlagen in den Auktionen keinen Zuschlag erhielten. Dafür braucht es entweder einen Zusatz in der KWKAusV oder die Einholung des Einverständnisses der Bieter. Ein entsprechendes Monitoring der Bundesnetzagentur wäre hilfreich.

Stromsteuer: Eine weitere wichtige Datenquelle gerade für die Eigenversorgung bei kleineren Anlagen könnte die Stromsteuer, bzw. die Stromsteuerbefreiung sein. Die Eigenerzeugung aus Stromerzeugungsanlagen ist für hocheffiziente KWK-Anlagen unter 2 MWel nach §9 Abs. 1 Nr. 3 (StromStG) von der Stromsteuer befreit. Hierbei ist explizit auch eine Belieferung möglich, die aber im räumlichen Zusammenhang stehen muss. Die Begrifflichkeit der Eigenversorgung (im EEG/KWKG) und der Eigenerzeugung (Stromsteuer) variiert in den verschiedenen Kontexten und erschwert die quantitative Erfassung. Dem Hauptzollamt liegen anlagenscharfe Daten zur Eigenerzeugung von KWK-Anlagen unter 2 MW vor, in Zukunft auch in der Abgrenzung der „Eigenversorgung“. Seit der letzten Novelle Mitte des Jahres 2019 ist die Stromsteuer-Befreiung nur noch für hocheffiziente KWK-Anlagen zulässig. Anlagen unter 50 kW elektrischer Bruttoleistung müssen üblicherweise keine förmliche Einzelerlaubnis für den Erhalt einer Stromsteuerbefreiung erbringen. Für Anlagen im Segment zwischen 50 kW und 2 MW wird es hier zukünftig Daten geben, die Verfügbarkeit der Daten und der Detaillierungsgrad muss noch geklärt werden. Jedoch ist derzeit noch nicht absehbar, wie viele KWK-Anlagenbetreiber die notwendige förmliche Einzelerlaubnis beantragt haben, Es scheint hier eine sehr große Anzahl nicht erfasster KWK-Anlagen zu geben.

Energiesteuer: Für KWK-Anlagen besteht die Möglichkeit einer vollständigen oder teilweisen Entlastung von der Energiesteuer, wenn es sich um eine abschreibungsfähige hocheffiziente (§ 53a Abs. 6 EnergieStG), oder nicht abschreibungsfähige oder nicht hocheffiziente Anlage handelt § 53a Abs. 1 oder Abs. 4 EnergieStG). Für diese Entlastung ist es unerheblich, ob der Strom für die Eigenversorgung (-erzeugung) oder für die allgemeine Versorgung produziert wird. Die Erfassungsrate und Datenqualität dürfte bei den Meldungen zur Energiesteuer-Rückerstattung von KWK-Anlagen deutlich höher liegen, weil diese bereits seit Jahrzehnten praktiziert wird.

KWKG-Informationen bei den Übertragungsnetzbetreibern: Die KWKG-Jahresabrechnungen werden nur hochaggregiert jährlich im Oktober von den Übertragungsnetzbetreibern veröffentlicht, zusammen mit einer Prognose für das nächste Jahr. Eine differenziertere oder gar anlagenscharfe Auswertung ähnlich wie bei der EEG-Förderung erscheint prinzipiell möglich und angebracht. Diese würde auch ermöglichen, Differenzen zwischen den aggregierten Daten des BAFA und bei der Jahresabrechnung nachzuvollziehen.

KWK-Leistung: Für die Evaluierung der KWK-Landschaft ist eine genaue Kenntnis der jährlichen, installierten Leistung erforderlich. Sowohl das Marktstammdatenregister als auch die Informationen beim Statistischen Bundesamt sowie bei der Bundesnetzagentur sind in dieser Hinsicht nicht ausreichend genau, denn oftmals wird die Leistung des Kondensationsstrom-Teils einer Anlage nicht separiert von der Leistung einer Anlage, die mit der maximalen Wärmeauskopplung verbunden ist. Die Unterschiede können sehr groß sein: Manche Anlagen haben sehr hohe Netto-Nennleistungen bei kleinen KWK-Leistungen. Wenn diese als KWK-Anlagen gekennzeichnet und bewertet werden, verziehen sie das statistische Bild der Entwicklung der KWK-leistung erheblich. Eine genauere Erfassung dieser KWK-Leistung erscheint in Zukunft erforderlich.

Informationen zu Wärmenetzen: Wichtig für die Transformation der Wärmenetze ist eine hohe Transparenz. Daher sollte zeitnah eine Melde- und Veröffentlichungspflicht für Fernwärmesysteme eingeführt werden, in denen jährlich die erzeugte KWK- und EE-Wärme, der Primärenergiefaktor sowie Wärmenetzverluste aufgeführt werden.

8. Literaturverzeichnis

Bundesnetzagentur; Bundeskartellamt (2020): Monitoringbericht 2019. Monitoringbericht gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3 GWB. Stand: 13. Januar 2020. Online verfügbar unter https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2019/Monitoringbericht_Energie2019.pdf?__blob=publicationFile&v=6, zuletzt geprüft am 31.08.2020.

Öko-Institut; Statistisches Bundesamt (StBA) (2018): Korrektur der KWK-Stromerzeugung in der amtlichen Statistik. Unter Mitarbeit von Sabine Gores und Nicolai Klumpp. Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/publikationen/p-details/korrektur-der-kwk-stromerzeugung-in-der-amtlichen-statistik>, zuletzt geprüft am 26.08.2020.

Prognos AG; Fraunhofer IFAM; Öko-Institut; BHKW-Consult; Stiftung Umweltenergierecht (SUER) (2019): Evaluierung der Kraft-Wärme-Kopplung. Analysen zur Entwicklung der Kraft-Wärme-Kopplung in einem Energiesystem mit hohem Anteil erneuerbarer Energien. Unter Mitarbeit von Marco Wunsch, Bernd Eikmeier, Sabine Gores, Markus Gailfuß, Oliver Antoni, Hanno Falkenberg et al. Online verfügbar unter <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/evaluierung-der-kraft-waerme-kopplung.html>, zuletzt geprüft am 28.01.2020.