



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Energie **wende**
Umschalten auf Zukunft

Strom 2030: Langfristige Trends – Aufgaben für die kommenden Jahre

Ergebnisbericht zum Trend 7: „Moderne KWK-Anlagen produzieren den residualen Strom und tragen zur Wärmewende bei“



Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwi.de

Gestaltung und Produktion

PRpetuum GmbH, München

Stand

Januar 2017

Druck

MKL Druck GmbH & Co. KG, Ostbevern

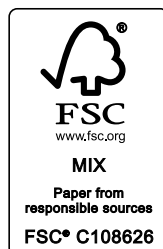
Bildnachweis

mauritius images – imageBROKER, Jürgen Müller (Titel)

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Nicht zulässig ist die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben von Informationen oder Werbemitteln.



Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ist mit dem audit berufundfamilie® für seine familienfreundliche Personalpolitik ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von der berufundfamilie gGmbH, einer Initiative der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.



Diese und weitere Broschüren erhalten Sie bei:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Referat Öffentlichkeitsarbeit
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
www.bmwi.de

Zentraler Bestellservice:

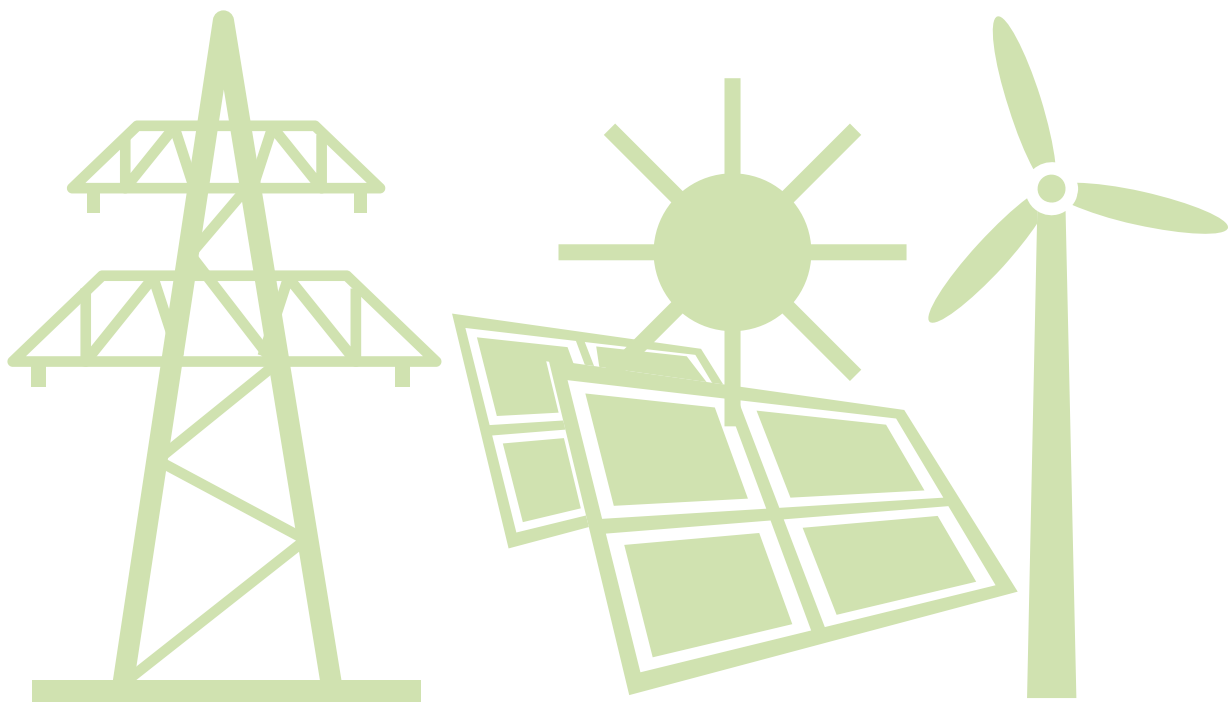
Telefon: 030 182722721

Bestellfax: 030 18102722721

Inhalt

Zusammenfassung	3
Einleitung	4
I. Ansatz der Betrachtung	5
II. Trend – die zukünftige Entwicklung der KWK	6
III. Aufgabe – Anpassungsbedarf bei den Rahmenbedingungen der KWK	11
Anhänge	19

Vorbemerkung: Die hier dargestellten Ergebnisse sind nicht notwendigerweise und nicht in jedem Fall identisch mit der Position des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie oder der einzelnen Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Arbeitsgruppe 1 der Plattform Strommarkt.



Zusammenfassung

Das Impulspapier „Strom 2030“ skizziert auf Grundlage aktueller Studien 12 Trends für den Stromsektor. Einer dieser Trends untersucht die langfristige Rolle der Kraft-Wärme-Kopplung im Rahmen der Energiewende (Trend 7).

Die Arbeitsgruppe 1 der Plattform Strommarkt hat zur Entwicklung der KWK (Trend 7) eine umfangreiche Diskussion geführt. Die Institute Fraunhofer ISI, Fraunhofer IWES, die Prognos AG, die Dänisch-Technische-Universität und das Öko-Institut haben fachliche Erkenntnisse präsentiert. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Arbeitsgruppe haben am 27. Oktober, am 15. November 2016 und am 10. Januar 2017 diese Erkenntnisse diskutiert.

Im Ergebnis hat sich das folgende Bild ergeben.

- **Wärmenetze haben als zukunftsfähige Infrastruktur eine strategische Bedeutung.** Wärmenetze haben verschiedene Vorteile. Zum einen versorgen sie viele Gebäude zentral mit Wärme. Zum anderen können sie unterschiedliche Techniken einbinden. Dies ermöglicht Betreibern von Wärmenetzen, flexibel auf unerwartete Entwicklungen zu reagieren („change enabler“). Ob Wärmenetze oder aber dezentrale Erzeuger die Wärmeversorgung übernehmen sollten, ist situations- und standortspezifisch unterschiedlich. Die Tendenz ist jedoch klar: In dicht besiedelten Gebieten sollten überwiegend Wärmenetze die Wärmeversorgung übernehmen. Dabei verändern sie ihre Rolle: Neben Wärme „nur“ großflächig zu verteilen, sammeln sie in Zukunft Wärme aus verschiedenen Quellen und verteilen sie an die Wärmeverbraucher – häufig mit niedrigeren Temperaturen als heute
- **Brennstoffbetriebene KWK-Anlagen können für viele Jahre noch eine wichtige Rolle im Energiesystem übernehmen, wenn sie sich modernisieren.** Dies gilt sowohl für KWK-Anlagen, die mit fossilen Brennstoffen, als auch für KWK-Anlagen, die mit erneuerbaren Brennstoffen laufen. Denn bis ca. 2030 ersetzen die KWK-Anlagen zu einem großen Teil ungekoppelte fossile Erzeugung, stellen große Teile der Residuallast bereit und tragen damit zur Emissionseinsparung bei. Die Bedeutung der brennstoffbetriebenen KWK-Anlagen geht danach jedoch sukzessive zurück. Bis 2050 ersetzen erneuerbare Energien und Nachfrageeffizienz weitgehend fossile

Brennstoffe im Strom- und Wärmesektor. Für die KWK heißt das: Bei einer weitgehenden Treibhausgasneutralität haben brennstoffbetriebene KWK-Anlagen allenfalls dann eine Zukunft, wenn sie erneuerbare Brennstoffe einsetzen. Auch für erneuerbare Brennstoffe bleibt nur ein begrenzter Anwendungsbereich. Denn auch erneuerbare Brennstoffe sind langfristig nur begrenzt verfügbar oder teuer. Sie werden langfristig daher vor allem dort gebraucht, wo sie schwer zu ersetzen sind – zum Beispiel im Luft- und Schiffsverkehr. Die KWK-Förderung muss daher Nutzungskonkurrenzen über die Sektoren hinweg mitdenken.

- **KWK-Anlagen in der Industrie und in der öffentlichen Versorgung stehen teilweise vor unterschiedlichen Herausforderungen.** Die Versorgung mit Raumwärme und Warmwasser von Wohnhäusern ist in vielen Fällen auch mit Wärme in niedrigeren Temperaturbereichen als heute möglich. Im Gegensatz dazu benötigen viele Industrieprozesse Wärme mit sehr hohen Temperaturen. Es zeichnet sich daher ab, dass sich in diesen Bereichen in Zukunft unterschiedliche Technologien durchsetzen werden: In der Industrie spielen mittel- bis langfristig vor allem Power-to-Heat-Anlagen neben KWK-Anlagen eine wichtige Rolle. In der öffentlichen Versorgung können dagegen auch Solarthermie- und Geothermie-Anlagen sowie Abwärme wesentliche Anteile an der Wärmeversorgung übernehmen.

Um die gewünschte Entwicklung der KWK zu erreichen, müssen die Rahmenbedingungen der KWK neu ausgerichtet werden. Unter anderem sollten Entscheidungen für wichtige Infrastruktur wie Wärmenetze frühzeitig ermöglicht werden. Dazu sollten schon heute lokale Potenziale von erneuerbaren Energien identifiziert werden, die in Wärmenetze einspeisen könnten. Auch sollten kommunale Wärmepläne zum Standard werden, um kommunalen Akteuren mehr Entscheidungshilfen an die Hand zu geben. Im Industriebereich sollten parallel die Flexibilitätshemmnisse abgebaut werden, die verhindern, dass das Strompreissignal bei den Unternehmen ankommt. Gleichzeitig sollte Unternehmen ermöglicht werden, Flexibilitätsoptionen wie Power-to-Heat zu integrieren. Zusätzlich sollte etwa die Rolle der KWK in Privathaushalten und in kleinen Objektnetzen als Teil einer effizienten Gesamtstrategie für den Wärmesektor genauer untersucht werden.

Einleitung

Welche Weichen müssen wir in den kommenden Jahren stellen, um die Energiewende im Strombereich kostengünstig zu gestalten? Das ist die Ausgangsfrage des Impulspapiers, mit dem das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) den Diskussionsprozess „Strom 2030“ im September 2016 eröffnet hat. Ziel ist, dass das Gesamtsystem optimiert wird und die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien genauso konventionelle Stromversorgung, Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), Netze und Lastmanagement ihre veränderte Funktion im Gesamtsystem effizient erfüllen.

Das Impulspapier „Strom 2030“ skizziert auf der Grundlage aktueller Studien zwölf langfristige Trends für den Stromsektor. Die Trends beschreiben, wie Wind- und Solarstrom zunehmend das Energiesystem prägen, sukzessive zum wichtigsten Energieträger werden und die Stromversorgung dabei sicher und kostengünstig bleibt. Aus diesen Trends leiten sich energiepolitische Aufgaben für die kommenden Jahre ab.

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Diskussionen in der Plattform Strommarkt zum Trend 7 („Moderne KWK-Anlagen produzieren den residualen Strom und tragen zur Wärmewende bei“) zusammen. Am 27. Oktober 2016, am 15. November 2016 und am 10. Januar 2017 haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Arbeitsgruppe 1 der Plattform Strommarkt des BMWi das Thema KWK als Teil des Dialogprozesses „Strom 2030“ diskutiert. Es ging um die Frage, welche Herausforderungen sich aus der Energiewende für die weitere Entwicklung der KWK ergeben.

Folgende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben fachliche Erkenntnisse präsentiert (in zeitlicher Abfolge):

- Norman Gerhardt, Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik
- Dr. Frank Sensfuß, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
- Dr. Marie Münster, Danmarks Tekniske Universitet
- Marco Wunsch, Prognos AG

- Sabine Gores, Öko-Institut e.V.
- Gerda Deac, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung

Zusätzlich hat Herr Stefan Lochmüller einen Einblick in die Praxis des Energieversorgers N-ERGIE gegeben. Die Zusammenfassungen der Sitzungen durch das BMWi sowie die Vortragsfolien sind auf der Webseite des BMWi unter „Plattform Strommarkt“ zu finden¹.

Dieser Bericht folgt folgender Gliederung:

- **Kapitel I** beschreibt zunächst den vom BMWi gewählten Ansatz der Betrachtung für den Prozess Strom 2030.
- **Kapitel II** gibt die Kernpunkte der Vorträge der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und der Diskussion in der Arbeitsgruppe wieder.
- **Kapitel III** listet Aufgaben und konkrete Umsetzungsschritte auf, wie die langfristig gewünschte Entwicklung der KWK erreicht werden könnte.

Das Ergebnispapier vereinfacht notwendigerweise an vielen Stellen die Diskussionen und Vorträge. Das Ergebnispapier gibt daher ausdrücklich nicht notwendigerweise und nicht in jedem Fall die Position der einzelnen Teilnehmerinnen und Teilnehmer wieder.

¹ <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Strommarkt-der-Zukunft/plattform-strommarkt,did=646624.html>

I. Ansatz der Betrachtung

Die Ziele des Energiekonzepts sind die Leitplanken für die Entwicklung des Energiesystems. Es geht darum, bis 2050 die Treibhausgasemissionen um 80 bis 95 Prozent zu senken und dabei im Einklang mit dem energiepolitischen Zieldreieck auch im europäischen Kontext eine jederzeit sichere, nachhaltige und kostengünstige Energieversorgung zu gewährleisten. Der Prozess „Strom 2030“ stellt diese Entwicklung für verschiedene Bereiche des Energiesystems zur Diskussion. Zu diesen Bereichen zählt auch die KWK.

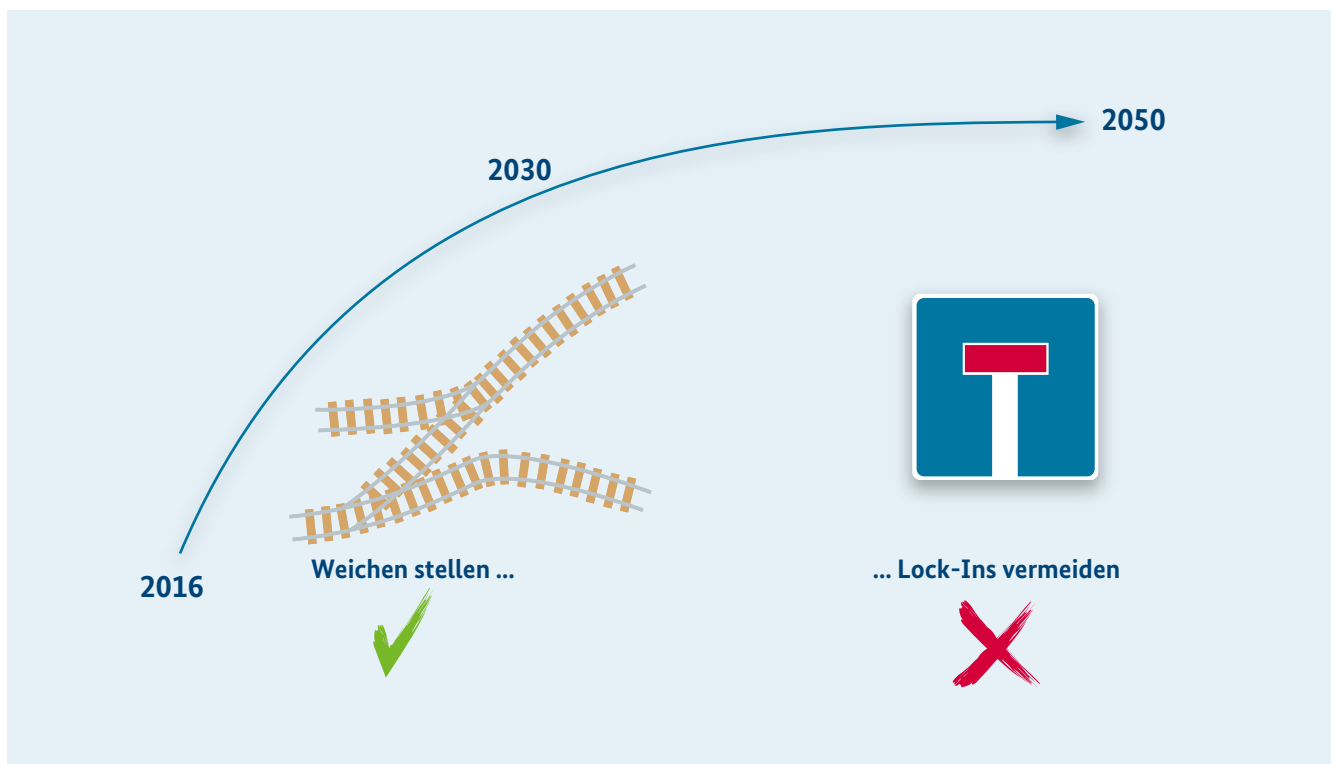
Für die zukünftige Entwicklung der KWK ist entscheidend, wie sich die Sektoren Strom und Wärme langfristig entwickeln. Die KWK steht an der Schnittstelle zwischen Strom- und Wärmemarkt. Beide Sektoren wachsen in den nächsten Jahrzehnten immer stärker zusammen. Zum Beispiel werden Häuser zunehmend mit Wärmepumpen beheizt, die mit Strom betrieben werden. Mit dem Wandel in den Sektoren Strom und Wärme wandelt sich auch die Rolle der KWK.

Ziel dieses Berichtes ist darzustellen, welche Weichen in den nächsten Jahren gestellt werden müssen, damit die KWK in der Transformation der Energiewende ihre neue Rolle effizient erfüllen und einen Beitrag für eine kostengünstige Energiewende leisten kann. Dafür ist jetzt der richtige Zeitpunkt. Denn Wärmenetze werden oft sehr lange genutzt – zum Teil sogar länger als Kraftwerke und Industrieanlagen, die häufig Lebensdauern von mehr als 40 Jahren erreichen.

Kapitel II geht der Frage nach, wie aus heutiger Sicht in einer kosteneffizienten Energiewende eine robuste zukünftige Entwicklung der KWK aussieht. Die Kernfrage ist: Welche Schlussfolgerungen müssen und können aus den langfristigen Szenarien bis 2050 für die Funktion und Entwicklung der KWK gezogen werden? Wissenschaftliche Studien helfen, diese Fragen zu beantworten. Eine Auswahl relevanter Studien findet sich im Anhang.

Kapitel III leitet ab, wie die KWK-Förderung angepasst werden sollte, um diese Entwicklung tatsächlich zu erreichen.

Abbildung 1: Ansatz der Betrachtung



Quelle: Eigene Darstellung

II. Trend – die zukünftige Entwicklung der KWK

In der Plattform Strommarkt geführten Diskussion hat sich ein klares Bild zur zukünftigen Entwicklung der KWK ergeben. Das folgende Kapitel beschreibt dieses Bild. Dabei orientiert sich das Kapitel an den Vorträgen und Diskussionen der drei Sitzungen der Arbeitsgruppe 1 der Plattform Strommarkt. Notwendigerweise vereinfacht das Kapitel dabei die Diskussionen und Vorträge auf die wesentlichen Kernpunkte.

Die Vorträge und Diskussion haben sich an drei Leitfragen zur zukünftigen Entwicklung der KWK orientiert. Die Leitfragen ergründen die Entwicklung des Energiesystems und der KWK „vom Ziel her“.

Die Antworten auf Leitfragen 1 und 2 beschreiben, wie das Energiesystem in 2050 aussehen könnte, das die Ziele des Energiekonzepts erreicht. Die erste Leitfrage fokussiert dabei vor allem auf die Rolle der KWK, die zweite Leitfrage auf die Rolle der dazugehörigen Infrastrukturen.

Die Antworten auf die Leitfrage 3 leiten aus dieser langfristigen Entwicklung Konsequenzen für 2030 ab. Das Unterkapitel beschreibt die Herausforderungen für KWK-Anlagen und -Infrastrukturen in der öffentlichen Versorgung und in der Industrie.

? Leitfrage 1: Wie sieht die langfristige Entwicklung der KWK aus, wenn die Emissionen um 80 bis 95 Prozent reduziert werden?

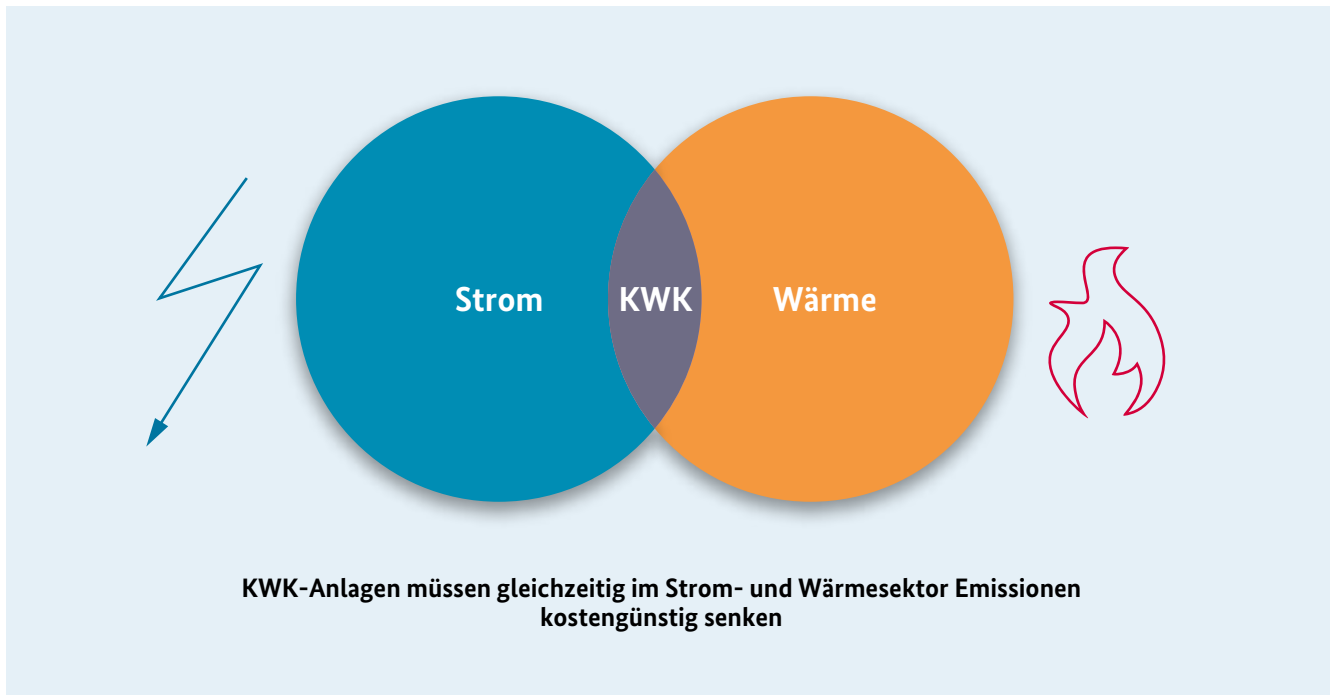
Ein Energiesystem mit 80 bis 95 Prozent weniger Treibhausgasemissionen unterscheidet sich deutlich von der heutigen Energieversorgung.

- Strom, Wärme- und Verkehrssektor sind weitgehend treibhausgasneutral.
- Strom- und Wärmesektor sind deutlich stärker als heute untereinander verzahnt.

Bis 2050 ersetzen eine deutlich gesteigerte Effizienz auf der Nachfrageseite sowie erneuerbare Energien fossile Brennstoffe im Strom- und Wärmesektor weitgehend. Die Bundesregierung hat das Ziel, die Treibhausgasemissionen bis 2050 um 80 bis 95 Prozent gegenüber 2050 zu reduzieren. Der untere und der obere Pfad dieser Klimaziele für 2050 haben dabei unterschiedliche Auswirkungen auf das Energiesystem. Bei einer weitgehenden Treibhausgasneutralität stoßen hauptsächlich die Landwirtschaft und einige Industrieerzeugnisse Emissionen aus.

Abbildung 2: Leitfragen zum Trend KWK

- | | |
|----------------------|--|
| 1. Leitfrage: | Wie sieht die langfristige Entwicklung der KWK aus, wenn die Emissionen bis 2050 um 80 bis 95 Prozent reduziert werden? |
| 2. Leitfrage: | Wie sieht in diesem Fall eine zukunftsfähige Infrastruktur an der Schnittstelle zwischen Strom- und Wärmebereich aus? |
| 3. Leitfrage: | Welche Konsequenzen aus dem langfristigen Entwicklungspfad ergeben sich bis 2030 – welche für die KWK in der öffentlichen Versorgung, welche für die KWK in der Industrie? |

Abbildung 3: Bedingung für wichtige Rolle für KWK-Anlagen

Quelle: Fraunhofer ISI/Vortrag Dr. Sensfuß, 27.10.16, AG 1, Plattform Strommarkt

Für die KWK heißt das: Bei einer weitgehenden Treibhausgasneutralität haben brennstoffbetriebene KWK-Anlagen allenfalls dann eine Zukunft, wenn sie erneuerbare Brennstoffe einsetzen. Ob brennstoffbetriebene KWK-Anlagen in einem weitgehend treibhausgasneutralen Energiesystem überhaupt eine Rolle spielen können, lässt sich aus heutiger Sicht nicht abschließend beantworten. Klar ist jedoch, dass KWK-Anlagen in jedem Fall nicht mehr mit fossilen sondern – wenn – nur mit erneuerbaren Brennstoffen laufen. Zu den erneuerbaren Brennstoffen gehören die Biomasse und synthetisch erzeugte Gase, die mit erneuerbarem Strom produziert werden.

Erneuerbare Brennstoffe sind begrenzt verfügbar oder teuer. Biomasse ist (national) nur begrenzt verfügbar. Synthetische Gase sind nur mit hohem Stromaufwand zu erzeugen. Dadurch sind erneuerbare Brennstoffe relativ teuer. Studien wie die Langfristszenarien des BMWi² gehen daher davon aus, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien und der Stromnetze in einem weitgehend treibhausgasneutralem Energiesystem kostengünstiger ist als der (breite) Einsatz erneuerbarer Brennstoffe in KWK-Anlagen.

Auf dem Weg zur weitgehenden Treibhausgasneutralität beeinflussen viele Faktoren, welche Rolle brennstoffbetriebene KWK-Anlagen einnehmen sollten. Eine größere Rolle spielen brennstoffbetriebene KWK-Anlagen etwa dann, wenn der Strombedarf aufgrund neuer Stromverbraucher auch in Stunden mit geringer Erzeugung aus erneuerbaren Energien steigt und im Stromsektor mehr Leistung zur Absicherung der Versorgungssicherheit benötigt wird. Kleiner ist ihre Rolle zum Beispiel, wenn mehr Effizienzmaßnahmen wirken und den Wärmebedarf senken.

Entscheidend ist, dass die brennstoffbetriebenen KWK-Anlagen gleichzeitig im Strom- und Wärmesektor kostengünstig Emissionen einsparen. Wie viele Emissionen eine brennstoffbetriebene KWK-Anlage tatsächlich einspart, ist sowohl vom Einsatzort als auch vom Betriebszeitpunkt der Anlage abhängig. So spielt es etwa eine Rolle, ob es lokal alternative CO₂-arme Wärmeerzeuger gibt (Einsatzort). Ebenso ist es wichtig, dass die KWK-Anlage auf Preissignale reagiert und herunterfährt, wenn Wind und Sonne besonders viel Strom ins Netz einspeisen (Betriebszeitpunkt).

2 Fraunhofer ISI, et al. (2016): Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland (noch unveröffentlicht)/ Fraunhofer IWES et al. (2015): Interaktion EE-Strom, Wärme, Verkehr

Solange Strom- und Wärmesektor noch Emissionen verursachen, können brennstoffbetriebene KWK-Anlagen eine wichtige Back-up-Funktion übernehmen. Dies gilt sowohl für KWK-Anlagen, die mit erneuerbaren Brennstoffen, aber auch für solche, die noch mit fossilen Brennstoffen laufen. Der große Vorteil von KWK-Anlagen ist: Sie können Brennstoffe besonders energieeffizient nutzen. Die oben genannten Studien von Fraunhofer ISI et al. (2016) und Fraunhofer IWES et al. (2015) enthalten daher Szenarien, die bei einer Treibhausgasminderung von 80 Prozent noch brennstoffbetriebene KWK-Anlagen enthalten.

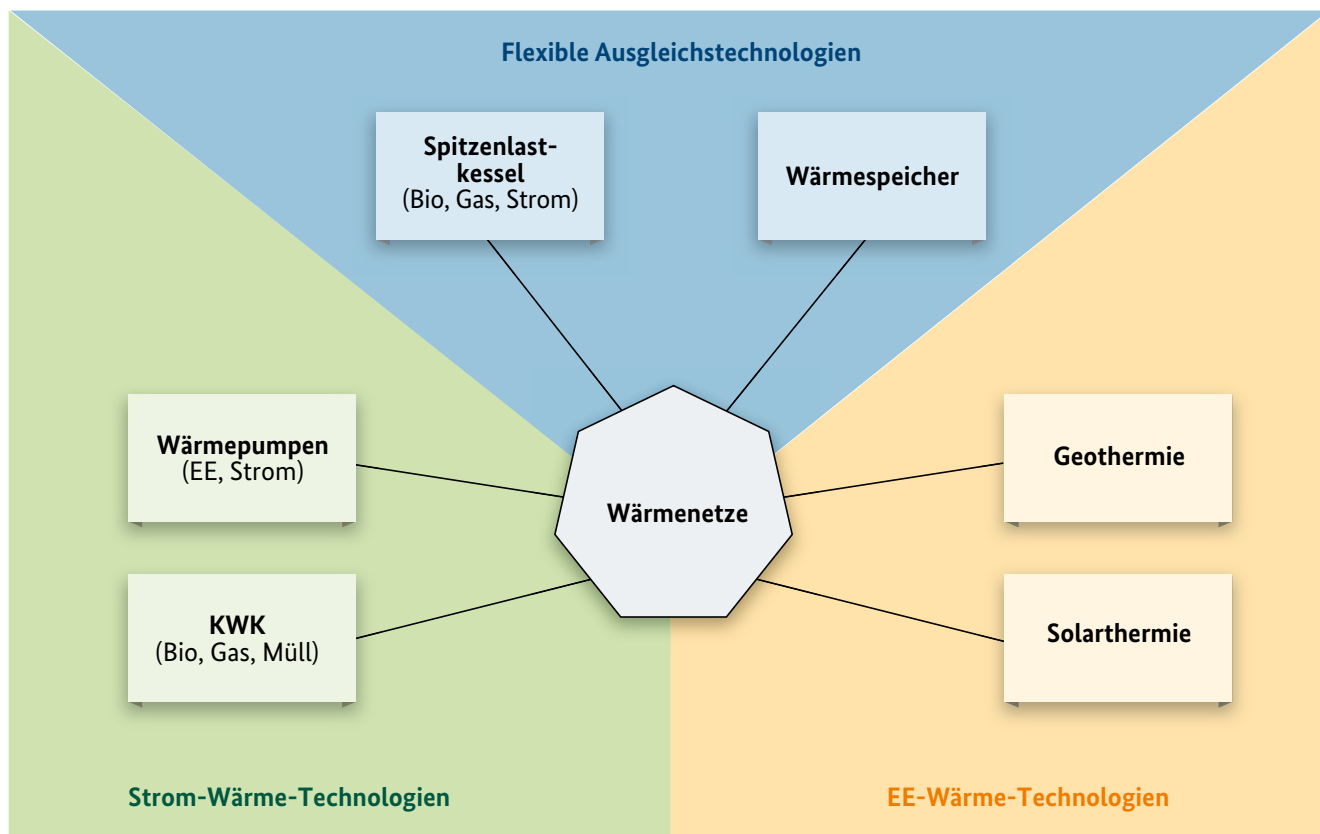
Im Stromsektor können diese brennstoffbetriebenen KWK-Anlagen den überwiegenden Anteil der Residuallast bereitstellen. Die Residuallast ist der Stromverbrauch, den Wind und Sonne nicht decken. In den Langfristszenarien ist sie langfristig jedoch deutlich geringer als heute. Auch sind die dann noch betriebenen KWK-Anlagen deutlich flexibler. Das heißt, dass sie nicht nur schnell hoch- und herunterfahren, sondern ggf. auch wochenlang stillstehen.

Im Wärmesektor stellen brennstoffbetriebene KWK-Anlagen vor allem Wärme mit höheren Temperaturen bereit. Sie produzieren insbesondere Prozesswärme in der Industrie sowie Raumwärme für schwer isolierbare Gebäude. Raumwärme und Warmwasser mit niedrigeren Temperaturen stellen mittel- bis langfristig vor allem erneuerbare Energien und Wärmepumpen bereit. Brennstoffbetriebene KWK-Anlagen dienen als Back-up für die Strom- und Wärmeversorgung.

❓ Leitfrage 2: Wie sieht in diesem Fall eine zukunftsfähige Infrastruktur an der Schnittstelle zwischen Strom- und Wärmebereich aus?

Hybride Systeme übernehmen die Versorgung an der Schnittstelle zwischen Strom- und Wärmesektor. Denn Strom- und Wärmesektor müssen extrem effizient interagieren, wenn immer mehr erneuerbarer Strom in Wärme

Abbildung 4: Wärmenetzbasieretes System an der Schnittstelle zwischen Strom- und Wärmesektor (schematische Darstellung)



umgewandelt und direkt verbraucht oder als Wärme gespeichert wird. Diese hybriden Systeme vereinen verschiedene CO₂-arme und flexible Technologien an der Schnittstelle zwischen Strom- und Wärmemarkt – häufig in Wärmenetzen und unter Einbindung von Wärmespeichern. Dies stellt Abbildung 4 beispielhaft dar.

Wärmenetze haben als zukunftsfähige Infrastruktur eine strategische Bedeutung. Wärmenetze haben verschiedene Vorteile. Zum einen versorgen Wärmenetze viele Gebäude zentral mit Wärme. Zum anderen können sie unterschiedliche Technologien einbinden. Dies ermöglicht Betreibern von Wärmenetzen, flexibel auf unerwartete Entwicklungen zu reagieren („change enabler“). So können Wärmenetzbetreiber beispielsweise vergleichsweise einfach einen Wärmespeicher in das Wärmenetz einbinden, wenn der Flexibilitätsbedarf ansteigt.

Ob Wärmenetze oder dezentrale Erzeuger die Wärmeversorgung übernehmen, ist situations- und standortspezifisch unterschiedlich. Entscheidende Faktoren sind die Kosten und Potenziale von dezentralen, erneuerbaren Energien und anderen, CO₂-armen Erzeugern wie etwa industrielle Abwärme sowie der lokale Wärmebedarf.

Die Tendenz ist jedoch klar: In dicht besiedelten Gebieten übernehmen überwiegend Wärmenetze die Wärmeversorgung. In den Wärmenetzen steigt dabei im Laufe der nächsten Jahre der Anteil erneuerbarer Energien – entweder direkt durch lokal verfügbare erneuerbare Energien oder über die Nutzung von Strom. Genauso übernehmen in der Tendenz Wärmepumpen und erneuerbare Energien dezentral die Wärmeversorgung in weniger dicht besiedelten Gebieten. Denn dort stehen häufig Flächen für die dezentralen erneuerbaren Energien zur Verfügung und der regionale Wärmebedarf ist geringer. In allen Fällen entscheiden jedoch individuell die lokalen Begebenheiten, ob die Wärmeversorgung zentral oder dezentral erfolgen sollte. So sind etwa stellenweise auch kleine Nahwärmenetze in Quartierskonzepten sinnvoll.

Wärmenetze verändern ihre Rolle. Neben Wärme großflächig zu verteilen, sammeln sie Wärme aus verschiedenen Quellen und verteilen sie an die Wärmeverbraucher. Auch müssen sie zukunftsfähig werden. Zukunftsfähig heißt vor allem, dass die Wärmenetze für niedrigere Temperaturen ertüchtigt werden, um neue Technologien gut integrieren zu können. Welches Temperaturniveau das richtige ist, entscheiden die lokalen Verhältnisse, insbesondere die Wärmebedarfsstruktur.

? Leitfrage 3: Welche Konsequenzen aus dem langfristigen Entwicklungspfad ergeben sich für die Entwicklung der KWK bis 2030 – welche für KWK-Anlagen in der öffentlichen Versorgung, welche für KWK-Anlagen in der Industrie?

Mittelfristig können auch fossile KWK-Anlagen ungekoppelte, fossile Erzeuger im Strom- und Wärmesektor ersetzen und damit zur Emissionsminderung beitragen. Bis ungefähr 2030 kann auch die fossile, erdgasbetriebene KWK noch eine zentrale Rolle einnehmen. Danach nimmt die Bedeutung fossiler KWK sukzessive ab. Allerdings darf der Ausbau der fossilen KWK keine Lock-in-Effekte verursachen. Daher sollten Entscheidungen für den Ausbau von fossilen KWK-Anlagen oder Entscheidungen für auf fossile KWK-Anlagen ausgerichtete Infrastrukturen die Lebensdauern der Anlagen mitdenken.

Diese Rolle können fossile KWK-Anlagen nur einnehmen, wenn sie sich modernisieren. Brennstoffbetriebene KWK-Anlagen können dann eine entscheidende Rolle einnehmen, wenn sie im Strom- und im Wärmesektor Emissionen einsparen (siehe Leitfrage 1). Dies gilt sowohl für erneuerbare als auch fossile Brennstoffe. Brennstoffbetriebene KWK-Anlagen müssen sich daher sowohl im Strom- als auch im Wärmesektor an den Ausbau von erneuerbaren Energien und an steigende Energieeffizienz anpassen.

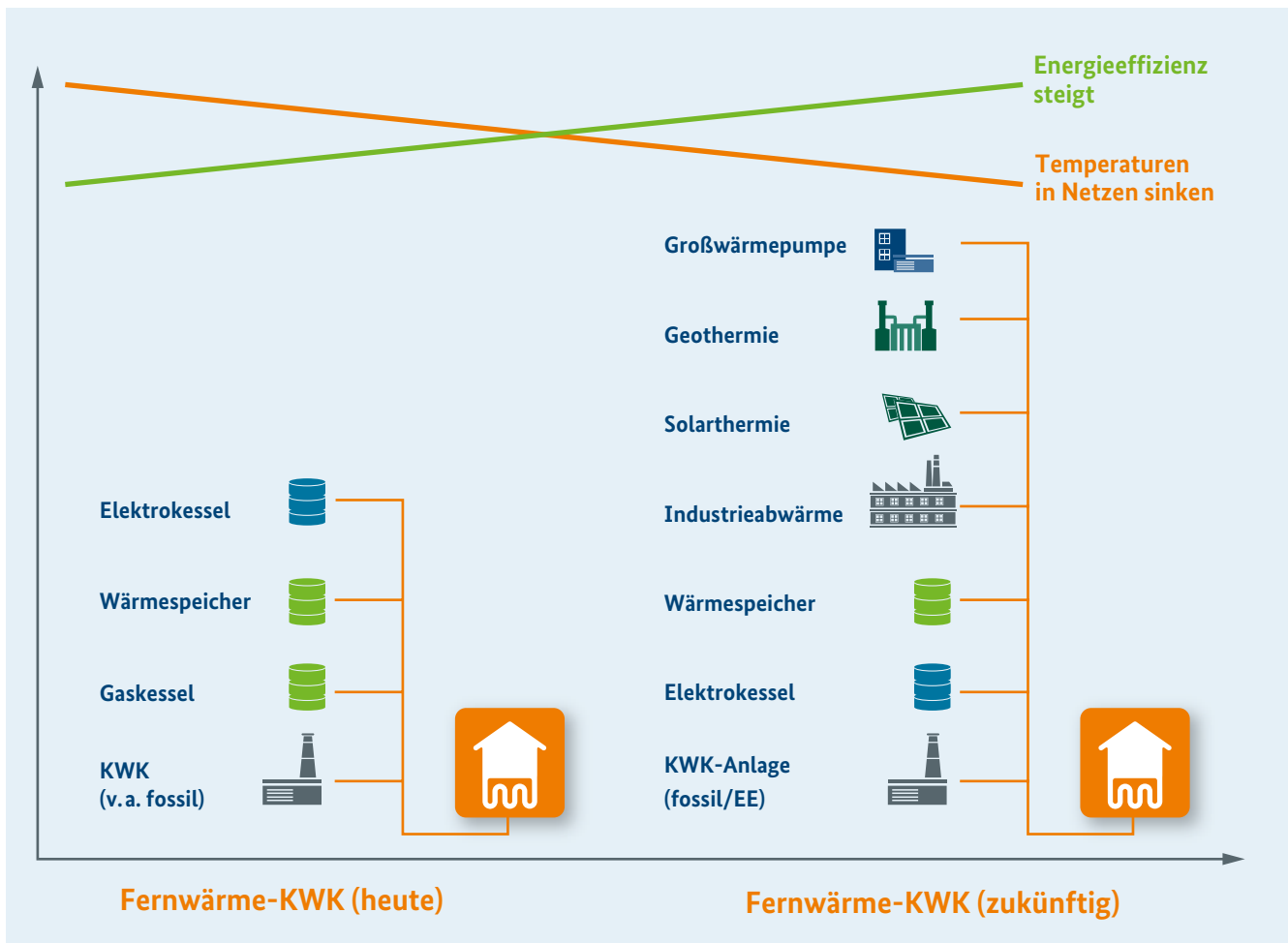
Flexibilisierung ist ein wesentlicher Bestandteil dieser Modernisierung. Flexibilität gilt dabei sowohl im Strom- als auch im Wärmesektor. Das heißt: Brennstoffbetriebene KWK-Anlagen müssen so betrieben werden, dass sie zum Beispiel durch Preissignale auf die Strom- und Wärmeproduktion aus erneuerbaren Energien reagieren können. Hierfür sollten klare marktliche Flexibilitätsanreize im Wärmemarkt geschaffen werden.

KWK-Anlagen in der Industrie und in der öffentlichen Versorgung stehen bei der Modernisierung teilweise vor unterschiedlichen Herausforderungen. Denn die Versorgung mit Raumwärme und Warmwasser von Wohnhäusern ist in vielen Fällen auch mit Wärme auf niedrigeren Temperaturniveaus als heute möglich. Im Gegensatz dazu benötigen viele Industrieprozesse Wärme mit sehr hohen Temperaturen. Im Ergebnis stellen teilweise unterschiedliche Technologien die Wärme zukünftig CO₂-ärmer bereit:

In der Industrie erzeugen mittel- bis langfristig vor allem **Elektrokessel und Wärmepumpen neben KWK-Anlagen die Wärme**. Um Emissionen langfristig kostengünstig zu vermindern, verlagern brennstoffbetriebene KWK-Anlagen ihre Produktion auf Wärme mit hohen Temperaturen. Zudem integrieren die KWK-Anlagen Elektrokessel und/ oder Wärmepumpen, um bei niedrigen Preisen erneuerbaren Strom in Wärme umzuwandeln. Die Einbindung von Wärmepumpen ist dabei schon heute teilweise wirtschaftlich, insbesondere, wo sie Gebäude gleichzeitig heizen und kühlen. Die von den Industrieprozessen erzeugte Abwärme kann zum Beispiel Gebäude mit Wärme versorgen. Wo sinnvoll, können zusätzlich erneuerbare Energien die Wärmeversorgung übernehmen – zum Beispiel bei Industrieprozessen, die nur niedrige Temperaturniveaus für ihre Wärme benötigen.

In der öffentlichen Versorgung können zusätzlich auch **Solarthermie- und Geothermie-Anlagen sowie Abwärme wesentliche Anteile an der Wärmeversorgung übernehmen**. Neben brennstoffbetriebenen KWK-Anlagen produzieren erneuerbare Energien direkt (Solarthermie/ Geothermie) oder indirekt (Elektrokessel/Wärmepumpe) zunehmend Wärme, um Gebäude mit Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme und Kälte zu versorgen. Zusätzlich können CO₂-arme Wärmequellen wie industrielle Abwärme neben den brennstoffbetriebenen KWK-Anlagen kostengünstig Wärme bereitstellen. Wärmespeicher und Wärmenetze bieten Flexibilität. Im Ergebnis speist sich die Fernwärme zukünftig stärker aus vielen verschiedenen Technologien. Dies ist bereits heute in Dänemark der Fall (siehe Abbildung 5).

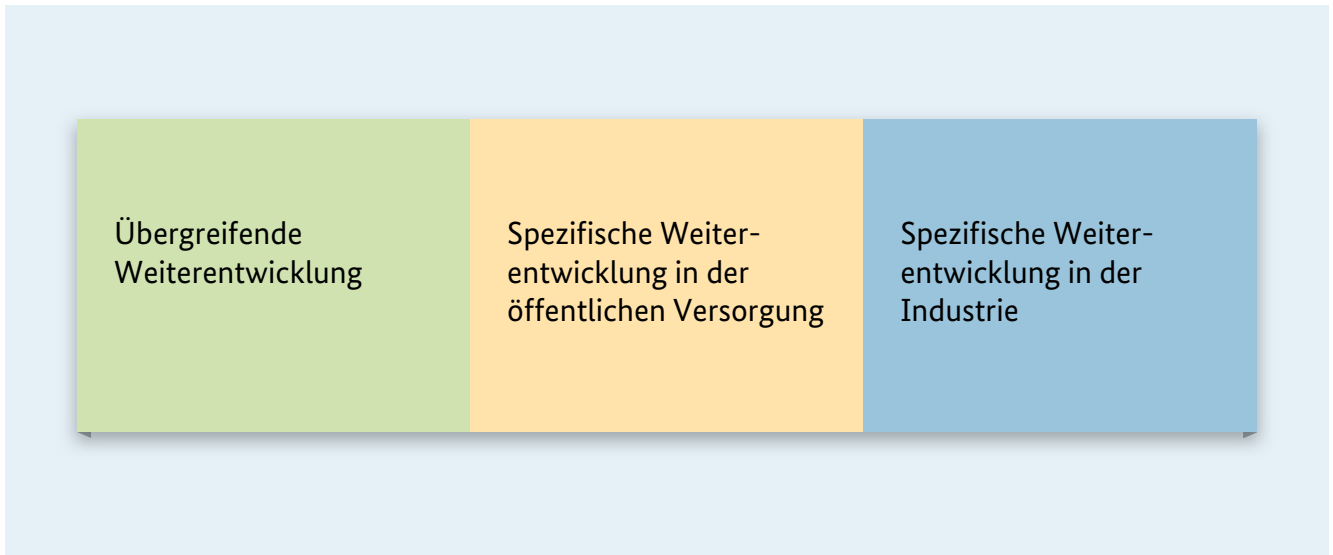
Abbildung 5: Modernisierung Fernwärme



Quelle: Dr. Marie Münster/AG1 27.10.16 -> zitiert aus Lund et al. (2014) in Energy 68, 1-11, 4th generation district heating – integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems

III. Aufgabe – Anpassungsbedarf bei den Rahmenbedingungen der KWK

Abbildung 6: Handlungsfelder zur Weiterentwicklung der KWK

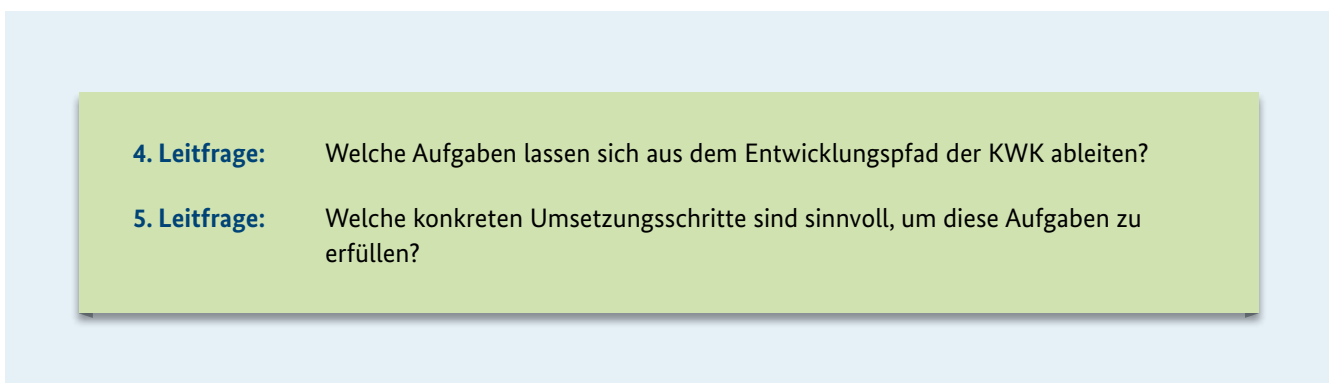


Quelle: Eigene Darstellung

Es gibt drei zentrale Handlungsfelder für die Weiterentwicklung der KWK: Übergreifende Aufgaben, spezifische Aufgaben für die öffentliche Versorgung und spezifische Aufgaben im Bereich der Industrie. Die Handlungsfelder spiegeln wider, dass es sowohl gemeinsame Herausforderungen für die KWK gibt als auch unterschiedliche Herausforderungen in der Industrie und in der öffentlichen Versorgung.

Für jedes Handlungsfeld gibt es eigene Aufgaben und Umsetzungsschritte. Die Leitfragen zur Aufgabe „Anpassungsbedarf bei den Rahmenbedingungen für die KWK“ gehen zweistufig vor. Leitfrage 4 ergründet, welche Aufgaben sich abstrakt aus dem in Kapitel II beschriebenen Entwicklungspfad der KWK ableiten lassen. Leitfrage 5 zielt auf konkrete Vorschläge ab, um die abstrakten Aufgaben umzusetzen.

Abbildung 7: Leitfragen zu den Aufgaben im Bereich KWK und Wärmenetze



Quelle: Eigene Darstellung

❓ Leitfrage 4: Welche Aufgaben lassen sich aus dem Entwicklungspfad der KWK ableiten?

Die Handlungsfelder sind in Aufgaben unterteilt. Die Aufgaben ergeben sich aus Diskussionen zum Entwicklungspfad. Abbildung 8 gibt eine Übersicht. Die Aufgaben hat das BMWi aus Diskussionen mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern abgeleitet.

Abbildung 8: Aufgabenliste

Handlungsfeld 1: Übergreifende Weiterentwicklung der Kraft-Wärme-Kopplung

1. Nur systemkonforme und flexible brennstoffbasierte KWK-Anlagen zubauen
2. Bestehende emissionsarme, brennstoffbasierte KWK-Anlagen erhalten
3. CO₂-Einsparungen der brennstoffbasierten KWK-Anlagen regelmäßig anhand aktueller Referenzsysteme prüfen
4. Nutzungskonkurrenzen und Verfügbarkeiten erneuerbarer Brennstoffe mitdenken
5. Marktumfeld gestalten, um Ausbau und gewünschte Entwicklung der KWK zu unterstützen

Handlungsfeld 2: Spezifische Weiterentwicklung der KWK in der öffentlichen Versorgung

6. Zukunftsfähige Wärmenetze nach Bedarf ausbauen
7. Mehr CO₂-arme Erzeuger in Wärmenetze einbinden
8. Bestehende Wärmenetze schrittweise transformieren
9. Brennstoffbetriebene KWK-Anlagen stärker flexibilisieren

Handlungsfeld 3: Spezifische Weiterentwicklung der KWK in der Industrie

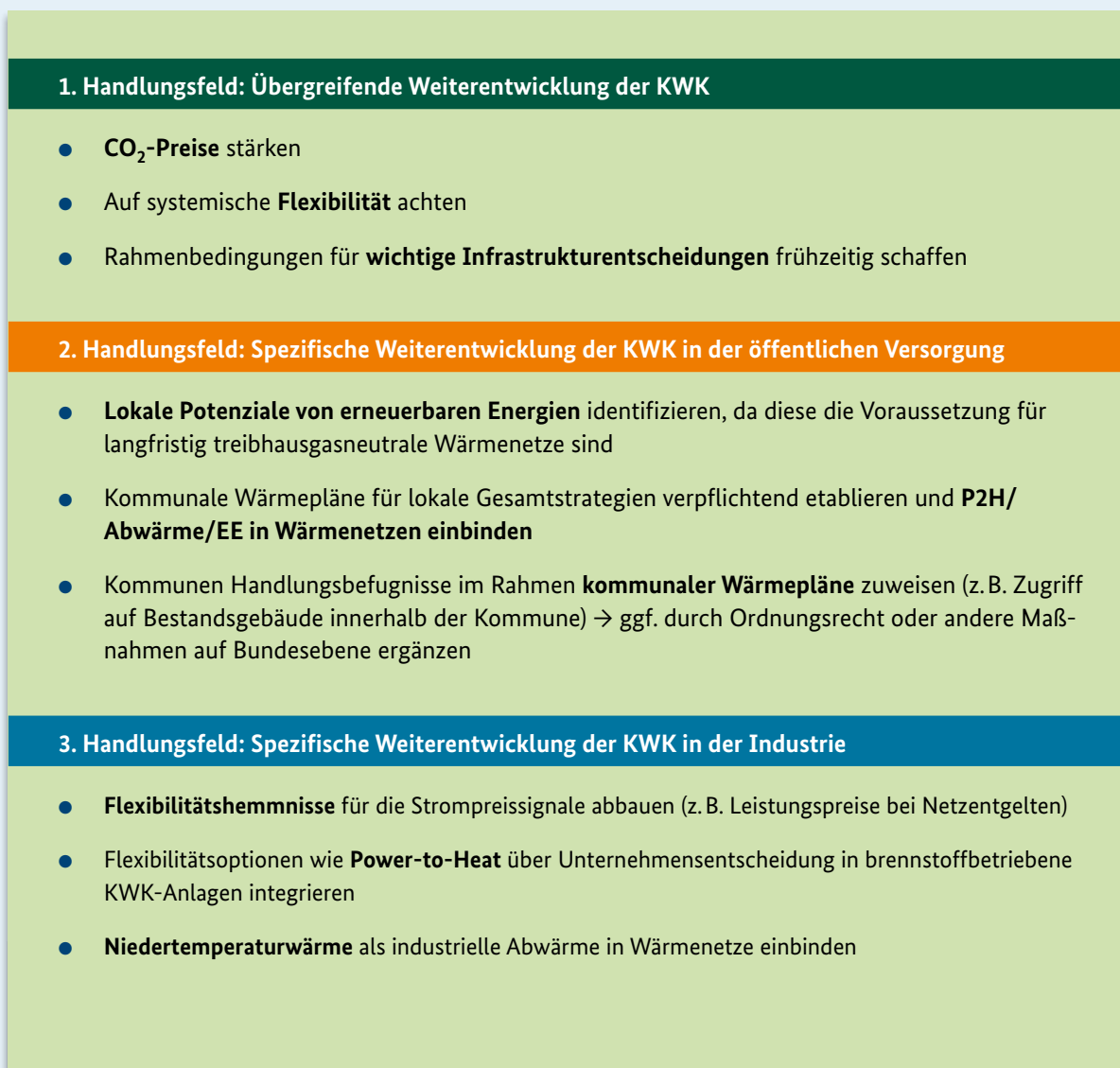
10. Prozesswärme in Hoch- und Niedertemperaturwärme unterscheiden
11. Mehr Flexibilität in Produktionsprozessen einbauen
12. Mehr Power-to-Heat-Technologien für die Prozesswärme nutzen
13. Brennstoffbetriebene KWK-Anlagen auf Hochtemperaturwärme verlagern

❓ **Leitfrage 5: Welche konkreten Umsetzungsschritte sind sinnvoll, um diese Aufgaben zu erfüllen?**

Die Diskussionsteilnehmer haben folgende **Prioritätenliste** (siehe Abbildung 9) erarbeitet, welche **Maßnahmen** vorrangig ergriffen werden sollten.

Grundlage dieser Vorschläge für konkrete **Umsetzungsschritte** waren die **Vorschläge** der oben genannten **Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler** (siehe Seite 4). Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer haben diese Vorschläge in der Diskussion bewertet und um eigene Vorschläge ergänzt.

Abbildung 9: Prioritätenliste



Quelle: Eigene Darstellung

1. Handlungsfeld: Übergreifende Weiterentwicklung der KWK

🌀 Aufgabe 1: Nur systemkonforme und flexible brennstoffbetriebene KWK-Anlagen zubauen

Vorschläge für die Umsetzung (wissenschaftliche Vorträge)

- KWK-Anlagen nur mit **emissionsarmen Brennstoffen** betreiben (Fraunhofer IWES, Öko-Institut)
- Emissionsarme Brennstoffe mit **hohem Wirkungsgrad** ausnutzen – selbst bei flexiblem Betrieb der Anlage (Öko-Institut)
- Fossile Erzeugung zunehmend nur dort zubauen, wo es an **besseren Alternativen** mangelt (Öko-Institut)
- Bei Zuschlag für neue Anlagen **zukünftige KWK-Strommenge & Lebensdauer der KWK-Anlage mitdenken** – dafür zukünftige KWK-Strommengen des Bestands und der Neuanlagen prognostizieren und dem tatsächlichen aktuellen und zukünftigen Bedarf für neue, brennstoffbetriebene KWK-Strommengen gegenüberstellen (Öko-Institut)
- **Klare Flexibilitätsanforderungen** für neue KWK-Anlagen verankern – z. B. sollten neue KWK-Anlagen im Niedertemperaturbereich bzw. mittelfristig im Hochtemperaturbereich nur dann eine Förderung erhalten, wenn sie flexibel auf Strom und Wärme aus Wind und Sonne reagieren (Öko-Institut)
- **Wärmesenken erschließen**, um KWK-Potenziale dort zu heben, wo sie aus Gesamtsystemsicht erwünscht sind (Fraunhofer ISI, Fraunhofer IWES, Öko-Institut, Prognos AG)

Ergänzende Vorschläge der Teilnehmerinnen und Teilnehmer:

- **Die Rolle der KWK in Privathaushalten und in kleinen Objektnetzen** als Teil einer effizienten Gesamtstrategie für die Gebäudewärme genauer untersuchen (u. a. CO₂-Effekte der Mikro-KWK)

🌀 Aufgabe 2: Bestehende emissionsarme, brennstoffbetriebene KWK-Anlagen erhalten

Vorschläge für die Umsetzung (wissenschaftliche Vorträge)

- Durch Anpassung der Förderhöhe garantieren, dass **emissionsarme, brennstoffbetriebene KWK-Anlagen weiterbetrieben werden**, um langfristig benötigte Wärmenetze zu erhalten (Öko-Institut)

Ergänzende Vorschläge der Teilnehmerinnen und Teilnehmer:

- **Brennstoffbetriebene KWK-Anlagen im Bestand stärker flexibilisieren**

🌀 Aufgabe 3: Effizienz der KWK-Anlagen regelmäßig anhand aktueller Referenzsysteme prüfen

Vorschläge für die Umsetzung (wissenschaftliche Vorträge)

- **Daten zum tatsächlichen Betrieb von KWK-Anlagen gewinnen** – insbesondere abschätzen, welche Effizienzverluste entstehen, wenn die KWK-Anlagen flexibel betrieben werden (Öko-Institut)

🌀 Aufgabe 4: Nutzungskonkurrenzen und Verfügbarkeiten erneuerbarer Brennstoffe mitdenken

Vorschläge für die Umsetzung (wissenschaftliche Vorträge)

- Soweit sinnvoll, erneuerbare Brennstoffe wie **Biogas und Müll** in KWK-Anlagen nutzen (Öko-Institut, Prognos AG)
- **Nutzungskonkurrenzen und Verfügbarkeiten der Biomasse im Auge behalten** (Fraunhofer ISI, Fraunhofer IWES, Öko-Institut, Prognos AG) – z. B. kommunalen Akteuren Entscheidungshilfen an die Hand geben, damit diese die absehbar steigenden Kosten von Brennstoffen besser einschätzen können (Fraunhofer IWES) oder möglichst zuerst CO₂- und Brennstoffpreise über Sektoren hinweg angleichen und zweitens bei Bedarf Förderung für erneuerbare Brennstoffe im Stromsektor verringern (Fraunhofer ISI)
- **Zukünftiges (wirtschaftliches) Angebot** an Biomethan und mit erneuerbarem Strom hergestellten, synthetischen Gasen **nicht zu hoch einschätzen** (Öko-Institut)
- Brennstoffbetriebene **KWK stärker in die Bereiche verlagern, wo wenig CO₂-arme Erzeuger alternativ den Strom und die Wärme bereitstellen** können -> z. B. Verlagerung z. B. auf Prozesswärme mit hohen Temperaturen in der Industrie, s. u. (Fraunhofer ISI, Fraunhofer IWES, Öko-Institut, Prognos AG)
- Langfristige Nutzungsmöglichkeiten von Wasserstoff in KWK-Anlagen **prüfen und ggf. vorsehen** (Prognos AG, Öko-Institut)

🌀 Aufgabe 5: Marktumfeld gestalten, um Ausbau und gewünschte Entwicklung der KWK zu unterstützen

Vorschläge für die Umsetzung (wissenschaftliche Vorträge)

- **CO₂-Preise erhöhen bzw. Steuern auf fossile Brennstoffe anheben** (Fraunhofer IWES, Öko-Institut, Prognos AG)
- **Spezifische Emissionsgrenzwerte** für die Strom- und Wärmeerzeugung für alle Erzeuger einführen (Fraunhofer IWES, Öko-Institut, Prognos AG)
- Umfangreiche **Infrastrukturmaßnahmen rechtzeitig angehen** – z. B. Potenzial für Geothermie- und Solarthermie-Anlagen sowie für saisonale Wärmespeicher prüfen und mögliche Trassen von Wärmenetzen identifizieren, um die so erzeugte Wärme zu den Verbrauchern zu transportieren (Fraunhofer IWES, Öko-Institut, Prognos AG)
- **Ausbau der Wärmenetze bei Straßeninfrastrukturmaßnahmen mitdenken** – zum Beispiel Wärmenetze dann verlegen, wenn sowieso gerade Internetkabel verlegt werden (Öko-Institut)

2. Handlungsfeld: Spezifische Weiterentwicklung der KWK in der öffentlichen Versorgung

🌀 Aufgabe 6: Mehr CO₂-arme Wärmeerzeuger in Wärmenetze einbinden

Vorschläge für die Umsetzung (wissenschaftliche Vorträge)

- **Lokale Potenziale** von erneuerbaren Energien, industrieller Abwärme **identifizieren und nutzen** (Fraunhofer ISI, Fraunhofer IWES, Öko-Institut, Prognos AG)
- Brennstoffbetriebene **KWK-Anlagen in Wärmenetzen „EE-ready“ machen**: KWK-Anlagen sollten z. B. auch bei Teillast die eingesetzten Brennstoffe mit großer Effizienz nutzen können und auch bei häufigen Starts nur einen geringen Verschleiß haben (Öko-Institut)
- **Lokale Einsatzreihenfolge** für die Erzeuger im Wärmenetz festlegen (Öko-Institut)

🌀 Aufgabe 7: Brennstoffbetriebene KWK-Anlagen stärker flexibilisieren

Vorschläge für die Umsetzung (wissenschaftliche Vorträge)

- Mehr **Wärmespeicher** zubauen (Fraunhofer IWES, Öko-Institut, Prognos AG)
- **Power-to-Heat für gasbasierte KWK-Anlagen standardmäßig etablieren**, damit die KWK-Anlagen einerseits – unter Anpassung des Hocheffizienzkriteriums und bei teilweisem Einsatz von Power-to-Heat – auf Teillast herunterfahren können (wie beim ausschließlich zeitweisen Einsatz brennstoffbetriebener Gaskessel) und damit selbst bei Eigenerzeugung flexibel auf Marktpreise reagieren können; andererseits aber auch, damit die KWK-Anlagen zusätzlich Überschussstrom aufnehmen können (EinsMan, zukünftig auch bei negativen Preisen) und damit gegenüber dem Gaskessel einen doppelten Hub aufweisen (Fraunhofer IWES)

- **Keine Privilegien** bei brennstoffbetriebenen KWK-Anlagen zulassen bzw. **Privilegien abbauen**, damit diese flexibler auf Strompreissignale reagieren – zu Privilegien zählen z. B. die Stromsteuerbefreiung bei kleinen KWK-Anlagen oder vermiedene Netzentgelte bei KWK-Anlagen, die auf unteren Spannungsebenen angeschlossen sind (Fraunhofer IWES)
- Netzbetreiber sollen brennstoffbetriebene **KWK-Anlagen vor erneuerbaren Energien zum Ausgleich von Netzengpässen heranziehen** (Einspeisemanagement) (Fraunhofer ISI, Fraunhofer IWES, Öko-Institut, Prognos AG)
- PtH nur bei nachweislichen **Erneuerbaren-Überschüssen** einsetzen, um zu verhindern, dass Strom aus Kohlekraftwerken in Wärme umgewandelt wird, anstatt dass die Kohlekraftwerke herunterfahren (Öko-Institut, Prognos AG)

🌀 Aufgabe 8: Zukunftsfähige Wärmenetze nach Bedarf ausbauen

Vorschläge für die Umsetzung (wissenschaftliche Vorträge)

- **Kommunale Wärmepläne** etablieren, um Ausbau KWK/ Fernwärme in sinnvolle, lokale Gesamtstrategie einzubetten (Fraunhofer ISI, Fraunhofer IWES, Öko-Institut, Prognos AG)
- **Wärmenetze sowohl ausbauen als auch verdichten** (Öko-Institut, Prognos AG)
- **Doppelte Infrastrukturen – wo möglich – vermeiden** (Gasnetz versus Fernwärmenetz versus reines Stromnetz) – dazu kommunale Wärmepläne verpflichtend einführen und Kommunen ermöglichen, konkrete Vorgaben zu machen, zum Beispiel Primärenergieanforderungen an Gebäude (Fraunhofer IWES)

- **Sekundärnetze** mit individuellen, dezentralen Lösungen (zusätzliche erneuerbare Energien, Temperaturabsenkungen, Einbindung Rücklauf Primärnetz) zubauen oder umbauen (Fraunhofer IWES)
- **Wärmenetzausbau bei Arbeiten an der Infrastruktur unter der Straße umfassend mitdenken** → z.B. Wärmenetz dann verlegen, wenn sowieso gerade Internetkabel verlegt werden (Öko-Institut)
- Wärmenetze **von Verteil- zu Sammelnetzen** umbauen, indem Wärmenetze dezentral und für viele Akteure gedacht und geplant werden (Öko-Institut)
- **Primärenergie-Faktoren** in Wärmenetzen kontinuierlich reduzieren und gleichzeitig Effizienzanforderungen an Bestandsgebäude steigern, um Wettbewerbsnachteile für Wärmenetze auszugleichen (Fraunhofer IWES)

Ergänzende Vorschläge der Teilnehmerinnen und Teilnehmer:

- **Förderprogramme auf Länderebene für Wärmenetze einheitlich ausgestalten**

🔧 **Aufgabe 9: Bestehende Wärmenetze erhalten und schrittweise transformieren**

Vorschläge für die Umsetzung (wissenschaftliche Vorträge)

- **Kommunale Wärmepläne** etablieren, um Modernisierung KWK/Fernwärme in sinnvolle, lokale Gesamtstrategie einzubetten (Fraunhofer ISI, Fraunhofer IWES, Öko-Institut, Prognos AG)
- **Bestehende Wärmenetze erhalten** (Fraunhofer ISI, Öko-Institut, Prognos AG)
- Mehr Gebäude an Fernwärmenetze anschließen (**Steigerung des Anschlussgrads oder Nachverdichtung**) (Fraunhofer IWES / Fraunhofer ISI, Öko-Institut, Prognos AG)
- **Dampfnetze zurückbauen und Heißwassernetze modernisieren**, um Netzverluste zu senken (Fraunhofer IWES, Öko-Institut, Prognos AG)
- **Temperaturen in Wärmenetzen absenken** und gleichzeitig **schrittweise erneuerbare Energien** wie Solarthermie- und Geothermie einbinden (Fraunhofer IWES/ Öko-Institut, Prognos AG)

Ergänzende Vorschläge der Teilnehmerinnen und Teilnehmer:

- **Erneuerbare Energien im Wärmebereich/Bestand fördern** (solange CO₂-Preise nicht hoch genug sind)
- **Wettbewerb in Kommunen** → z.B. energieeffiziente Schulen als Beispielprojekte einrichten

3. Handlungsfeld: Spezifische Weiterentwicklung der KWK in der Industrie

🌀 Aufgabe 10: Prozesswärme in Hoch- und Niedertemperaturwärme unterscheiden

Vorschläge für die Umsetzung (wissenschaftliche Vorträge)

- **Niedertemperaturwärme in Wärmenetze integrieren** (Öko-Institut)
- **Abwärme wo möglich für Niedertemperaturanwendungen nutzen** und – wenn nötig – Groß-Wärmepumpen einbinden, um höhere Temperaturen bereitzustellen (Fraunhofer IWES)

🌀 Aufgabe 11: Brennstoffbetriebene KWK-Anlagen auf Hochtemperaturwärme verlagern

Vorschläge für die Umsetzung (wissenschaftliche Vorträge)

- **Produktion brennstoffbetriebener KWK-Anlagen auf Hochtemperaturwärme im Bereich von 130/140 bis 500/600° C verlagern**, um KWK in der Industrie zu dekarbonisieren (Fraunhofer IWES)

🌀 Aufgabe 12: Mehr Power-to-Heat-Technologien für die Prozesswärme nutzen

Vorschläge für die Umsetzung (wissenschaftliche Vorträge)

- **Power-to-Heat standardmäßig in brennstoffbetriebene KWK-Anlagen einbinden** – nicht nur kurz- bis mittelfristig in der Flexibilisierung (siehe Aufgabe 7: „Power-to-Heat mit hoher Leistung standardmäßig in gasbasierten KWK-Anlagen etablieren“), sondern auch für den langfristig notwendigen Stromeinsatz zur Treibhausgasneutralität aufgrund mangelnder Alternativen im Hochtemperaturbereich (Fraunhofer IWES)

🌀 Aufgabe 13: Mehr Flexibilität in Produktionsprozessen zulassen

Vorschläge für die Umsetzung (wissenschaftliche Vorträge)

- **Brennstoffbetriebene KWK-Anlagen in der Industrie flexibel an Strompreisen ausrichten und unflexible starre Mindestenergie abbauen** – dafür Flexibilitätshemmnisse u. a. bei Netzentgelten (Leistungspreise/ Sondernetzentgelte) abbauen (Fraunhofer IWES)
- **Betrieb der KWK-Anlagen auf Industriegeländen zunehmend an lokale Netzverhältnisse und Angebot an fluktuierende erneuerbare Energie anpassen** (Öko-Institut)
- **Steuern, Umlagen und Entgelte mittelfristig anpassen**, damit sich die Großhandelsstrompreise direkter auf die Fahrweise von KWK-Anlagen in der Eigenversorgung auswirken (Fraunhofer ISI, Öko-Institut, Prognos AG)
- **Regionale Netzentgelte angleichen**, um bundesweit gleiche Wettbewerbsbedingungen für den Bau von KWK-Anlagen zu schaffen

Problem heute: Unterschiedliche regionale Netzentgelte führen zu unterschiedlichen Strompreisen für die Unternehmen. Eigenversorgung lohnt sich dann, wenn Strompreise bei Stromeinkauf hoch sind. Daher sind Anreize für KWK-Anlagen im Eigenverbrauch dort besonders hoch, wo die Netzentgelte besonders hoch sind – de facto leider tendenziell im Norden und Osten, wo bereits heute häufiger Netzengpässe auftreten (Fraunhofer IWES, Öko-Institut, Prognos AG)

- **Wärmespeicher einbauen oder Demand-Side-Management einrichten** (Öko-Institut)
- **Auswirkungen auf das Gesamtsystem** bei Flexibilitätsanforderungen berücksichtigen: Solange Kohlestromerzeugung hohe Anteile hat, kann eine flexiblere Fahrweise von KWK-Anlagen zu höheren CO₂-Emissionen führen, weil Kohlekraftwerke dann weniger flexibel betrieben werden müssen (Prognos AG)

Anhang 1: Auswahl aktueller Studien

Fraunhofer ISE et al. (2013): Erarbeitung einer integrierten Wärme- und Kältestrategie (Phase 2) – Zielsysteme für den Gebäudebereich im Jahr 2050; Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, Öko-Institut, TU Wien im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Fraunhofer ISI et al. (2016): Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland; Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Consentec GmbH, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (Veröffentlichung voraussichtlich im vierten Quartal 2016)

Fraunhofer IWES et al. (2015): Interaktion EE-Strom, Wärme und Verkehr; Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Stiftung Umweltenergierecht im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Ifeu et al. (2013): Transformationsstrategien von fossiler zentraler Fernwärmeversorgung zu Netzen mit einem höheren Anteil erneuerbarer Energien; Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, GEF Ingenieur AG, AGFW im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Öko-Institut (2015): Methodenpapier zur Bewertung von KWK-Anlagen in mittelfristiger Perspektive bis 2030; Öko-Institut im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Prognos et al. (2014): Potenzial- und Kosten-Nutzen-Analyse zu den Einsatzmöglichkeiten von Kraft-Wärme-Kopplung (Umsetzung der EU-Energieeffizienz-Richtlinie) sowie Evaluierung des KWKG im Jahr 2014; Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung; Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien, BHKW-Consult, Prognos AG im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Anhang 2: Liste Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Sitzungen der AG 1 der Plattform Strommarkt

am 27.10.16 und/oder 15.11.16 und/oder am 10.01.17

Grundlage: Liste Anmeldungen.

- 1 **Alena Baasch**, Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Forschung, Land Berlin
- 2 **Lara Bender**, Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes NRW
- 3 **Marian Bons**, Ecofys
- 4 **Magnus Buhler**, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
- 5 **Till Bullmann**, Deutscher Industrie- und Handelskammertag
- 6 **Gerda Deac**, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)
- 7 **Matthias Deutsch**, Agora Energiewende
- 8 **Kai Dittmann**, SPD-Bundestagsfraktion
- 9 **Matthias Dümpelmann**, 8KU GmbH
- 10 **Guido Ehrhardt**, Fachverband Biogas e.V.
- 11 **Sebastian Franke**, Verband der Chemischen Industrie
- 12 **Christiane Fuckerer**, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa)
- 13 **Markus Gebhardt**, Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V. (VIK)
- 14 **Norman Gerhardt**, Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES)
- 15 **Martina Gikadi**, Bundeskanzleramt
- 16 **Sabine Gores**, Öko-Institut
- 17 **Achim Haid**, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
- 18 **Ingrid Hanhoff**, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit BMUB
- 19 **Klaus-Peter Heinrich**, Ministerium für Wirtschaft und Energie, Land Brandenburg
- 20 **Jutta Hufnagel**, Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz, Thüringen
- 21 **Franz Wilhelm Iven**, Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk, Nordrhein-Westfalen
- 22 **Eva Klotz**, Prognos AG
- 23 **Gerd Krieger**, VDMA Power Systems
- 24 **Alexander Kronimus**, Verband der Chemischen Industrie e.V.
- 25 **Stefan Laibach**, Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz
- 26 **Björn Liebau**, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
- 27 **Martin Lienert**, r2b energy consulting GmbH
- 28 **Steffen Lindemann**, Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung, Mecklenburg-Vorpommern
- 29 **Stefan Lochmüller**, N-ERGIE Aktiengesellschaft
- 30 **Tina Löffelsend**, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND)
- 31 **Werner Lutsch**, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. (AGFW)
- 32 **Johannes Meya**, Bundesnetzagentur
- 33 **John Miller**, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. (AGFW)
- 34 **Claudia Mitsch-Werthwein**, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
- 35 **Karsten Mitzinger**, Verband für Wärmelieferung e.V.
- 36 **Marie Münster**, Danmarks Tekniske Universitet
- 37 **Bastian Olzem**, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW)
- 38 **Markus Peek**, r2b energy consulting GmbH
- 39 **Maren Petersen**, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW)
- 40 **Carsten Pfeiffer**, Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE)
- 41 **Dennis Rendschmidt**, Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI)
- 42 **Michael Richts**, Senator für Umwelt Bau und Verkehr Bremen

- 43 **Anna Rohwer**, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Schleswig-Holstein
- 44 **Florian Schaefer**, Sächsisches Staatsministerium f. Wirtschaft, Arbeit und Verkehr
- 45 **Sabine Schmedding**, Bundesverband WindEnergie e.V.
- 46 **Thorsten Schmiede**, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie
- 47 **Fabian Schmitz-Grethlein**, Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU)
- 48 **Milena Schulz-Gärtner**, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Schleswig-Holstein
- 49 **Oliver Seel**, Umweltbundesamt (UBA)
- 50 **Stephan Seiler**, Behörde für Umwelt und Energie, Hamburg
- 51 **Frank Sensfuß**, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)
- 52 **Christoph Sievering**, Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V. (VIK)
- 53 **Jana Spieß**, Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Land Berlin
- 54 **Uwe Steffen**, Ministerium für Wirtschaft und Energie, Land Brandenburg
- 55 **Peter Stratmann**, Bundesnetzagentur (BnetzA)
- 56 **Monique Strübig**, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Energie des Landes Sachsen-Anhalt
- 57 **Silvana Tiedemann**, Ecofys
- 58 **Nils Thamling**, Prognos AG
- 59 **Volkmar Voigt**, Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr
- 60 **Stephan von Hundelshausen**, Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.
- 61 **Gabriele Werner**, SPD-Bundestagsfraktion
- 62 **Günter Wignanek**, Ministerium für Wirtschaft und Energie, Land Brandenburg
- 63 **Philipp Wolfshohl**, Bundesnetzagentur (BnetzA)
- 64 **Marco Wunsch**, Prognos AG

