

Studie

Landeskonzept Kraft-Wärme-Kopplung Baden-Württemberg

im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und
Energiewirtschaft Baden-Württemberg



**Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg**

Tobias Kelm, Dr. Antje Vogel-Sperl,
Maike Schmidt, Michael Capota



**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt,
Institut für Technische Thermodynamik**

Evelyn Sperber, Christof Husenbeth

Dr. Joachim Nitsch

Stand: November 2014

Vorbemerkung zur Aktualität des Zahlenmaterials:

Für den vorliegenden Bericht wurden möglichst aktuelle und vollständige Daten genutzt, zusätzlich konnten neue Datenquellen erschlossen werden. Gegenüber dem Datenstand des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts (IEKK) bestehen deshalb z.T. geringfügige Abweichungen.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1 Einleitung	9
2 Bisherige Entwicklung der KWK in Baden-Württemberg und Bewertung des Ausbaupfades	11
2.1 Entwicklung der installierten Leistung von KWK-Anlagen.....	11
2.2 Strom- und Wärmeerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung in Baden-Württemberg nach Erzeugungsbereichen und Energieträgern	16
2.3 Wärmenetze.....	22
2.3.1 Überblick Fern- (und Nah-)wärmenetze	22
2.3.2 Geförderte Wärmenetze.....	25
2.4 Aktualisierter Ausbaupfad	26
2.5 Bewertung des Ausbaupfades.....	31
3 Rahmenbedingungen	38
3.1 EU- und Bundesebene.....	38
3.1.1 EU-Richtlinie 2012/27/EU.....	38
3.1.2 Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz	39
3.1.3 Erneuerbare-Energien-Gesetz	40
3.1.4 EEWärmeG.....	41
3.1.5 Weitere Bundesförderprogramme und Regelungen zur Unterstützung des KWK-Ausbaus	42
3.2 Rahmenbedingungen in Baden-Württemberg	45
3.2.1 Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg und Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg.....	45
3.2.2 EWärmeG	45
3.2.3 Landesförderprogramme.....	47
3.2.4 Anschluss- und Benutzungspflicht.....	48
4 Struktur und Akteure der KWK	50
4.1 Struktur der KWK und ihrer Akteure in Baden-Württemberg.....	50
4.2 Beiträge der KWK-Anwendungsbereiche zur Zielerreichung	54
5 Hemmnisse	61
5.1 Hemmnisse nach Einflussebenen	61
5.1.1 Hemmnisse im Einflussbereich von EU und Bund.....	61
5.1.2 Durch die Landesregierung adressierbare Hemmnisse	64
5.2 Ergebnisse der Expertenbefragung	66
5.2.1 Energiepolitische und -rechtliche Rahmenbedingungen	67
5.2.2 Wirtschaftlichkeitsaspekte	68

5.2.3	Komplexität	68
5.2.4	Rechtliche Hemmnisse.....	69
5.2.5	Sonstige Hemmnisse	69
5.2.6	Zusammenfassung.....	69
5.3	Ansätze zur Überwindung der Hemmnisse.....	70
5.3.1	Bundesratsinitiativen	70
5.3.2	Ansätze auf Landesebene bzw. regionaler Ebene.....	71
6	Die Rolle der KWK im zukünftigen Strom- und Wärmemarkt	73
6.1	KWK im Strommarkt.....	73
6.1.1	Rolle der KWK heute.....	74
6.1.2	Beitrag der KWK zur Versorgungssicherheit	76
6.1.3	Rolle von Flexibilitätsoptionen bei steigenden EE-Anteilen	77
6.1.4	Strommarktorientierte Betriebsweise der KWK.....	78
6.1.5	Systemdienstleistungen von KWK-Anlagen.....	81
6.1.6	Zwischenfazit	82
6.2	KWK im Wärmemarkt.....	83
6.2.1	Rolle der netzgebundenen KWK-Wärmeversorgung	85
6.2.2	Rolle der KWK zur Wärmeversorgung von Einzelobjekten	86
6.2.3	Rolle der KWK für die Wärmeversorgung der Industrie	87
6.2.4	Kommunale Wärmeplanung und Versorgungskonzepte	88
6.2.5	Anregungen aus Dänemark für Baden-Württemberg.....	100
6.2.6	Zwischenfazit	107
7	Landesmaßnahmen	108
	Anhang 1: Struktur der KWK in Baden-Württemberg	128
	Anhang 2: Hemmnis-Fragebogen.....	130
	Literatur.....	133

Zusammenfassung

Aktueller Stand der KWK in Baden-Württemberg

- Im Jahr 2013 wurden in Baden-Württemberg rund 7,3 TWh KWK-Strom erzeugt (Nettostromerzeugung einschließlich der von der amtlichen Statistik nicht erfassten Erzeugung). Dies entspricht einem Anteil von rund 12 % an der baden-württembergischen Bruttostromerzeugung (bzw. rd. 13 % an der Nettostromerzeugung).
- Der Bestand von KWK-Anlagen in Baden-Württemberg beträgt zum Ende des Jahres 2013 rund 3 GW_{el}. Davon entfallen auf Kohle 1,4 GW_{el}, auf Erdgas (einschl. Heizöl) 1,1 GW und auf Biomasse 0,5 GW GW_{el}.
- Das gesamte Wärmeaufkommen aus KWK-Anlagen und Heizwerken¹ beträgt 24 TWh/a Wärme (davon 19 TWh/a KWK-Wärme). Von den 24 TWh/a dienen knapp 13 TWh/a Wärme der Versorgung von Endverbrauchern (65 % werden mittels größerer Fernwärmenetze und 35 % mittels Nahwärmenetzen und KWK-Anlagen in Einzelgebäuden bereitgestellt), 9,5 TWh/a werden in der Industrie überwiegend als Prozesswärme eingesetzt; 1,5 TWh/a sind Verteilungsverluste.

Ziele, Ausbaupfad und Akteure

- Um das im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept (IEKK) festgelegte Ausbauziel für die KWK-Stromerzeugung (rund 20 % der Bruttostromerzeugung) zu erreichen, ist bis Ende 2020 eine Steigerung der installierten KWK-Leistung auf rd. 4,5 GW_{el} und der KWK-Stromerzeugung auf rd. 13 TWh/a erforderlich. Der zugrunde liegende KWK-Ausbaupfad ist ein wesentlicher Baustein im IEKK zur Erfüllung des CO₂-Minderungsziels und zur Flexibilisierung der Stromversorgung. Er sollte in seiner jetzigen Struktur und Intensität im Wesentlichen beibehalten werden. Bei der Realisierung des Ausbaupfades bestehen für die betrachteten Akteursgruppen keine potenziellen Restriktionen.
- Die Umsetzung des KWK-Ausbaupfades erfordert eine deutliche Steigerung der KWK-Stromerzeugung in allen Akteursgruppen („Fernwärmeversorgung“, „Öffentliche/private Versorgung“, „Industrie“). Zuwächse finden im Ausbaupfad in allen Leistungsklassen statt, kleinere KWK-Anlagen (< 10 MW) wachsen jedoch deutlich stärker. Neben dem Ausbau von Wärmenetzen sind KWK-Anlagen für die Einzelversorgung die zweite Säule des Ausbaupfades.

¹ Gesamtes Wärmeaufkommen der netzgebundenen Wärmeversorgung mit Heizkraftwerken, BHKW (einschl. Objektversorgung) und Heizwerken sowie KWK-Eigenversorgung (Industrie).

- Unter unveränderten energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen wird nur ein geringer weiterer Ausbau der KWK erfolgen. Ohne durchgreifende Anpassung des KWKG – eine dem 25 %-Bundesziel adäquate KWKG-Novellierung – werden Landesmaßnahmen nur relativ geringe Wirkungen entfalten können.
- Der Zubau von Gas-KWK kann – unter der Voraussetzung einer generellen Anpassung des KWKG – im Bereich kleinerer Anlagen (< 10 MW) erheblich durch Landesmaßnahmen unterstützt werden. Bei der Biomasse-KWK muss der Schwerpunkt auf der Ausweitung der Wärmenutzung von bestehenden Nicht-KWK-Anlagen liegen (insb. Biogasanlagen), wobei Landesprogramme eine gute Ergänzung darstellen können (z.B. Bioenergiedörfer).
- Zur Erfüllung des CO₂-Minderungsziels und um in ausreichendem Maße neue effiziente KWK-Anlagen (und ggf. auch Gas-Kondensationskraftwerke) errichten zu können, ist die Stilllegung älterer Kraftwerke (Kohle, Öl) unbedingt erforderlich. Die neuen Kohlekraftwerke (GKM9; RDK8) sollten in möglichst großem Ausmaß Fernwärme auskoppeln.

Hemmnisse

- Als wesentliche Hemmnisse wurden die derzeitigen energiepolitischen und -rechtlichen Rahmenbedingungen identifiziert (mangelnde Planungssicherheit, Belastung des Eigenverbrauchs von Neuanlagen, Begrenzung der Förderdauer im KWKG).
- Daneben stehen insbesondere Informationsdefizite sowie die Komplexität der KWK einer stärkeren Verbreitung entgegen.

KWK im Strom- und Wärmemarkt der Zukunft

- Der Ausbau und die Flexibilisierung der KWK sind aus Sicht der Versorgungssicherheit und des Klimaschutzes sinnvoll. Auch längerfristig bleibt die KWK ein wesentliches Standbein einer zukunftsfähigen Strom- und Wärmeversorgung. Hauptaugenmerk kurzfristiger Maßnahmen (zeitnahe KWKG-Novelle) sollte die Verbesserung der wirtschaftlichen Situation der KWK sein, um den Erhalt und weiteren Ausbau von Anlagen sicherzustellen.
- Mit dem Ausbau dargebotsabhängiger erneuerbarer Energien (EE) steigt der Bedarf an Flexibilitäten im Stromsystem. Mittelfristig gewinnen die strommarktorientierte Betriebsweise der KWK und die Ausweitung der Systemdienstleistungen für die Integration fluktuierender EE-Einspeisung an Bedeutung. Dabei sollten aus Kosteneffizienzgründen zunächst größere Anlagen in Wärmenetzen, welche heute noch wärmegeführt betrieben werden, nachgerüstet werden.
- Sollen die Klimaschutzziele der Landesregierung erreicht werden, muss der Anteil der KWK im Wärmemarkt, sowohl in der Objektversorgung und in der Industrie, als auch

in Verbindung mit Fern- und Nahwärmenetzen und unter Nutzung von EE, stark wachsen.

- Kommunale Wärmepläne dienen dazu, Wärmeangebot und -nachfrage sowie die bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur unter Berücksichtigung von Zukunftsszenarien systematisch zu analysieren und räumlich miteinander zu verknüpfen. Damit schaffen sie gute Voraussetzungen für eine effiziente, kostengünstige und nachhaltige Wärmeversorgung vor Ort, unter Einbeziehung von KWK und Wärmenetzen.
- Da es auf EU- und Bundesebene bereits einige Impulse gibt, die die Einführung kommunaler Wärme- und Kältepläne unterstützen, könnte Baden-Württemberg als Vorreiter einer kommunalen Wärmeplanung die sich ohnehin abzeichnende Entwicklung wesentlich mitgestalten und würde somit auch deutlich schneller davon profitieren.

KWK-Konzept, Maßnahmen und Monitoring

- Mit dem vorliegenden Bericht werden der Landesregierung Baden-Württemberg umfangreiche und detaillierte Vorarbeiten für ein Landeskonzept Kraft-Wärme-Kopplung vorgelegt. Durch die Einbindung des Begleitkreises konnten bei der Bearbeitung wertvolle Hinweise der Branche und Akteure berücksichtigt werden.
- Die Maßnahmen, die im Zuge der vorliegenden Arbeiten erstellt wurden, sind nachfolgend in einer tabellarischen Übersicht dargestellt (Tabelle 1). Sie berücksichtigen die mit dem Auftraggeber sowie dem Begleitkreis geführten Diskussionen.
- Die Erstellung und Umsetzung des Landeskonzepts KWK ist Teil des Maßnahmenpakets des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts (IEKK) des Landes (IEKK-Maßnahme M 19). Das Landeskonzept KWK als wichtige IEKK-Maßnahme sollte nach seiner Verabschiedung laufend einem Monitoring, einer Erfolgskontrolle sowie ggf. einer Fortschreibung unterzogen werden.

Tabelle 1: Gesamtübersicht der vorgeschlagenen Landesmaßnahmen nach Kategorien

Landesmaßnahmen, die kurzfristig und mit geringem Aufwand umsetzbar sind:	Mit erhöhtem Aufwand bzw. zeitlichen Vorlauf umsetzbare Maßnahmen	Flankierende Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> • KWK 1: Bundesinitiative KWKG • KWK 2: Bundesratsinitiative für eine zügige und anspruchsvolle Umsetzung der EU-Energieeffizienz-Richtlinie • KWK 13: Landeseigene Fördermittel für KWK und Wärmenetze an stringente Zusatzbedingungen knüpfen • KWK 14: Wärmenutzung bestehender Biogasanlagen verbessern: Förderung von Bioenergiedörfern fortsetzen und um innovative Elemente ergänzen • KWK 15: Zuschüsse für KWK-Anlagen im Rahmen KfW-geförderter integrierter Quartierskonzepte vergeben • KWK 19: KWK im EWärmeG als gleichberechtigte Erfüllungsoption umsetzen • KWK 22: Prüfung und verstärkter Einsatz von KWK in Landesliegenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> • KWK 3: Gesetzesinitiative zur Erstellung kommunaler Wärmepläne auf Bundesebene einfordern • KWK 5: KWK-Informationskampagne und KWK-Landesportal • KWK 6: Voraussetzungen für standardisierte Wärmepläne und Versorgungskonzepte schaffen • KWK 7: Unterstützung bei der Realisierung von KWK-Projekten durch BHKW-Lotsen • KWK 8: Verbesserung der Datenbasis zu Nah- und Fernwärmenetzen, innovativen KWK-Objektversorgungen und industrieller KWK-Nutzung in Verbindung mit der Darstellung von Wärmebedarfsdichten • KWK 9: Abwärmepotenziale erheben und Marktmodell schaffen (IEKK-Maßnahmen: M 59 und M 60) • KWK 12: Wohnungsgesellschaften, Wohnungsbaugenossenschaften und Wohnungseigentümergeinschaften mobilisieren • KWK 16: Wettbewerb KWK-Modellkommune: Unterstützung für Kommunen ohne Stadtwerke • KWK 20: Verpflichtung zur Entwicklung kommunaler Wärmepläne und Versorgungskonzepte prüfen 	<ul style="list-style-type: none"> • KWK 4: Einsatz der Landesregierung für einen funktionierenden Emissionshandel • KWK 10: Einrichtung einer KWK-Austauschplattform • KWK 11: KWK-Know-how der regionalen Energieagenturen, Handwerker, Quartiersmanager, Klimaschutzmanager und Umweltämter stärken • KWK 17: Fortsetzung und Weiterentwicklung von Landesförderprogrammen (insb. „Klimaschutz-Plus“ für die Förderung von Wärmeplänen) sowie deren öffentlichkeitswirksame Darstellung und Evaluierung • KWK 18: Pilotprojekte für residuallastangepasste KWK-Konzepte fördern und einem Monitoring unterziehen • KWK 21: KWK-Projekte in Landesliegenschaften umsetzen und landeseigene KWK-Maßnahmen stärker öffentlichkeitswirksam präsentieren

1 Einleitung

Grundlage der Energie- und Klimapolitik in Baden-Württemberg sind die im Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg geregelten gesetzlichen Klimaschutzziele vom Juli 2013 und deren Konkretisierung durch das Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg (IEKK) vom Juli 2014. Bis zum Jahr 2020 sollen demnach die Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg um mindestens 25 % reduziert werden. Bis zum Jahr 2050 wird eine Minderung um 90 % angestrebt. Dem Ausbau der erneuerbaren Energien, der Energieeinsparung sowie der Verbesserung der Energieeffizienz kommen bei der Verwirklichung dieser Ziele besondere Bedeutung zu. Der Ausbau der KWK ist deshalb ein wichtiger Baustein des IEKK.

Der Ausbau der KWK ist auch auf Bundesebene ein wichtiger Bestandteil der Energie- und Klimaschutzpolitik. Im Koalitionsvertrag der Bundesregierung vom November 2013 wird deshalb an dem schon im Energiekonzept 2010/2011 definierten Ziel, bis 2020 einen Anteil der KWK an der Stromerzeugung in Höhe von 25 % zu erreichen, festgehalten. Grund für die Schlüsselrolle der KWK in einem nachhaltigen Energiesystem der Zukunft ist die hohe Effizienz der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung bei gleichzeitig sehr großer Flexibilität hinsichtlich Anlagengröße und Einsatzart. Die hohe Brennstoffeffizienz bedingt eine deutlich bessere CO₂-Bilanz für die gekoppelte Erzeugung gegenüber der getrennten Erzeugung von Strom und Wärme. Im Zusammenhang mit der wachsenden regenerativen Stromerzeugung aus fluktuierenden Quellen gewinnt die KWK als regelbare Ergänzung des volatilen erneuerbaren Stromangebots zusätzlich an Bedeutung.

Aus diesen Gründen spielt die KWK auch im **Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept (IEKK)** der Landesregierung Baden-Württemberg eine wichtige Rolle. Eine zentrale Maßnahme (M 19) im IEKK stellt das „Landeskonzept Kraft-Wärme-Kopplung“ dar [1]. Damit soll nicht nur der Ausbau von KWK-Anlagen, sondern auch die Errichtung der zu ihrer Ausbreitung erforderlichen Wärmenetze unterstützt werden:

M 19: Landeskonzept Kraft-Wärme-Kopplung

In einem Landeskonzept Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) werden alle Informationen über bestehende und geplante KWK-Anlagen und Wärmenetze zusammenfassend dargestellt. Es enthält geeignete Förderinstrumente, um die Marktdurchdringung der KWK zu verbessern. Ein zu erarbeitender Wärme- und Kälteatlas wird die weiteren Ausbaupotenziale aufzeigen. Das KWK-Konzept soll auch die langfristige Perspektive eines möglicherweise schwankenden Wärmebedarfs angemessen berücksichtigen. Der notwendige Zubau an gasgefeuerten KWK-Anlagen in Baden-Württemberg bis zum Jahr 2020 beträgt etwa 1.000 MW elektrischer Leistung. Davon sollte etwa die Hälfte als KWK-Anlagen mit einer Leistung von weniger als 10 MW errichtet werden. Das KWK-Konzept zeigt Wege auf, wie in Baden-Württemberg mit stromgeführten Anlagen, ergänzt um saisonale Wärmespeicher, volatile Einspeisungen erneuerbarer Stromanteile ergänzt werden können. Das Konzept enthält Vorschläge, wie zum Beispiel eine verstärkte Öffentlichkeitsarbeit, mit denen Hemmnisse bei der praktischen Errichtung von Mikro-BHKW bis hin zu KWK-Großkraftwerken abgebaut werden können.

Fünf weitere Maßnahmen des IEKK, nämlich M 59: „Potenzial-Analysen für Industrie-Abwärme“, M 60: „Marktmodell zur Einspeisung von Abwärme in Wärmenetze“, M 61: „Unterstützung lokaler und regionaler Wärmekonzepte“, M 62: „Erstellung von Wärme- und Kälteplänen“ und M 63: „Festsetzungen zur städtebaulichen Umsetzung von Wärmekonzepten“ flankieren bzw. ergänzen die Maßnahme M 19 (Landeskonzept Kraft-Wärme-Kopplung). Somit adressieren zwei Maßnahmen die industrielle Abwärme als weitere wichtige Wärmequelle, die mittels Wärmenetzen genutzt werden sollte. Drei Maßnahmen stellen die notwendige enge Verknüpfung der KWK mit den eigentlichen Wärmenutzern sicher. Mit diesem Maßnahmenbündel sind im Wesentlichen der Rahmen und der Umfang der notwendigen Aktivitäten dargestellt, welche die Landesregierung für eine erfolgreiche Mobilisierung der KWK für erforderlich hält und die in einem KWK-Konzept berücksichtigt werden müssen.

Zur konstruktiven Begleitung der Erstellung des Landeskonzepts KWK wurde vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg ein **Begleitkreis** eingesetzt. Dem Begleitkreis gehören relevante Akteure und Experten an, die praxisnahe Impulse geben und Diskussionsbeiträge einbringen sollen. Die frühzeitige Einbindung des Begleitkreises in die Erstellung des KWK-Konzepts soll sicherstellen, dass die Akteure anschließend als Multiplikatoren die Umsetzung des Konzepts begleiten.

Die wesentliche **Zielsetzung** des vorliegenden Vorschlags für ein KWK-Konzept besteht in der Erarbeitung eines **umsetzungsorientierten Katalogs von Landesmaßnahmen** mit einer zeitlichen Einordnung der Maßnahmen, um den Ausbau der KWK in Baden-Württemberg in den kommenden Jahren zu unterstützen. Dabei ist auch zu beachten, dass die parallel zu erfolgende Verminderung des Energiebedarfs von Gebäuden mit dem KWK-Ausbau kompatibel ist. Dies ist bereits im Energieszenario 2050 [2] berücksichtigt worden und spiegelt sich auch in einigen Maßnahmen (speziell zu kommunalen Wärmeplänen) wider.

Die anstehende Novellierung des Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetzes (KWKG) ist von übergeordneter Bedeutung für den zukünftigen Ausbau der KWK. Die hier erarbeiteten Landesmaßnahmen können nur unter der **Voraussetzung** Wirkung entfalten, dass auf Bundesebene eine zur Zielsetzung (25 % KWK-Strom in 2020) kompatible Gesetzgebung erfolgt und das **KWKG** entsprechend angepasst wird (konkrete Vorschläge zur Ausgestaltung des KWKG sind jedoch kein Bestandteil der vorliegenden Studie).

2 Bisherige Entwicklung der KWK in Baden-Württemberg und Bewertung des Ausbaupfades

In diesem Kapitel wird die bisherige Entwicklung der KWK in Baden-Württemberg eingehend analysiert. Dazu wird erstmals eine vollständige Zeitreihe zur Entwicklung der KWK im Land vorgestellt. Diese dient als Grundlage für die Identifikation der Steigerung von KWK-Potenzialen im Anlagenbestand sowie als Ausgangsbasis für die Aktualisierung und Bewertung des Ausbaupfades nach dem IEKK.

2.1 Entwicklung der installierten Leistung von KWK-Anlagen

Die Entwicklung der im Land installierten KWK-Leistung wird nachfolgend auf Basis der Angaben nach KWKG und EEG analysiert. Anlagen im KWKG sind fast ausschließlich der fossilen KWK zuzurechnen, Anlagen im EEG stets der Biomasse-KWK. Es erfolgt deshalb eine getrennte Darstellung zunächst des nach KWKG zugelassenen Anlagenbestands, gefolgt von einer Analyse der Anlagen zur Nutzung von Biomasse-KWK im Land. Abschließend werden die beiden Quellen zu einer Gesamtdarstellung der KWK in Baden-Württemberg zusammengeführt.

Entwicklung des nach KWKG zugelassenen Anlagenbestands

Die Darstellung des Anlagenbestandes der nach dem KWKG zugelassen ist, basiert auf Angaben des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Diese Daten wurden im Rahmen des vorliegenden Vorhabens nach Jahren, Leistungsklassen und Energieträgern ausgewertet, um eine Ausgangsbasis für die Ableitung zukünftiger Entwicklungstendenzen zu erhalten.

Insgesamt ist im Jahr 2013 eine Leistung von 2,7 GW_{el} in KWK-Anlagen vorhanden. Große KWK-Anlagen mit mehr als 10 MW elektrischer Leistung machen davon rund 80 % aus, stellen also mit rund 2,1 GW den weitaus größten Teil des KWK-Bestands im Land.

Insgesamt ist der Bestand an fossilen KWK-Anlagen innerhalb der letzten 10 Jahre um rund 700 MW_{el} gewachsen (Abbildung 1). Anlagen > 10 MW sind um 385 MW gewachsen, Anlagen < 10 MW um insgesamt 320 MW. Dort lag der größte Teil des Wachstums mit rd. 170 MW_{el} bei den Anlagen bis 1 MW_{el} gefolgt von den Anlagen zwischen 1 und 2 MW mit insgesamt knapp 80 MW_{el}. In beiden Größenklassen ist der Leistungsbestand Ende 2013 mehr als dreimal so hoch als zum Jahresende 2003. Zusammen stellen Anlagen unter 10 MW_{el} im Jahr 2013 rund 550 MW_{el} bereit; 250 MW_{el} davon stammen aus Anlagen bis 1 MW Leistung (Abbildung 2; Tabelle 1).

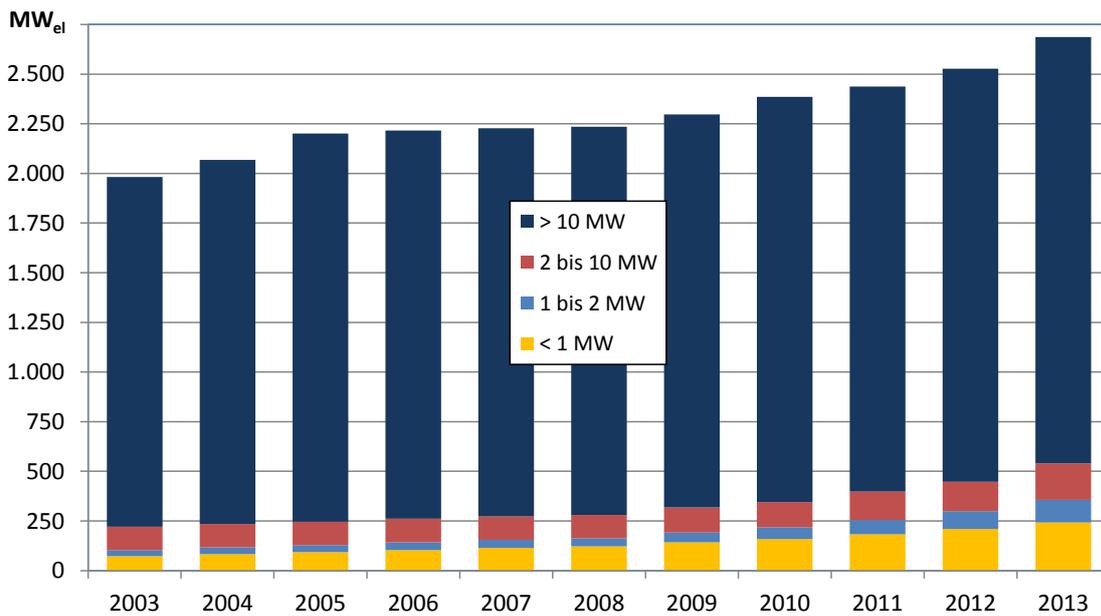


Abbildung 1: Entwicklung des Bestands (elektrische Leistung) der nach KWKG zugelassenen KWK-Anlagen in Baden-Württemberg nach Leistungsklassen.

Quellen: BAFA[4], eigene Berechnungen

Eine nach kleineren Leistungsklassen differenzierte Darstellung des fossilen KWK-Anlagenbestands bis 1 MW_{el} zeigt die folgende Abbildung 2. Bezogen auf den relativen Zuwachs ist die Entwicklung im Bereich der Mikro-KWK unterhalb von 10 kW_{el} hervorzuheben.

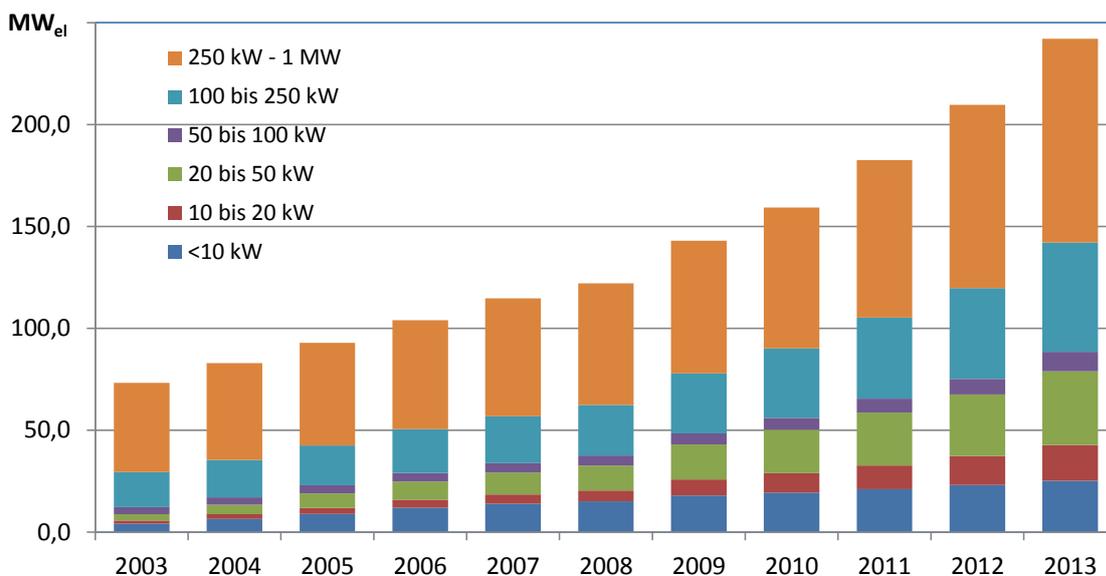


Abbildung 2: Entwicklung des Bestands (elektrische Leistung) der nach KWKG zugelassenen KWK-Anlagen in Baden-Württemberg bis zu einer elektrischen Leistung von 1 MW nach Leistungsklassen.

Quellen: BAFA[4], eigene Berechnungen

Der Zuwachs im Bereich der Kleinanlagen findet i.d.R. in der Versorgung von Ein- und Mehrfamilienhäusern statt. Die Verbreitung von KWK in diesem Leistungsbereich kann also die Akzeptanz der KWK verbessern und einen positiven Multiplikatoreffekt schaffen.

Die dargestellte Entwicklung im Leistungsbereich bis hin zu 2 MW_{el} erfolgt hauptsächlich über die Installation von BHKWs in der Objektversorgung, die zumeist auf einen möglichst hohen Eigenverbrauchsanteil – sowohl Wärme, als auch Strom – ausgelegt werden. Mit den Regelungen des novellierten EEG 2014 wird jedoch zukünftig der Eigenverbrauch von Neuanlagen anteilig mit der EEG-Umlage belastet. Es besteht deshalb die Gefahr, dass die gezeigte positive Entwicklung im Bereich des BHKW-Zubaus einzubrechen droht. Eine Kompensation der Eigenverbrauchsbelastung über eine Erhöhung der Zuschläge im KWKG wird deshalb im Kapitel Maßnahmen vorgeschlagen.

Die Verteilung des baden-württembergischen Anlagenbestandes im KWKG zum Stand Ende 2013 ist in Tabelle 2 und Abbildung 3 dargestellt. Kohle-KWK wird fast ausschließlich im großen Leistungsbereich oberhalb 10 MW_{el} genutzt. Gas (Erdgas und Flüssiggas) wird in allen Leistungsklassen genutzt. Im kleinen Leistungsbereich unterhalb einem MW stellen die gasgefeuerten Anlagen 92% der gesamten Leistung.

Tabelle 2: Verteilung des Anlagenbestandes Ende 2013 im Rahmen des KWKG in Baden-Württemberg nach Energieträgern und Leistungsklassen.

[MW _{el}]	Kohle	Gas	Heizöl	Biomasse	Sonstige	Summe
< 1 MW	0	225	14	1,5	1,9	242
1 MW bis 10 MW	34	225	5,1	4,6	29	297
> 10 MW	1.281	630	65	70	101	2.147
Gesamt	1.315	1.080	85	76	132	2.687

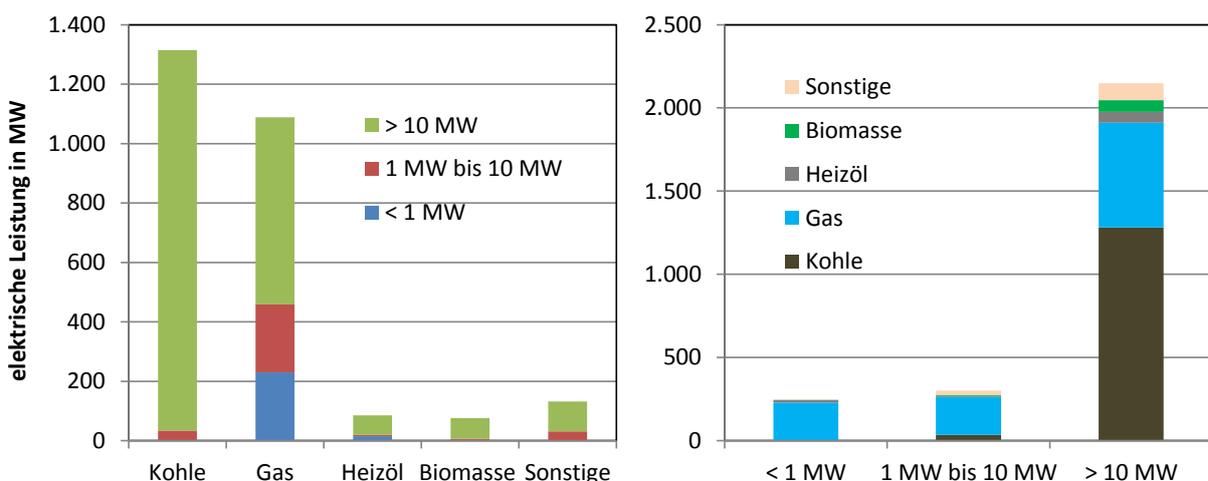


Abbildung 3: Verteilung des Anlagenbestandes Ende 2013 im Rahmen des KWKG in Baden-Württemberg nach Energieträgern und Leistungsklassen.

Quellen: BAFA[4], eigene Berechnungen

Entwicklung der Biomasse KWK im EEG

Die Regelungen des EEG haben insbesondere ab dem Jahr 2004 zu einem hohen Zubau von Biomasseanlagen zur Stromerzeugung in Baden-Württemberg geführt. Im Folgenden wird der Anlagenbestand im Hinblick auf den KWK-Anteil untersucht. Grundlage für die nachfolgenden Auswertungen ist der ZSW-Datenbestand zur Biomassestromerzeugung in Baden-Württemberg. Die Aufteilung der Stromerzeugung nach KWK/nicht-KWK wurde anhand der Vergütungskategorien in den EEG-Bewegungsdaten vorgenommen. Strommengen, für die kein KWK-Bonus gewährt wird, werden nachfolgend also nicht als KWK-Strom erfasst². Die Angaben stellen deshalb Mindest-Angaben dar, da z.B. für ältere Holzheizkraftwerke durchaus eine Wärmenutzung gegeben sein kann (z.B. für Trocknungsprozesse in der Holzindustrie), die Voraussetzungen für den KWK-Bonus jedoch fehlen. Für weitere Informationen zu den Basisdaten und der Vorgehensweise zur Auswertung wird auf [5] verwiesen.

Der Analysefokus liegt nachfolgend auf Biogasanlagen, Holzheizkraftwerken und Pflanzenöl-Blockheizkraftwerken. Der biogene Anteil von Abfall für Müllheizkraftwerke sowie Blockheizkraftwerke, die Deponie- bzw. Klärgas verstromen, wird in der gesamten KWK-Bilanz zwar berücksichtigt, jedoch keiner detaillierten Analyse unterzogen.

Abbildung 4 zeigt den Verlauf der installierten Leistung von Biomasseanlagen zur Stromerzeugung in Baden-Württemberg. Einen vergleichsweise konstanten Sockel bilden die Holzheizkraftwerke, die bereits im Jahr 2003 mit rd. 100 MW_{el} zu verzeichnen waren. Dies sind überwiegend Altanlagen in der (holzverarbeitenden) Industrie. Ab 2004 wurden im Zuge des novellierten EEG neue Holzheizkraftwerke im Land mit ca. 90 MW_{el} zugebaut. Parallel dazu wurden ab 2004 stetig Biogasanlagen errichtet, deren Leistungsbeitrag Ende 2013 knapp 300 MW_{el} beträgt. Ein deutlicher Aufwuchs war ab 2006 auch im Segment der mit Pflanzenöl betriebenen BHKW zu verzeichnen. Mit den ab 2007/2008 stark gestiegenen Pflanzenölpreisen wurden keine weiteren Anlagen errichtet, sondern es wurden in den Folgejahren zahlreiche Pflanzenöl-BHKW stillgelegt, umgerüstet oder nur noch mit geringer Auslastung betrieben. Insgesamt waren Ende 2013 Biomasseanlagen (ohne biogenen Abfall, Deponie- und Klärgas) mit einer Leistung von 550 MW_{el} in Betrieb.

² Im Bereich Holzheizkraftwerke sind in der ZSW-Datenbank auch wenige Anlagen außerhalb des EEG enthalten. Die Erzeugungsdaten und KWK-Angaben wurden über Betreiberanfragen bzw. eigene Schätzungen und Berechnungen ermittelt.

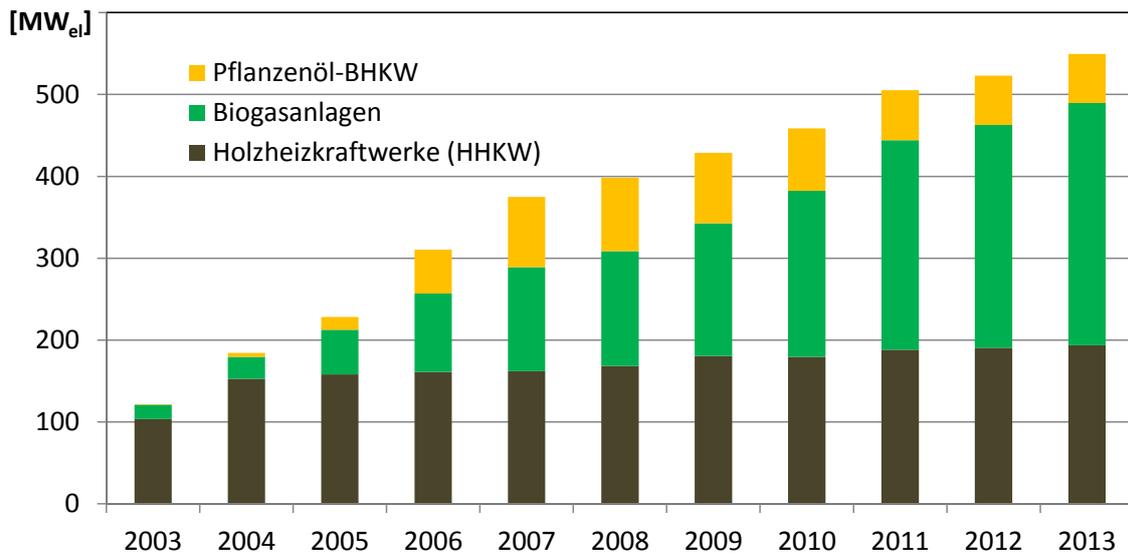


Abbildung 4: Entwicklung der installierten elektrischen Leistung von Anlagen zur Stromerzeugung aus Biomasse in Baden-Württemberg (2013 vorläufig/geschätzt).

Quelle: eigene Berechnungen

Die stark rückläufige Auslastung der Pflanzenöl-BHKW zeigt sich in Abbildung 5 anhand der ab 2010/2011 stark rückläufigen Stromerzeugung. Parallel dazu wurden die Anlagen so betrieben, dass möglichst die gesamte anfallende Wärme genutzt werden konnte. Dies veranschaulicht der hohe KWK-Anteil von 80-90 %.

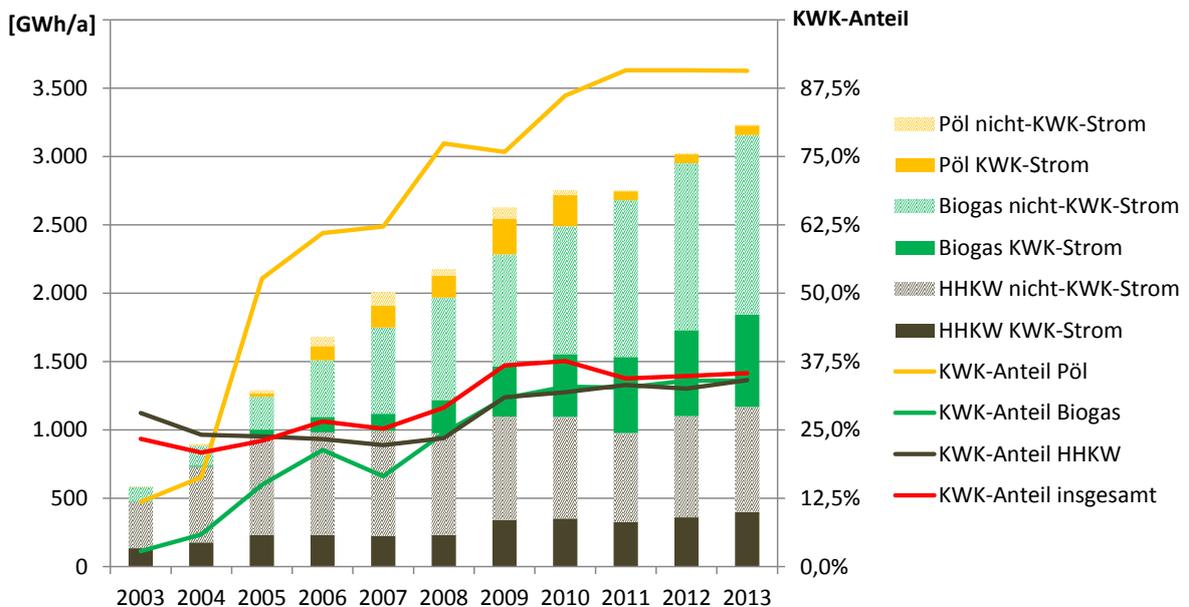


Abbildung 5: Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse in Baden-Württemberg (2013 vorläufig/geschätzt).

Quelle: eigene Berechnungen

Holzheizkraftwerke sowie Biogasanlagen im Land erzeugen im Mittel heute rund ein Drittel des Stroms in KWK. Bei Biogasanlagen war in den Jahren bis 2009 ein stärkeres Wachstum der KWK-Stromerzeugung zu verzeichnen, das sich ab 2010 abgeschwächt hat.

Insgesamt beläuft sich die die Stromerzeugung aus obigen Biomasse-Anlagen in Baden-Württemberg im Jahr 2013 auf rund 3,2 TWh, wovon rd. 35 % bzw. 1,1 TWh in KWK erzeugt werden. Hinzu kommen noch knapp 0,5 TWh KWK-Strom aus biogenen Abfall, Deponie- und Klärgas, sowie aus Klärschlamm.

2.2 Strom- und Wärmeerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung in Baden-Württemberg nach Erzeugungsbereichen und Energieträgern

Im Hinblick auf eine vollständige Darstellung der Strom- und Wärmeerzeugung aus KWK besteht das Problem der Abschneidegrenze von 1 MW_{el} im Rahmen der amtlichen Statistik. So wird bislang statistisch nur die KWK-Erzeugung in den Bereichen „Allgemeine Versorgung“ sowie „Industriekraftwerke ab 1 MW“ erfasst, es besteht also eine **Erfassungslücke** für Anlagen mit einer elektrischen Leistung **unterhalb von 1 MW**. Diese Abschneidegrenze betrifft fossil betriebene KWK-Anlagen (i.d.R. Erdgas-BHKW) bzw. nicht-EEG-Anlagen zur Stromerzeugung aus Biomasse.

Im Zuge der vorliegenden Arbeiten zur Vorbereitung des KWK-Konzepts wird diese Erfassungslücke anhand zusätzlicher Daten geschlossen und eine weitgehend vollständige Zeitreihe zur Strom- und Wärmebereitstellung aus KWK in Baden-Württemberg vorgestellt. Da die Zeitreihe der amtlichen KWK-Statistik für die Jahre 2003 bis 2012 vorliegt, wurde dieser Zeitbezug als Grundlage für die nachfolgenden Berechnungen übertragen.

Die im vorliegenden Bericht gewählte Darstellung erfolgt zum einen nach **Erzeugungsbereichen**, zum anderen nach **Energieträgern**. Erstere Darstellungsvariante basiert auf den amtlichen Erhebungen, die Angaben zur allgemeinen Versorgung und Industriekraftwerken kleiner 1 MW macht, ergänzt um eigene Daten und Berechnungen zu Anlagen kleiner 1 MW. Mit der zweiten Darstellungsvariante wird die KWK-Erzeugung nach Energieträgern zusammengefasst angegeben und damit an die Darstellung im „Energieszenario 2050“ [2] angeknüpft.

Als **Datengrundlagen** dienen einerseits die bereits erwähnten amtlichen Statistiken des Statistischen Landesamtes [3]. Diese werden ergänzt durch Angaben zu KWK-Anlagen, die im Rahmen des KWKG gefördert werden. Die entsprechenden Daten wurden vom BAFA derart zur Verfügung gestellt, dass eine Trennung des Anlagenbestandes in Anlagen größer bzw. kleiner 1 MW_{el} möglich war [4]. Darüber hinaus wurden Auswertungen des ZSW-Datenbestands zur Stromerzeugung aus Biomasseanlagen herangezogen [5]. Auch diese Angaben liegen in einer Form vor, die eine abgegrenzte Auswertung für Anlagen unterhalb 1 MW_{el} zulässt. Zur Methode der Ermittlung der KWK-Stromerzeugung

aus Biomasse wird auf das angeführte ZSW-Papier verwiesen. Im Bereich der fossilen KWK unter 1 MW_{el} bildet die Zeitreihe zur installierten Leistung von KWK-Anlagen im Geltungsbereich des KWKG die Grundlage (vgl. Abbildung 2 oben). Die KWK-Stromerzeugung wird daraus mit einem einheitlichen Volllaststundensatz von 3.577 h/a ermittelt, die KWK-Wärmeerzeugung mit einer mittleren Stromkennzahl von 0,65 [6].

In Tabelle 3 und Abbildung 6 sind die Ergebnisse der Berechnungen für die **Erzeugungsbereiche** dargestellt. Zur Einordnung der Entwicklung des KWK-Anteils sind die Anteile der KWK-Erzeugung am Bruttostromverbrauch und an der Bruttostromerzeugung angegeben. Da die Stromerzeugung als Nettostromerzeugung vorliegt, wurde darüber hinaus der Anteil der KWK-Nettostromerzeugung an der baden-württembergischen Nettostromerzeugung ermittelt.

Tabelle 3: Entwicklung der KWK-Nettostromerzeugung nach Erzeugungsbereichen und des KWK-Anteils in Baden-Württemberg (2013 vorläufig/geschätzt).

[GWh/a]	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Allgemeine Versorgung	4.156	4.477	4.718	4.806	4.080	4.027	3.810	4.442	3.981	3.705	3.710
Industrie >1 MW	2.033	1.929	1.915	1.883	1.849	1.856	1.413	1.658	1.490	2.020	2.015
fossile Anlagen < 1 MW	276	310	344	384	422	449	523	580	662	760	859
Biomasse <1 MW	14	29	101	243	221	372	564	634	609	658	707
SUMME	6.478	6.745	7.077	7.316	6.573	6.703	6.310	7.313	6.743	7.142	7.290
Anteil am Bruttostromverbrauch (%)	7,8	8,2	8,7	8,8	7,9	8,2	7,9	9,0	8,8	9,4	9,5
Anteil an der Bruttostromerzeugung (%)	9,2	9,6	9,8	10,0	9,1	10,0	9,6	11,1	11,3	12,3	12,1
Anteil an der Nettostromerzeugung (%)	9,8	10,3	10,5	10,6	9,7	10,6	10,2	11,8	12,0	13,0	12,8

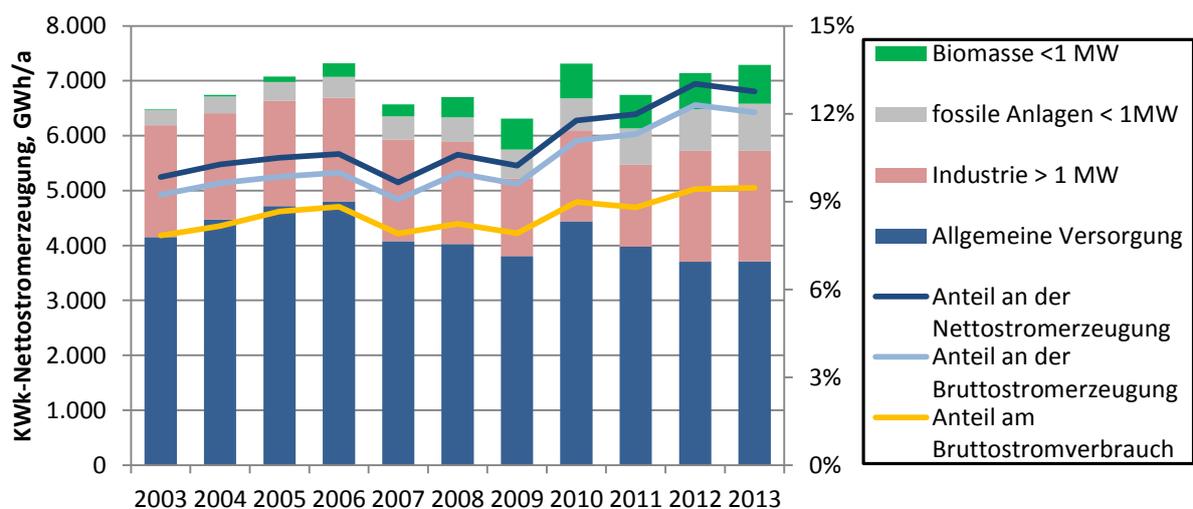


Abbildung 6: Entwicklung der KWK-Nettostromerzeugung nach Erzeugungsbereichen und des KWK-Anteils in Baden-Württemberg (2013 vorläufig/geschätzt).

Quellen: StaLa [3], BAFA [4], ZSW [5], eigene Berechnungen

Die KWK-Nettostromerzeugung bewegte sich in den vergangenen Jahren auf einem vergleichsweise konstanten Niveau in der Größenordnung von 7 TWh/a. Ein klarer Aufwärtstrend ist derzeit nicht ableitbar. Die in den Jahren 2011 und 2012 wieder deutlich gesunkene KWK-Erzeugung in den Bereichen „Allgemeine Versorgung“ konnte teilweise durch die gesteigerte KWK-Erzeugung im industriellen Sektor sowie im fossilen und biogenen Bereich unter 1 MW ausgeglichen werden. Tendenziell ist in diesem Bereich auch für 2013 noch ein geringes Wachstum zu verzeichnen.

Bezogen auf den weitgehend konstanten Bruttostromverbrauch zeigt sich deshalb ein konstanter KWK-Anteil in der Größenordnung von 9 %. Da die oben angegebenen Zahlen jedoch die KWK-Nettostromerzeugung ausweisen, muss als passende Bezugsgröße die baden-württembergische Nettostromerzeugung herangezogen werden. Hier zeigt sich ab 2010 eine steigende Tendenz, die jedoch primär der aufgrund des Kernenergieausstiegs sinkenden Stromerzeugung im Land zuzurechnen ist. Vor diesem Hintergrund steht die KWK-Nettostromerzeugung im Jahr 2012 für rund 13 % der gesamten Nettostromerzeugung in Baden-Württemberg.

Die im KWK-Bereich von der amtlichen Statistik nicht erfasste KWK-Strommenge von fossilen und biogenen Anlagen unter 1 MW beträgt im Jahr 2013 bereits 21 % der gesamten KWK-Nettostromerzeugung im Land. Im Zuge eines zukünftigen Monitorings der KWK in Baden-Württemberg und parallel zur Umsetzung des KWK-Konzepts ist es deshalb unerlässlich, die obige Methode fortzuschreiben, um ein vollständiges Bild der zukünftigen KWK-Entwicklung zeigen zu können.

Die Entwicklung der KWK-Nettostromerzeugung in Baden-Württemberg nach Energieträgern zeigen Tabelle 4 und Abbildung 7. Die in den statistischen Daten (u.a. StaLa [3]) nach zahlreichen Energieträgern dargestellten Strom- und Wärmemengen werden hier in drei Energieträgerkategorien zusammengefasst. Damit sind eine konsistente Anknüpfung und der Vergleich mit dem „Energieszenario 2050“ [2] sichergestellt, welches die Grundlage für die Zielsetzungen des IEKK und für den KWK-Ausbaupfad darstellt. Die drei Kategorien sind (1) Steinkohle, sonstige (feste fossile) Energieträger; nichtorganischer Anteil des Abfalls; (2) Erdgas, andere fossile Gase, Heizöle, Dieselkraftstoff und (3) Biomassen: feste Biomasse, flüssige Biomasse, Biogas, Klärgas, Deponiegas, Klärschlamm, organischer Abfall.

Der prozentual größte Aufwuchs zeigte sich im Bereich Biomasse. Diese Entwicklung ist primär dem EEG zuzurechnen, das den Zubau von Biomasse-KWK-Anlagen ab 2004 stark angereizt hat. Parallel dazu ist die KWK-Stromerzeugung aus Kohle seit 2003 tendenziell rückläufig. In der Kategorie (2) „Erdgas, andere Gase, Öl“ wird ein tendenzieller Rückgang von Erdgas in 2011/2012 in der allgemeinen Versorgung durch teilweise stark schwankende Beiträge anderer Gase bei der KWK-Stromerzeugung in der Industrie kompensiert. Hierbei spielen auch statistische Effekte im Rahmen der amtlichen Statistik in den Jahren 2011 und 2012 eine Rolle, die sehr geringe (2011) bzw. sehr hohe Werte

(2012) für „sonstige fossile Energieträger“ (Heizöl, Dieselkraftstoff, Flüssiggas, Raffineriegas) ausweisen.

Auch der stetige Anstieg der KWK-Stromerzeugung bei Anlagen < 1 MW führt zu einem entsprechenden Anstieg des Erdgas- und Biomasseeinsatzes. Dieser Anstieg hat auch im Jahr 2013 noch angehalten.

Tabelle 4: Entwicklung der KWK-Nettostromerzeugung in Baden-Württemberg nach drei Energieträgerkategorien (2013 vorläufig/geschätzt).

[GWh/a]	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
(1) Kohle, sonst.	2.929	2.952	2.895	2.918	2.249	2.136	1.804	2.645	2.277	2.116	2.115
(2) Erdgas, Öl	3.095	3.341	3.610	3.659	3.540	3.624	3.309	3.288	3.119	3.476	3.564
(3) Biomassen	454	452	572	739	784	943	1.198	1.380	1.347	1.550	1.612
Summe	6.478	6.745	7.077	7.316	6.573	6.703	6.310	7.313	6.743	7.142	7.290

Definition (1), (2),(3) siehe Text

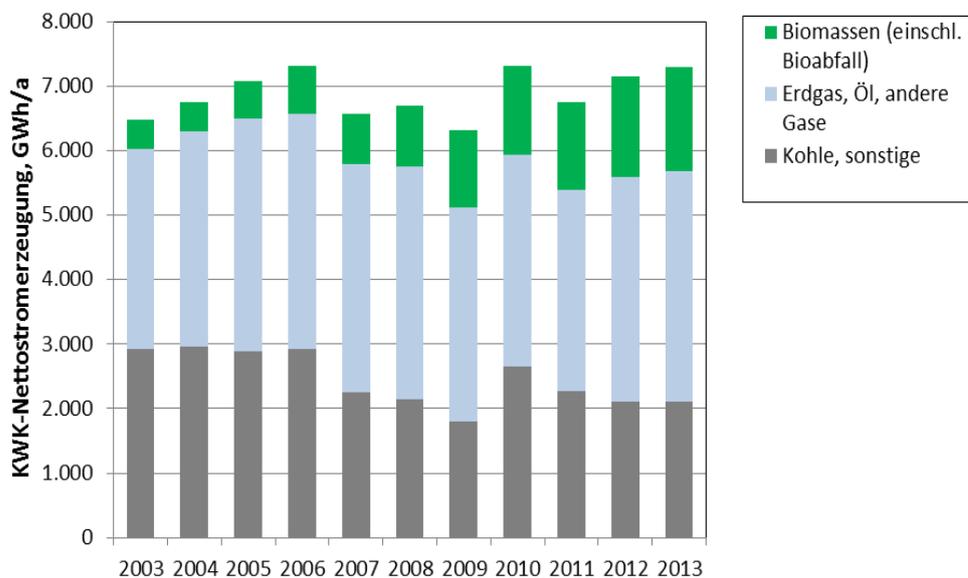


Abbildung 7: Entwicklung der KWK-Nettostromerzeugung in Baden-Württemberg nach Energieträgerkategorien (2013 vorläufig/geschätzt).

Quellen: StaLa [3], BAFA[4], ZSW[5], eigene Berechnungen

Die entsprechende gesamte KWK-Leistung in Baden-Württemberg, die sich aus den oben erläuterten Angaben gemäß KWKG und des EEG ergibt (vgl. Abbildung 1 und 4), sind in Tabelle 4 den obigen Energieträgerkategorien zugeordnet worden. Während die äquivalente KWK-Leistung der Kohlekraftwerke praktisch konstant blieb, ist die Leistung gas- und biomasseversorgter Anlagen seit 2003 stetig gewachsen. Dabei haben sich gas- (und heizöl-) -versorgte Anlagen < 10 MW von rund 200 MW in 2003 auf 470 MW in 2013 mehr als verdoppelt, die Anlagenleistung > 10 MW ist um rund 50 % gewachsen. Am stärksten war das relative Wachstum der Biomasseanlagen, deren Leistung im Betrachtungszeitraum um das 3,6-fache gestiegen ist. Es zeigt sich somit, dass sowohl das KWKG als auch das EEG sehr positiv auf die Ausweitung der KWK gewirkt haben.

Tabelle 5: Entwicklung der elektrischen Leistung von KWK-Anlagen in Baden-Württemberg (2013 vorläufig/geschätzt).

MW	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
(1) Kohle, sonst.	1.237	1.237	1.329	1.329	1.329	1.329	1.355	1.373	1.373	1.381	1.381
(2) Erdgas, Öl	656	741	783	797	809	834	850	880	932	1005	1164
(3) Biomassen*)	128	141	171	212	231	269	363	421	422	441	455
Summe	2.021	2.119	2.282	2.338	2.369	2.413	2.568	2.675	2.726	2.827	3.000

*) einschließlich biogenen Abfall; „Sonstige“ KWGK-Anlagen zu 50% Biomasse zugeordnet

Die Entwicklung der Wärmeerzeugung von KWK-Anlagen zeigt hinsichtlich der Gesamtmenge einen ähnlichen Verlauf wie die KWK-Stromerzeugung. Der Anteil der Industrie an der KWK-Wärmenutzung ist jedoch deutlich höher als an der KWK-Stromerzeugung. Dies ist auf den hohen Wärmenutzungsgrad und damit auf eine hohe Brennstoffausnutzung bei industriellen KWK-Anlagen zurückzuführen, die überwiegend auf der Basis des entsprechenden Prozesswärmebedarfs konzipiert wurden. Die Entwicklung der KWK-Nettowärmeerzeugung ist in Tabelle 6 und Abbildung 8 dargestellt.

Tabelle 6: Entwicklung der KWK-Wärmeerzeugung in Baden-Württemberg nach Erzeugungsbereichen (2013 vorläufig/geschätzt).

[GWh/a]	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Allgemeine Versorgung	10.574	11.630	11.744	10.530	8.918	9.201	8.817	9.322	7.676	7.354	7.400
Industrie >1 MW	8.414	8.215	8.249	7.583	7.360	7.142	6.626	7.237	6.746	9.279	9.383
Fossil < 1MW	424	476	529	590	650	690	805	892	1.019	1.169	1.321
Biomasse <1 MW	35	53	135	294	300	492	717	823	823	911	983
SUMME	19.447	20.374	20.658	18.998	17.228	17.526	16.965	18.274	16.265	18.712	19.087

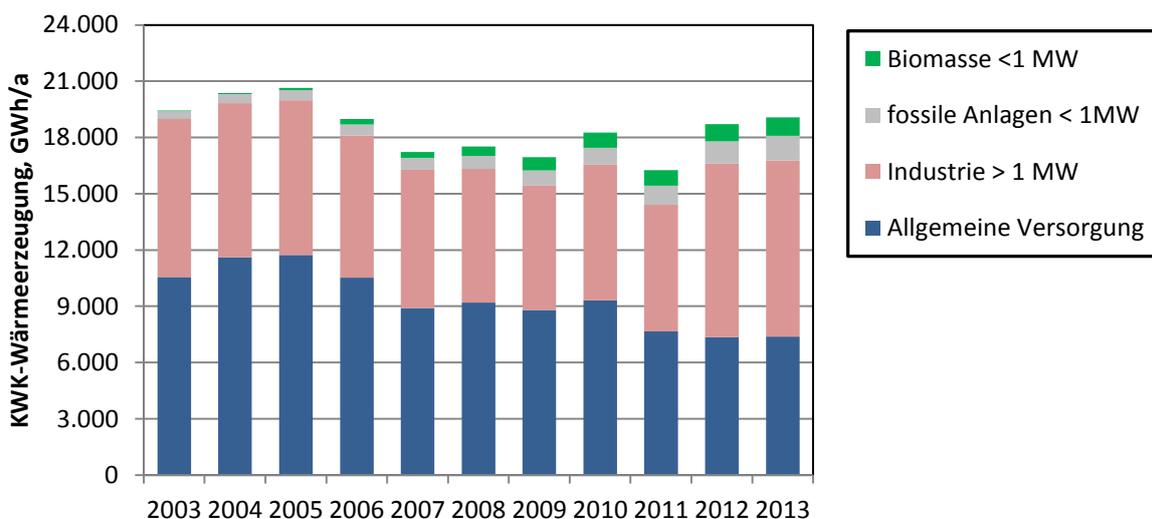


Abbildung 8: Entwicklung der KWK-Wärmeerzeugung in Baden-Württemberg nach Erzeugungsbereichen (2013 vorläufig/geschätzt).

Quellen: StaLa [3], BAFA [4], ZSW [5], eigene Berechnungen

Die in Tabelle 5 dargestellte Entwicklung der Wärmeerzeugung aus KWK-Anlagen nach Energieträgerkategorien zeigt einen ähnlichen Verlauf wie oben bereits für die Stromerzeugung erläutert. Wie auch im Strombereich ist auf statistische Effekte in den Jahren 2011 und 2012 im Bereich „sonstige fossile Energieträger“ hinzuweisen mit starken Schwankungen zwischen den Jahren 2011 und 2012.

Tabelle 5: *Entwicklung der KWK-Nettowärmeerzeugung in Baden-Württemberg nach Energieträgerkategorien (2013 vorläufig/geschätzt).*

[GWh/a]	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
(1) Kohle, sonst.	7.738	8.014	7.661	6.236	4.506	4.662	4.106	4.707	3.994	3.838	3.838
(2) Erdgas, Öl	9.266	9.756	9.824	9.340	8.846	8.907	8.446	8.825	8.092	10.344	10.549
(3) Biomassen	2.443	2.605	3.172	3.421	3.957	3.957	4.412	4.742	4.179	4.540	4.700
Summe	19.447	20.374	20.658	18.998	17.228	17.526	16.965	18.274	16.265	18.712	19.087

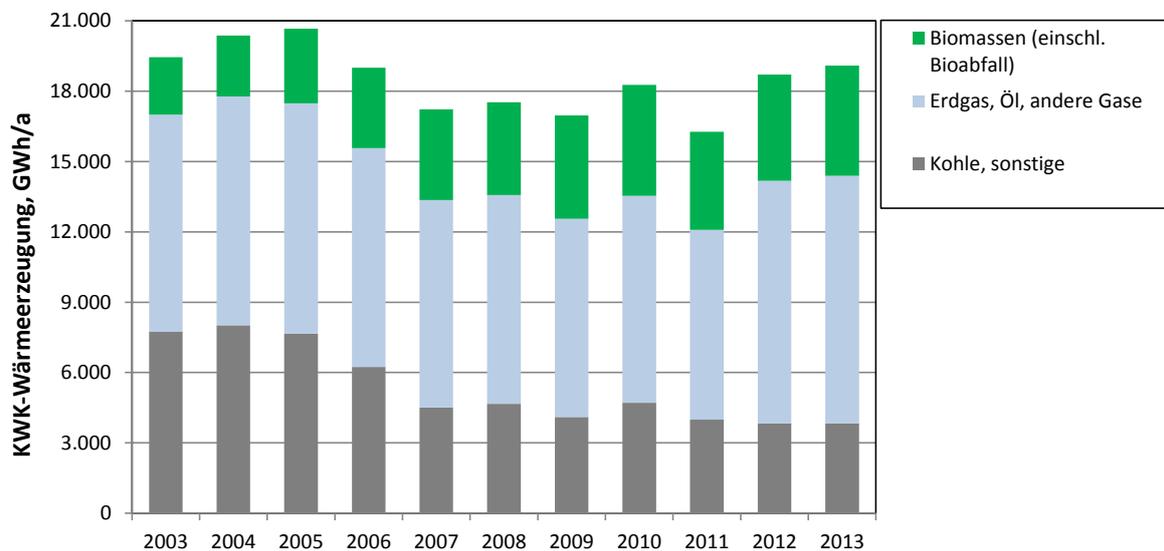


Abbildung 9: *Entwicklung der KWK-Nettowärmeerzeugung in Baden-Württemberg nach Energieträgerkategorien (2013 vorläufig/geschätzt).*

Quellen: StaLa [3], BAFA [4], ZSW [5], eigene Berechnungen

Die vorliegenden Daten gewähren erstmals einen umfassenden und vollständigen Überblick über die KWK-Strom- und Wärmeerzeugung in Baden-Württemberg. Hingewiesen werden muss jedoch auf Unsicherheiten, die auch mit den ergänzten Daten nicht völlig ausgeschlossen werden konnten. Einerseits besteht im Abschneidebereich der amtlichen Statistik von 1 MW_{el} eine Unschärfe im Hinblick auf die Zusammenfassung von Anlagen, da es zu Überschneidungen kommen kann, wenn Einzelangaben zu BHKWs (fossil oder biogen befeuert) vorliegen, die möglicherweise eine Gesamtanlage darstellen und parallel in der amtlichen Statistik erfasst sind. Nichtsdestotrotz eignen sich die vorgestellten Daten zur Ableitung von Trends und Entwicklungslinien. Im Nachgang zur Erstellung des KWK-Konzepts sollte die vorgestellte Zeitreihe im Zuge der Umsetzung und des Monito-

ring des Konzepts fortgeschrieben werden, fortlaufend überprüft und bei Vorliegen neuer Daten ergänzt und aktualisiert werden.

2.3 Wärmenetze

Ein Gesamtbild der netzgebundenen Wärmeversorgung in Baden-Württemberg kann mangels verfügbarer Daten im vorliegenden Bericht nicht dargestellt werden. Schwierig ist insbesondere die Erfassung der Nahwärmenetze. Diese Netze werden zwar über das KWKG bzw. über den KfW-Teil des Marktanzreizprogramms gefördert. Die verfügbaren Daten aus den Förderprogrammen beinhalten zwar die Trassenlänge und den/die einspeisenden Energieträger der geförderten Netze, machen jedoch keine Angaben zum jährlichen Wärmedurchsatz der Netze.

Im Folgenden wird deshalb anhand einer auf der Kraftwerksliste der BNetzA basierenden Recherche ein Überblick über die größeren Fernwärmenetze im Land gegeben. Ergänzt wird diese Analyse um die Darstellung aggregierter Förderdaten aus der Wärmenetzförderung des BAFA (KWKG-Förderung) bzw. der KfW (Marktanzreizprogramm).

2.3.1 Überblick Fern- (und Nah-)wärmenetze

Um ein möglichst umfassendes Bild über die vorhandenen Wärmeversorgungssysteme in Baden-Württemberg zu erhalten, wurde mit Blick auf die Fernwärme, die durch Großkraftwerke gespeist wird, die Kraftwerksliste der Bundesnetzagentur ausgewertet. Hierin sind Angaben darüber enthalten, ob die gelisteten Kraftwerke über eine Wärmeauskopplung (d.h. eine KWK-Nutzung) verfügen. Für die Kraftwerke, die gemäß Kraftwerksliste eine Wärmeauskopplung zulassen, wurde im Rahmen einer fokussierten Internet-Recherche ermittelt, ob die ausgekoppelte Wärme in ein Wärmenetz eingespeist wird oder zur Eigenversorgung dient. Zusätzlich wurden Angaben zahlreicher Stadtwerke ausgewertet, die in der Regel über kleinere Netze für einzelne Stadtquartiere verfügen. Diese werden im Folgenden als Nahwärmenetze bezeichnet, wobei der Übergang allerdings fließend ist (vgl. auch Akteursmatrix in Abbildung 18). Es ließen sich 36 Städte identifizieren, die über eine Fernwärme- bzw. größere Nahwärmeversorgungen verfügen (Tabelle 7 und Tabelle 8). Dabei speisen in einigen Städten zusätzlich zu den in der Kraftwerksliste enthaltenen Kraftwerken weitere Wärmequellen in das Fernwärmenetz ein. Zum Teil sind auch weitere kleinere Nahwärmenetze vorhanden. In anderen Fällen wie der Fernwärmeleitung „mittlere Neckarschiene“ speisen mehrere große Kraftwerke Wärme in ein Netz ein, das wiederum mehrere Städte versorgt. Auch wenn nicht für alle 36 Städte Angaben zu den vorhandenen Trassenlängen vorhanden sind, können mindestens 1.500 Kilometer Wärmenetze in Baden-Württemberg dokumentiert werden, durch die jährlich mindestens 9 TWh Wärme an Kunden geliefert werden. Die Angaben beziehen sich auf das Jahr 2012, sind aber nicht für alle Netze durchgängig vorhanden. Eine weitere Verbesserung der Datenbasis ist erstrebenswert.

Hinsichtlich des Brennstoffeinsatzes ist festzustellen, dass insbesondere in den aus Großkraftwerken gespeisten Fernwärmeversorgungen der Städte Heilbronn, Stuttgart, Karlsruhe, Mannheim, Ulm und Pforzheim der Einsatz von Steinkohle als Energieträger dominiert. Etwa 80% der Wärmeerzeugung sind dort auf den anteiligen Einsatz von Steinkohle zurückzuführen. Häufig erfolgt eine Kombination mit anderen Energieträgern wie Siedlungsabfall, Klärschlamm oder industrieller Abwärme, was den Primärenergiefaktor dieser Wärmeversorgungssysteme verbessert und den CO₂-Ausstoß reduziert. Erdgas und Biomasse kommen vor allem in kleineren Kraftwerkseinheiten zum Einsatz, weshalb sie zwar in Summe die größte Anzahl der Kraftwerkseinheiten bedienen, jedoch insgesamt lediglich knapp 20% der Wärme in den größeren Fernwärmeversorgungssystemen bereitstellen. Ersichtlich ist auch, dass in den kleineren Netzen der Tabelle 8 ausschließlich Erdgas, Biomasse und Abfälle zum Einsatz kommen.

Tabelle 7: Fern- (und Nah-)wärmenetze in Baden-Württemberg 2014:

A) Größere Fernwärmenetze (14 Städte).

Stadt/Kreis	Kraftwerk	Brennstoff	Wärmebereitstellung [GWh/a]
Mannheim	Großkraftwerk Mannheim, HKW Mannheim	Steinkohle, Abfall	2.777
Stuttgart	HKW Altbach/ Deizisau, HKW Stuttgart-Gaisburg, Restmüll-HKW Stuttgart-Münster	Steinkohle, Erdgas, Steinkohle/Abfall	1.750
	HKW Pfaffenwald (Nahwärme)	Erdgas	127
Esslingen	HKW Altbach/ Deizisau, HKW Stuttgart-Gaisburg, Restmüll-HKW Stuttgart-Münster	Steinkohle, Erdgas, Steinkohle/Abfall	Siehe Stuttgart
	BHKW (Nahwärmenetze)	Erdgas, Biomethan	k.A.
Karlsruhe	Rheinhafen-Dampfkraftwerk, MIRO, HKW West	Steinkohle, Mineralöl, Erdgas	762
Ulm	HKW Magirusstraße, BioHKW I, BioHKW II, Müllheizkraftwerk	Steinkohle, Biomasse, Abfall	600
Heilbronn	HKW Heilbronn	Steinkohle (+ Klärschlamm)	500
	BHKW (Nahwärmenetze)	Deponiegas, Biomethan	43
Freiburg	GuD Anlage WVK, HKW Grenzach-Wyhlen, HKW Uniklinik Freiburg, ca. 8 BHKW, ca. 5 HW (Holz)	Erdgas, Abfall, Biomasse	ca. 400
Pforzheim	HKW Pforzheim	Erdgas, Steinkohle, Biomasse (inkl. Klärgas)	300
Heidelberg	Überwiegend Heizwerke; Holz-HKW	Erdgas; Holz	ca. 300
Weinheim	Kraftwerk Freudenberg Weinheim	Erdgas	300
Sindelfingen/Böblingen	HKW Sindelfingen, Industrielle Abwärme, Restmüll-HKW Böblingen (+ weitere)	Erdgas, Abfall	295
Schwäbisch Hall	HKW, 40 BHKW, versch. Nahwärmenetze	Erdgas; Biomasse	124
Tübingen	BHKW Nahwärme Obere Viehweide (+ weitere BHKW)	Erdgas	111
Summe A			mind. 8.400

Quelle: Eigene Recherchen auf Basis BNetzA 2014 und Auswertung von Stadtwerksangaben

Mit den in Tabelle 7 und Tabelle 8 angegebenen Fern- und Nahwärmeversorgungen werden bereits rund 75% der Fernwärmeversorgung in Baden-Württemberg abgedeckt. Der Endenergieverbrauch an Fernwärme betrug im Jahr 2012 rund 12 TWh (Abbildung 10), wobei in diesem Betrag neben der Wärme aus KWK-Anlagen auch Wärme aus Heizwerken enthalten ist. Die amtliche Statistik erhebt Daten zur netzgebundenen Fernwärme aus Heizwerken ab 2 MW_{th} sowie aus Heizkraftwerken (KWK) ab 1 MW_{el}.

Tabelle 8: Fern- (und Nah-) wärmenetze in Baden-Württemberg 2014:

B) Übrige Fernwärme und größere Nahwärmeversorgungen (22 Städte).

Stadt/Kreis	Kraftwerk	Brennstoff	Wärmebereitstellung [GWh/a]
Ludwigsburg/ Kornwestheim	Holz-HKW, 10 BHKW, Nahwärme	Erdgas, Holz	96
Reutlingen	BHKW-Hauffstraße (+ weitere), Heizwerke	Erdgas, Biomasse	80
Göppingen	EEW Göppingen (+ weitere)	Abfall, Erdgas	k.A.
Rottweil	Mehrere BHKW, Nahwärmenetze	Erdgas; Biomasse	50
Fellbach	30 BHKW, Nahwärme, Objekte	Erdgas, Biogas	50
Bietigheim- Bissingen	Nahwärme, BHKW, Holz-Heizwerk	Erdgas, Biogas, Holz	45
Neckarsulm	7 „Wärmeinseln“ (Nahwärme), BHKW, Biomasse-ORC-Anlage	Erdgas, Biomasse, Solarwärme	40
Nürtingen	8 BHKW, Nahwärmenetze	Erdgas, Klärgas	33
Bad Säckingen	Mehrere BHKW, Fernwärmenetz	Erdgas,	30
Wertheim	Vier Nahwärmeversorgungen; BHKW, Holz hackschnitzel-Heizwerk	Erdgas, Holz	30
Waiblingen	4 Nahwärmenetze mit BHKW	Erdgas, Klärgas	30
Tuttlingen	8 BHKW, Nahwärmenetze (8 km)	Erdgas, Holz	20
Baden-Baden	Nahwärme mittels Heizwerken	Holz, Erdgas	20
Heidenheim	IHKW Heidenheim	Erdgas	k.A.
Herbrechtingen	Biomasse-HKW Herbrechtingen	Biomasse	k.A.
Breisach	TREA-Müll-HKW; weitere Nahwärmenetze	Abfall; Erdgas	19
Lahr	BHKW, 3 Nahwärmenetze	Erdgas	17
Lörrach	Ca. 40 BHKW/ Heizzentralen	Erdgas	17
Ettlingen	Mehrere Fern- und Nahwärmenetze, BHKW, Heizzentralen	Erdgas, Holzpellets	15
Aalen	Mehrere Nahwärmenetze	Erdgas, Klärgas	14
Waldshut- Tiengen	BHKW, zwei Nahwärmenetze	Erdgas	ca. 10
Summe B			mind. 700

Quelle: Eigene Recherche, Auswertung von Stadtwerksangaben

Die Erfassungslücke zwischen dem in Abbildung 10 dargestellten Fernwärmeverbrauch und den in Tabelle 7 und Tabelle 8 erfassten Fern- und Nahwärmenetzen kann perspektivisch geschlossen werden, was jedoch nicht im Rahmen des vorliegenden Berichts geleistet werden kann. Da die Recherche in Tabelle 7 auf der Kraftwerksliste der BNetzA basiert, konnten dort nur größere KWK-Anlagen ab 10 MW_{el} berücksichtigt werden. Mit geringerer Leistung erhöht sich tendenziell der Erfassungsaufwand. So konnten z.B. bei den (zeitlich begrenzten) Recherchen für Tabelle 8 nur rund 18 % nach Abzug der Wärmemenge entsprechend Tabelle 7 verbleibenden „Endenergie Fernwärme“ (vgl. Abbildung 10) erfasst werden. Durch die Nutzung von Daten der 4. BImSchV könnte der zu-

sätzlich erforderliche Aufwand jedoch begrenzt werden. In Kapitel 7 wird eine Erfassung im Zuge des Energieatlas vorgeschlagen.

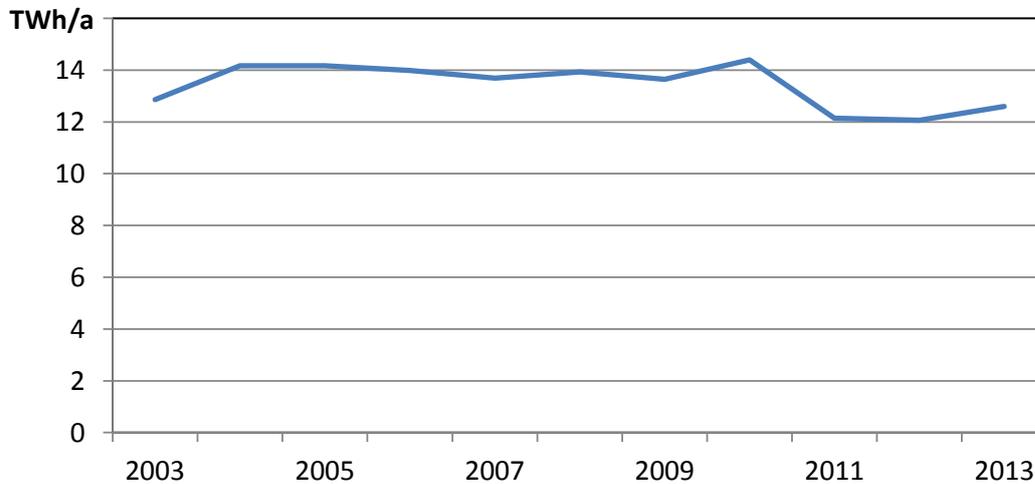


Abbildung 10: Endenergieverbrauch von Fernwärme in Baden-Württemberg (vgl. auch Abbildung 19, S. 54).

Quelle: StaLa 2014; Wert 2013 eigene Berechnungen

2.3.2 Geförderte Wärmenetze

Wärmenetze werden statistisch nicht erfasst, weshalb Aussagen zum Gesamtbestand der Wärmenetze in Baden-Württemberg zurzeit nicht getroffen werden können. Auf Basis der Förderzahlen lässt sich jedoch zumindest ein grober Einblick ableiten.

Der Neubau von Wärmenetzen wird durch die Bereitstellung von Fördergeldern im Rahmen des Marktanzreizprogramms (MAP) der KfW (Programm Erneuerbare Energien, Programmteil Premium) sowie der KWKG-Förderung des BAFA unterstützt. Auf Basis der im Rahmen der Förderanträge erfassten Daten ist zumindest die Zubauentwicklung der vergangenen fünf Jahre für Baden-Württemberg abschätzbar (Tabelle 9).

Seit 2009 wurden rund 800 Trassenkilometer Wärmenetze in Baden-Württemberg neu gebaut. Eine gewisse Ausbaudynamik ist somit durchaus erkennbar. Da die Bearbeitung der KWKG-Förderanträge für die im Jahr 2013 in Betrieb genommenen Wärmenetze noch andauert, wurden abweichend von den sonstigen Zahlen nicht die geförderten Trassenmeter, sondern die beantragten Werte dargestellt. Für die mit dem Wärmenetz transportierte Wärmemenge liegen bisher keine Angaben vor, so dass derzeit der Ausbaustand ausgedrückt in Wärmemengen oder Einspeiseleistungen nicht angegeben werden kann. Aus diesem Grund wurde auch davon abgesehen, die in Tabelle 9 angeführten Trassenlängen aus den beiden Förderprogrammen zu addieren.

Tabelle 9: Geförderte Trassenkilometer von Wärmenetzen in Baden-Württemberg nach Förderjahren [4], [7].

	MAP (KfW)	KWKG (BAFA)*
2009	118	12
2010	100	51
2011	130	36
2012	100	68
2013	121	67**

* ohne Biomasse/Biogas

** beantragte, aber erst z.T. bewilligte Netze

2.4 Aktualisierter Ausbaupfad

Die Stromerzeugung mittels KWK verfügt über große Potenziale, die bisher bei weitem noch nicht ausgeschöpft sind. Für Baden-Württemberg wurden diese Potenziale mehrfach untersucht. Zwei Beispiele sind in Abbildung 11 aufgeführt. Zu nennen ist einerseits eine Untersuchung von DLR/ISI aus dem Jahre 2002 zur zukünftigen Stromversorgung Baden-Württembergs [8], wo ein technisch-strukturelles Gesamtpotenzial von 26 TWh/a ermittelt wurde. Andererseits ergaben die Analysen in einer Studie des KIT [9] zur Weiterentwicklung der Energiewirtschaft in Baden-Württemberg aus dem Jahr 2012 sogar ein Potenzial von rund 37 TWh/a, wobei insbesondere die großen Potenziale in der Industrie auffallen. Mit einer tatsächlichen KWK-Stromerzeugung im Jahr 2013 von 7,3 TWh/a ist man weit von diesen Potenzialgrenzen entfernt. Auch die im aktualisierten KWK-Ausbaupfad angesetzten Werte für 2020 und 2025 (vgl. dazu die Ausführungen auf den folgenden Seiten) sind im Vergleich zu den Potenzialen als unproblematisch zu betrachten. Wie im Weiteren gezeigt wird, erfordert die Umsetzung der Zielsetzungen jedoch große Anstrengungen.

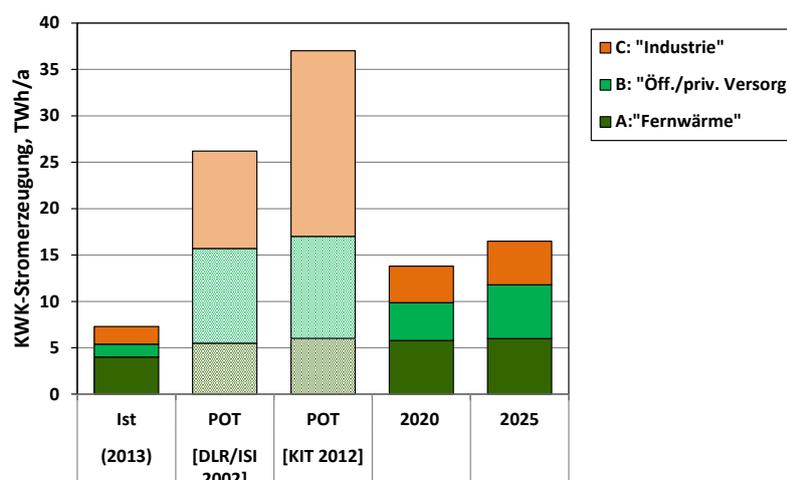


Abbildung 11: KWK-Stromerzeugung in 2013, potenzielle KWK-Stromerzeugung (POT) und KWK-Beitrag 2020 und 2025 im aktualisierten Ausbaupfad (zur Definition der Gruppen A, B und C vgl. Abschnitt 4.2). Quellen für POT: [8], [9]

Auf der Basis des „Energieszenarios 2050“ [2] wurden im IEKK [1] auch die Ausbauziele für die Stromerzeugung aus KWK festgelegt. Im Jahr 2020 soll die KWK-Stromerzeugung mit 12,8 TWh bei rund **20 %** der Bruttostromerzeugung (entsprechend 22 % an Nettostromerzeugung) Baden-Württembergs liegen.

Im Folgenden wird das **Szenario zur Entwicklung der KWK in Baden-Württemberg (Ausbaupfad) unter Beibehaltung der IEKK-Zielsetzungen 2020/2025 aktualisiert und mit zusätzlichen Daten weiter aufgeschlüsselt**. Darauf aufbauend wird in Kapitel 4 der erforderliche Beitrag unterschiedlicher KWK-Anwendungsbereiche und -Akteure näher konkretisiert.

Erläuterungen zum aktualisierten KWK-Ausbaupfad:

Der Datenstand zur KWK in Baden-Württemberg konnte gegenüber den im IEKK genutzten Daten aktualisiert und erweitert werden (vgl. Abschnitt 2.1 und 2.2). Der KWK-Ausbaupfad wurde deshalb im Rahmen der vorliegenden Studie zielkompatibel an die aktuelle Datenbasis angepasst. Aufgrund der aktualisierten Daten ist der hier verwendete Ausgangswert für das Jahr 2010 höher als die ursprünglich im IEKK angesetzte KWK-Stromerzeugung (7,3 TWh vs. 6,3 TWh). Im aktualisierten KWK-Ausbaupfad erfolgt zwischen 2010 und 2020 ein Zuwachs von 5,8 TWh/a (IEKK: 6,5 TWh/a) auf 13,1 TWh/a KWK-Strom (IEKK: 12,8 TWh/a). Das IEKK-Ziel von 20 % KWK-Anteil im Jahr 2020 wird also trotz eines etwas geringeren KWK-Zubaus im aktualisierten Ausbaupfad erreicht. Die Anpassung ist im Kontext der ambitionierten CO₂-Minderungsziele im Stromsektor für 2020 zu betrachten, deren Umsetzung durch den aktualisierten Ausbaupfad unterstützt wird.

Das IEKK geht einheitlich vom Basisjahr 2010 aus. Da – wie oben beschrieben – die Datenbasis aktualisiert wurde und darüber hinaus die Herausforderungen bei der Umsetzung des Ausbaupfades gegenüber dem heutigen Stand herausgearbeitet werden, dient im Folgenden – sofern nicht anders gekennzeichnet – das Jahr 2013 als Ausgangsbasis.

Im aktualisierten Ausbaupfad wächst die KWK-Stromerzeugung auf 13,1 TWh/a in 2020 (Tabelle 10). Sie erreicht im Jahr 2025 ein Maximum von gut 16 TWh/a um danach, in Abstimmung mit dem weiter wachsenden EE-Anteil – bei etwa konstanter KWK-Leistung – wieder leicht abzunehmen.

Tabelle 10: Aktualisierter Ausbaupfad der KWK-Nettostromerzeugung .

Quelle: eigene Berechnungen

GWh/a	2010	2013	2015	2020	2025
(1) Kohle, sonstige	2.645	2.115	3.000	3.600	3.500
(2) Erdgas, Öl	3.288	3.564	4.000	6.700	9.610
(3) Biomassen	1.380	1.612	1.950	2.800	3.400
Gesamte KWK-Erzeugung	7.313	7.290	8.950	13.100	16.510

Im letzten Jahrzehnt ist die gesamte KWK-Stromerzeugung im Wesentlichen konstant geblieben. Einem Rückgang der KWK-Stromerzeugung aus Kohle stand ein Anwachsen

der KWK-Stromerzeugung aus Gas und insbesondere aus der Biomasse gegenüber. Da sich die aktuellen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen gegenüber dem Zeitpunkt der Erstellung des Ausbauszenarios [2] eher noch verschlechtert haben, stellt der in Tabelle 10 dargestellte Ausbaupfad aus heutiger Sicht eine erhebliche Herausforderung dar. Dies wird auch aus Abbildung 12 deutlich. Durchschnittlich muss die jährliche KWK-Stromerzeugung bis Ende 2020 um rund 830 GWh/a gegenüber 2013 zunehmen, wenn die Ausbauziele zeitgerecht erreicht werden sollen. Dies entspricht einer jährlichen Zunahme von gut 11 % der gesamten KWK-Erzeugung des Jahres 2013.

Am skizzierten Anstieg der KWK-Stromerzeugung sind alle Segmente der Kraft-Wärme-Kopplung beteiligt. Für die KWK-Erzeugung aus Kohlekraftwerken wird von einer Ausweitung der KWK-Stromerzeugung infolge der Inbetriebnahme der Neukraftwerke in Mannheim (GKM9) und Karlsruhe (RDK8) ausgegangen. GKM9 kann maximal 500 MW_{th} Fernwärme auskoppeln, beim RDK8 sind es 200 MW_{th} [10]. Damit kann die KWK-Stromerzeugung aus Kohle von derzeit rund 12 % an der gesamten Kohlestromerzeugung auf rund 22 % gesteigert werden bei insgesamt leicht zurückgehender Gesamtstromerzeugung aus Kohle. Die äquivalente KWK-Leistung aus Kohle in Baden-Württemberg (ermittelt mit einer mittleren Auslastung von ~ 2.200 h/a) steigt dadurch von derzeit 1.380 MW auf gut 1.900 MW (Tabelle 11; Abbildung 13).

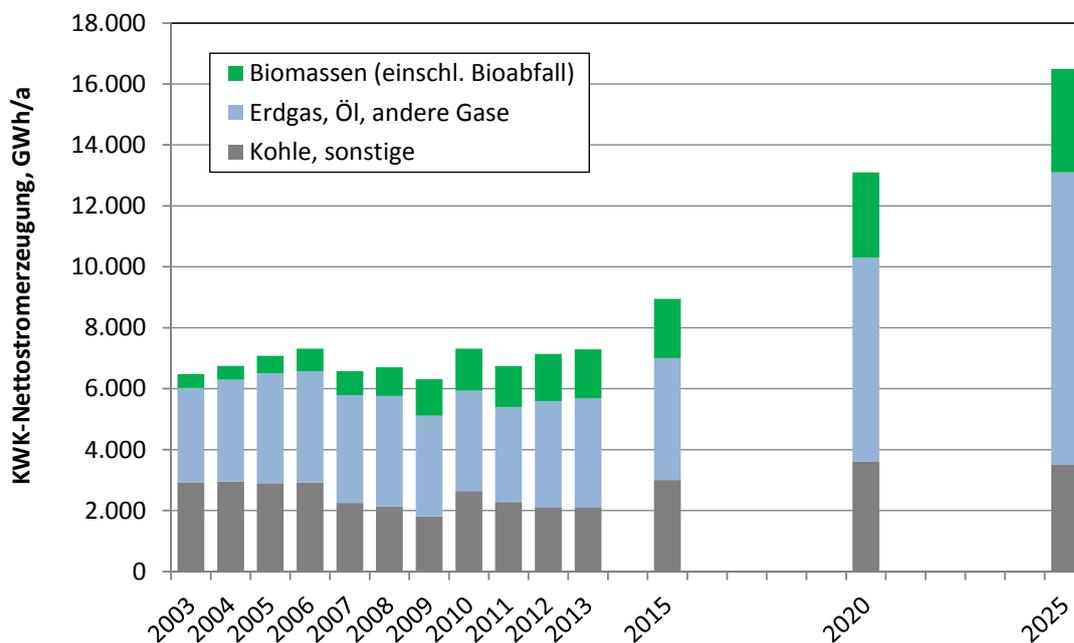


Abbildung 12: Entwicklung der KWK-Nettostromerzeugung im aktualisierten Ausbaupfad.

Quelle: eigene Berechnungen

Nach Inbetriebnahme dieser Kraftwerke wird kein weiterer Ausbau der Kohle-KWK mehr angenommen, längerfristig sinkt aus Klimaschutzgründen die gesamte Kohlestromerzeugung im Szenario und damit auch die KWK-Stromerzeugung.

Tabelle 11: Wachstum der elektrischen KWK-Leistung im aktualisierten Ausbaupfad.

Quelle: eigene Berechnungen

[MW _{el}]	2010	2013	2015	2020	2025
(1) Kohle, sonst.	1.373	1.380	1.910	1.910	1.910
(2) Erdgas, Öl	880	1.165	1.300	1.900	2.600
(3) Biomassen	421	455	511	650	785
Gesamte KWK-Leistung	2.675	3.000	3.721	4.460	5.295

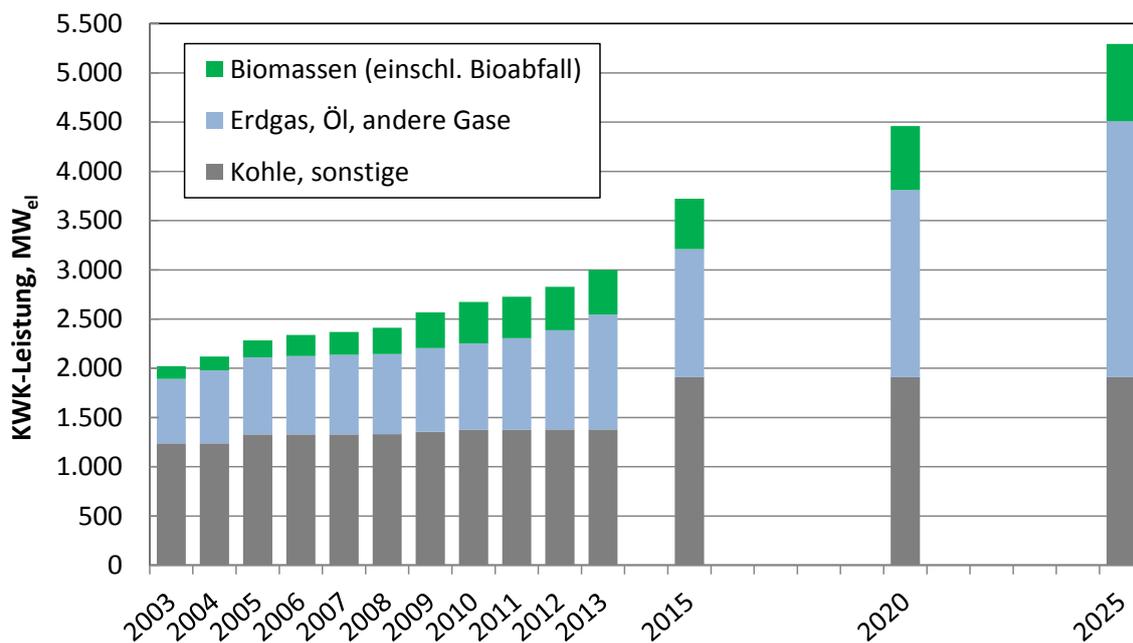


Abbildung 13: Entwicklung der elektrischen KWK-Leistung im aktualisierten Ausbaupfad.

Quelle: eigene Berechnungen

Aus Klimaschutz- und Flexibilitätsgründen wird im IEKK angestrebt, das weitere KWK-Wachstum auf effiziente HKW und BHKW zu verlagern, die mit Gas und Biomassen versorgt werden. Um den KWK-Ausbaupfad bis 2020 umzusetzen, müssen die gegenwärtige Leistungen innerhalb der nächsten Jahre fast verdoppelt werden. Die entsprechenden erforderlichen jährlichen Nettowachstumsraten belaufen sich zwischen 2013 und 2020 bei gasgefeuerten Anlagen in der Summe über alle Leistungsklassen auf durchschnittlich 105 MW/a und bei Biomasseanlagen auf durchschnittlich 28 MW/a. Bei der Ermittlung der KWK-Leistungen ist tendenziell auch schon eine Verringerung der jährlichen Auslastung angenommen, damit KWK-Anlagen den wachsenden Flexibilitätsansprüchen der zukünftigen Stromversorgung gerecht werden können.

Das KWK-Ausbauziel und seine strukturelle Ausprägung ist nicht isoliert entstanden, sondern im Zusammenhang mit dem anstehenden, sehr weitgehenden Umbau der Stromversorgung und der notwendigen Verringerung der CO₂-Emissionen der Stromerzeugung entwickelt worden. Wie sich der KWK-Zubau im Kontext des weiteren Ausbaus

fossiler Kraftwerksleistung in Baden-Württemberg bis 2020 auf der Basis der Ausgangsdaten des Jahres 2013 darstellt, zeigt Tabelle 12. Um den Rückbau der Kernenergie zu kompensieren und ausreichend flexible Leistung zum Ausgleich wachsender fluktuierenden EE-Stroms zur Verfügung zu haben, muss auch fossile Nicht-KWK-Leistung zugebaut werden. Dies geschieht im Szenario 2050 ausschließlich auf Gasbasis [2]. Bis 2020 ist ein Zubau von Gasleistung in Höhe von 1.800 MW erforderlich. Der im Szenario vorgeschlagene Zubau von Nicht-KWK-Leistung dient überwiegend dem Ersatz älterer ölgefeuerter Kraftwerke. Der bis 2020 gegenüber 2013 erforderliche Nettozuwachs in Höhe von 1.135 MW (Tabelle 12) erfolgt damit zum größeren Teil in KWK (735 MW)³ und dort wiederum überwiegend mit Anlagen < 10 MW (430 MW). Insgesamt steigt im aktualisierten Ausbaupfad die KWK-Leistung von derzeit 3.000 MW auf 4.460 MW.

Tabelle 12: Neubau und Nettozuwachs an fossiler und biogener Kraftwerksleistung (elektrisch) in Baden-Württemberg zwischen 2013 und 2020 im aktualisierten Ausbaupfad.

Quellen: eigene Berechnungen

Bruttoleistung in MW	Bestand 2013	Abbau bis 2020	Neubau bis 2020	Bestand 2020	Nettozuwachs 2020
Kohle ¹⁾	4.470	1.300	1.830	5.000	530
- davon äq. KWK-Leistung	(1.380)			(1.910)	(530)
Gas (Öl), gesamt ²⁾	2.165	665	1.800	3.300	1.135
- KOND ³⁾	1.000	665	1.065	1.400	400
- KWK	1.165	0	735	1.900	735
- davon KWK > 10 MW	695	0	305	1.000	305
- davon KWK < 10 MW	470	0	430	900	430
Fossil gesamt	6.635	1.965	3.630	8.300	1.665
Biomasse KWK ⁴⁾	455	0	195	650	195
Biomasse - Nicht-KWK ⁴⁾	280	30	0	250	-30
Gas- und Biomasse-KWK	1.620	0	930	2.550	930
Gesamte KWK	3.000			4.460	1.460

1) Neubau Mannheim (GKM9) und Karlsruhe (RDk8); danach kein weiterer Neubau

2) beim Bestand ~ 700 MW Öl-Kraftwerke enthalten

3) KONd = Kondensationsstrom (Nicht-KWK); Abbau/Stilllegung vorwiegend alte ölgefeuerter Kraftwerke

4) Biomasse einschl. Bioabfall, Deponie- und Klärgas; Neubau und Wärmenutzung bestehender Anlagen

³ Bezogen auf das Jahr 2010 entspricht dies einem Zubau von rund 1.000 MW KWK-Leistung auf Gasbasis und damit dem in der Maßnahme 19 des IEKK formuliertem Zielwert.

2.5 Bewertung des Ausbaupfads

Einen wachsenden Anteil der **KWK-Stromerzeugung** soll die **Biomasse** übernehmen. Im Szenario für das IEKK ist deren angestrebte Weiterentwicklung noch vor dem Hintergrund der Rahmenbedingungen des bisherigen EEG entwickelt worden. Derzeit stellt Biomasse mit 1,6 TWh/a KWK-Strom rund 22 % der gesamten KWK-Stromerzeugung. Davon stammen rund 70 % aus Anlagen, die mit Biogas sowie mit festen und flüssigen Bioenergieträgern betrieben werden, 30 % stammen aus Deponie-, Klärgasanlagen sowie aus biogenem Abfall. Weiterhin werden aus Biomasse rund 2,2 TWh/a Strom ohne KWK bereitgestellt (Abbildung 14). Der Anteil von KWK-Strom an der gesamten Stromerzeugung aus Biomasse liegt also derzeit im Mittel bei 42 % (einschl. biogener Abfall, Klär- und Deponiegas). Die Zielsetzung im IEKK für 2020 lautet für die gesamte Stromerzeugung aus Biomasse 4,9 TWh/a [1]. Aus der Fortschreibung in Richtung der Potenzialobergrenze von insgesamt 6 TWh/a ergibt sich für 2025 ein Beitrag von 5,3 TWh/a. Der KWK-Anteil steigt dabei auf 52 % in 2020 und auf knapp 60 % in 2025.

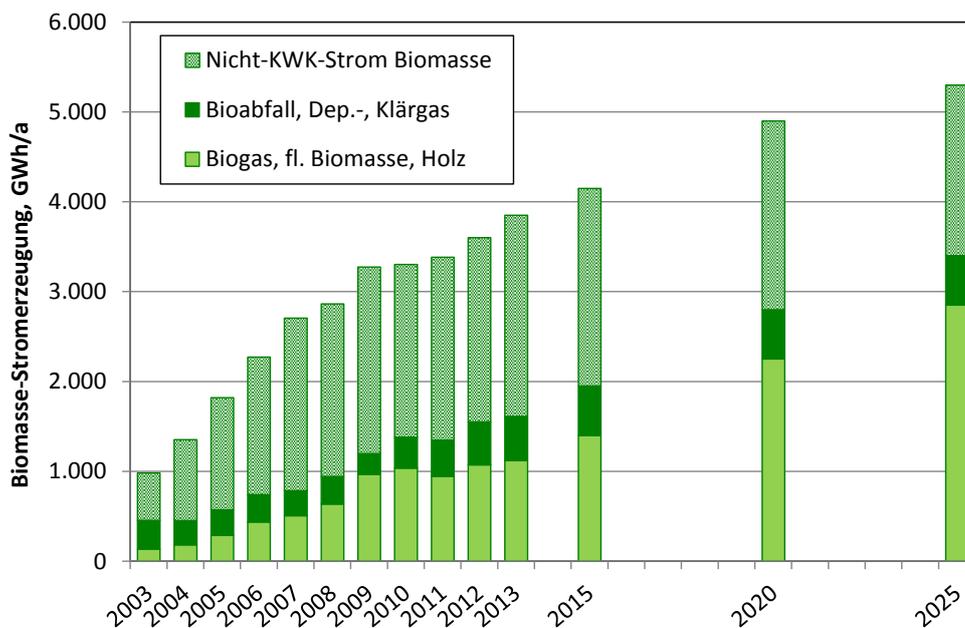


Abbildung 14: Stromerzeugung aus Biomasse getrennt nach KWK-Strom und Nicht-KWK-Strom im aktualisierten Ausbaupfad.

Quelle: eigene Berechnungen

Der entsprechende Leistungszuwachs der KWK-Anlagen (Abbildung 15) erfordert eine Leistungssteigerung von derzeit 455 MW (Biomasse gesamt = 735 MW) auf 650 MW in 2020 (900 MW) und auf 785 MW (980 MW) in 2025. Die mittlere Auslastung aller Biomasse-KWK-Anlagen liegt dabei zwischen 3.800 und 4.300 h/a. Der KWK-Ausbaupfad erfordert also bis 2020 einen durchschnittlichen Zubau an KWK-Biomasseanlagen von insgesamt 28 MW/a. Von den Nicht-KWK-Anlagen werden in der jetzigen Szenariokonstellation jährlich 6 MW/a auf KWK-Betrieb umgerüstet, weitere 21 MW/a

neue KWK-Anlagen auf Biomassebasis müssten also errichtet werden, um den aktualisierten Ausbaupfad umzusetzen.

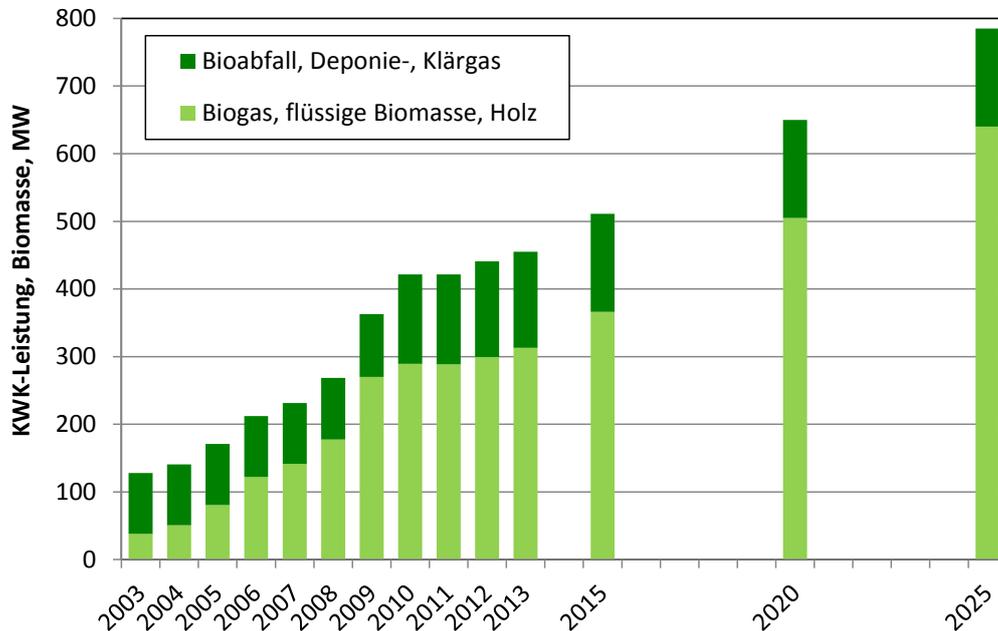


Abbildung 15: Leistungszuwachs (elektrisch) von KWK-Anlagen mit Biomasse im aktualisierten Ausbaupfad.

Quelle: eigene Berechnungen

Diesem angestrebten Ausbau setzt das EEG 2014 jetzt enge Grenzen. Danach müssten allein in Baden-Württemberg jährlich gut 20% der im EEG gesetzten Obergrenze von 100 MW/a für Neubauten installiert werden. Dabei ist vorausgesetzt, dass trotz insgesamt verschlechterter Vergütungsbedingungen diese Obergrenze bundesweit auch tatsächlich ausgeschöpft wird, wovon derzeit nicht auszugehen ist. Aus Expertensicht ist allenfalls ein sehr geringer Zubau in Baden-Württemberg zu erwarten.

Um das angestrebte KWK-Ziel annähernd zu erreichen, muss also die Ertüchtigung bestehender Nicht-KWK-Anlagen in wesentlich stärkerem Ausmaß erfolgen, als bisher im Ausbaupfad angenommen. Geht man optimistisch von einer Neubaurate von 10 MW/a aus, muss die Ertüchtigungsrate jährlich 17 MW/a erreichen, um das KWK-Szenario für 2020 zu erreichen. Dies bedeutet, dass rund 50% der derzeitigen Nicht-KWK-Anlagen eine Wärmenutzung aufbauen müssen.

Rein rechnerisch könnte das KWK-Szenario bei der Biomasse sogar ohne Zubau von Neuanlagen erreicht werden. Dazu müssten knapp 90% (bzw. 245 MW) der derzeitigen Nicht-KWK-Anlagen bis 2020 eine entsprechende Wärmenutzung aufbauen. Der Beitrag von Biomassestrom an der Stromversorgung Baden-Württembergs würde dann allerdings auf dem heutigen Niveau, also bei rund 3,85 TWh/a Strom stagnieren, die verstärkte Wärmenutzung hätte allerdings eine positive Wirkung auf die CO₂-Bilanz.

Die geänderten Regelungen des EEG 2014 (vgl. Abschnitt 3.1.3) werden dazu führen, dass in den kommenden Jahren nur noch vereinzelte Anlagen zur Stromerzeugung aus Biomasse in Baden-Württemberg errichtet werden (die dazu vorliegenden Einschätzungen wurden im Begleitkreis diskutiert). Nachfolgend werden deshalb die Möglichkeiten zur Steigerung des KWK-Anteils im Bestand analysiert.

Bestehende **Holzheizkraftwerke** bieten nur vergleichsweise wenig Spielraum zur Steigerung der Wärmenutzung und des KWK-Anteils. Zunächst gibt es einen Bestand von älteren Anlagen in der (holzverarbeitenden) Industrie. Diese Anlagen werden einerseits z.T. bereits in KWK betrieben. Andererseits koppelt ein Teil dieser Anlagen Dampf für industrielle Prozesse oder Wärmenetze aus bzw. es wird überhaupt keine Wärme genutzt oder diese fällt nicht unter den KWK-Bonus und ist damit mit der vorliegenden Methodik nicht erfassbar. Über die Anlagen in der (Holz)Industrie hinaus wurden insbesondere in den Jahren 2004 bis 2011 einige kleinere ORC-Anlagen sowie Dampfturbinenanlagen im Leistungsbereich von 0,5 bis 2 MW_{el} errichtet, die meist wärmeseitig bereits gut eingebunden sind. Die wenigen kleinen Holzvergaseranlagen sind eher dem Status von Demonstrationsanlagen zuzurechnen. Es ist derzeit nicht davon auszugehen, dass sich diese Anlagen in den kommenden Jahren deutlich durchsetzen werden.

Der Anlagenbestand von **Blockheizkraftwerken**, die mit **Pflanzenöl** betrieben werden, wird in den kommenden Jahren weiterhin rückläufig sein. Einerseits sind Neuanlagen nicht mehr EEG-vergütungsfähig, andererseits führten die in den vergangenen Jahren stark gestiegenen Brennstoffpreise dazu, dass viele Anlagen stillgelegt wurden, auf einen anderen Brennstoff umgestellt wurden (i.d.R. Heizöl) bzw. die Betriebszeit der Anlagen drastisch reduziert wurde. Eine Folge dieser Entwicklung ist jedoch, dass die noch in Betrieb befindlichen Anlagen einen überaus hohen KWK-Anteil von rund 90 % aufweisen. Eine weitere Steigerung dieses Anteils ist praktisch nicht umsetzbar.

Im Hinblick auf eine Steigerung der Wärmenutzung aus Biomasse-KWK-Anlagen und damit der Steigerung der KWK-Stromerzeugung stehen insbesondere **Biogasanlagen** im Fokus, da es zahlreiche Anlagen mit unzureichendem Wärmenutzungskonzept und entsprechend geringem KWK-Anteil in Baden-Württemberg gibt (Abbildung 16). Betrachtet wurde das Betriebsjahr 2012, jedoch ohne die im Jahr 2012 neu in Betrieb gegangenen Anlagen. Die Auswertung erfolgte anhand des KWK-Bonus im EEG, berücksichtigt also nur die im EEG zulässigen Wärmenutzungen.

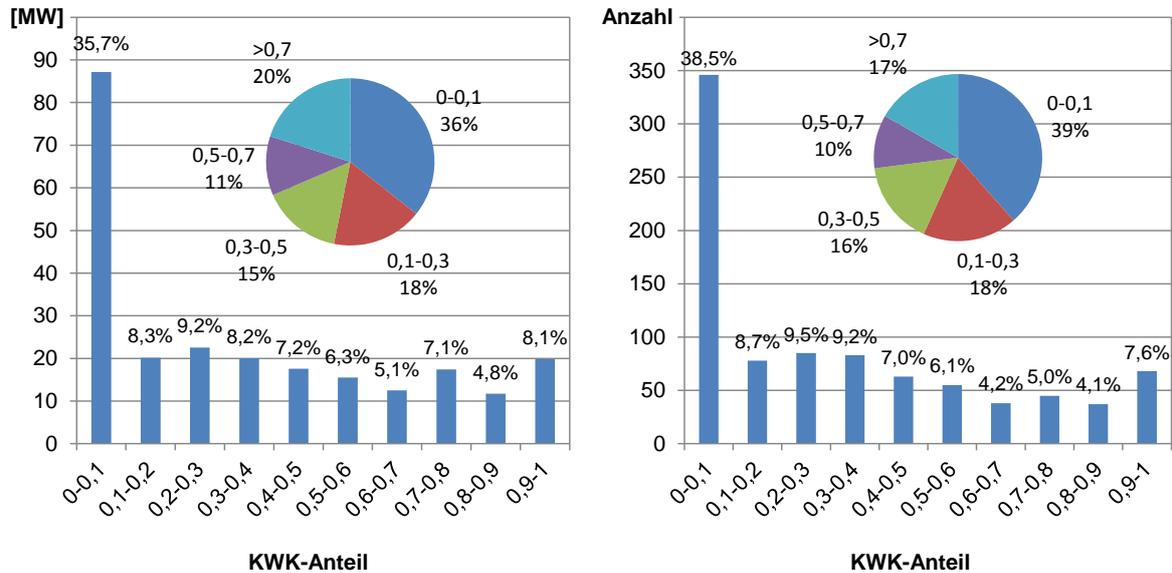


Abbildung 16: KWK-Anteil von Biogasanlagen in Baden-Württemberg im Jahr 2012 (Betriebsjahr 2012 ohne Neuinbetriebnahmen 2012) nach Leistung (links) und Anzahl (rechts).

Quelle: eigene Berechnungen

Knapp die Hälfte der installierten Leistung von Biogasanlagen weist einen KWK-Anteil von mindestens 30 % auf (bezogen auf die Anzahl gut 40 %). Mehr als die Hälfte der Anlagen weisen somit eine unzureichende Wärmenutzung auf, mehr als ein Drittel der Leistung bzw. rund 40 % der Anlagen weisen nur einen KWK-Anteil im einstelligen Prozentbereich auf.

Einen wichtigen Beitrag zur nachträglichen Einbindung von Biogasanlagen in Wärmenetze leistete das bis Ende Juni 2014 laufende Landesförderprogramm „Bioenergiedörfer“. Die obigen Zahlen verdeutlichen, dass es bei Biogasanlagen sowohl von der Anzahl, als auch ausgehend vom derzeitigen KWK-Stand lohnenswert erscheint, die ungenutzten KWK-Potenziale nachträglich zu heben. Einer Fortsetzung und ggf. einer Verstärkung der Förderung von Bioenergiedörfern kommt somit eine hohe Bedeutung zu (vgl. weitergehend das Kapitel 3.2.3 zur Landesförderung sowie das Kapitel 7 zu den Maßnahmen).

Eingeengt wird der Spielraum zur Umrüstung von Nicht-KWK-Anlagen auf Wärmenutzung durch weitere Außerbetriebnahmen oder Umrüstungen (vorwiegend auf Heizöl) von Pflanzenöl-BHKW, von denen derzeit noch rund 60 MW in Baden-Württemberg installiert sind. Auch ist für zahlreiche bestehende Holzkraftwerke eine Wärmenutzung mit angemessen hohen Jahresgesamtwirkungsgraden wirtschaftlich kaum möglich. Die o. g. fünfzigprozentige Umrüstungsrate dürfte daher schon eine Obergrenze darstellen. Ein weiterer Neubau von Biomasse-KWK in der Größenordnung von 10 MW/a sollte daher unbedingt angestrebt werden.

Auch für die **KWK-Stromerzeugung aus Erdgas** verlangt die Umsetzung des KWK-Ausbaupfads einen erheblichen Zubau. Im Rückblick ist die auf Erdgas basierende KWK-Stromerzeugung im letzten Jahrzehnt nur gering von 3,1 auf 3,6 TWh/a gestiegen. Dies ist ausschließlich dem Wachstum der Stromerzeugung aus KWK-Anlagen < 10 MW zu verdanken, deren Anteil von 32 % (2003) auf heute 44 % gestiegen ist (Abbildung 17). Insbesondere in den letzten Jahren ist die Auslastung größerer KWK-Anlagen kontinuierlich zurückgegangen.

Die Umsetzung des KWK-Ausbaupfads verlangt bis 2020 eine KWK-Stromerzeugung auf Gasbasis in Höhe von 6,7 TWh/a, also fast eine Verdopplung innerhalb der nächsten 7 Jahre. Dazu ist ein Ausbau in der gesamten Bandbreite der KWK, also von größeren GuD-Kraftwerken zur Versorgung von Fern- und Nahwärmenetzen und von Industriestandorten bis zur Klein- bzw. Mikro-KWK zur Gebäudeversorgung erforderlich.

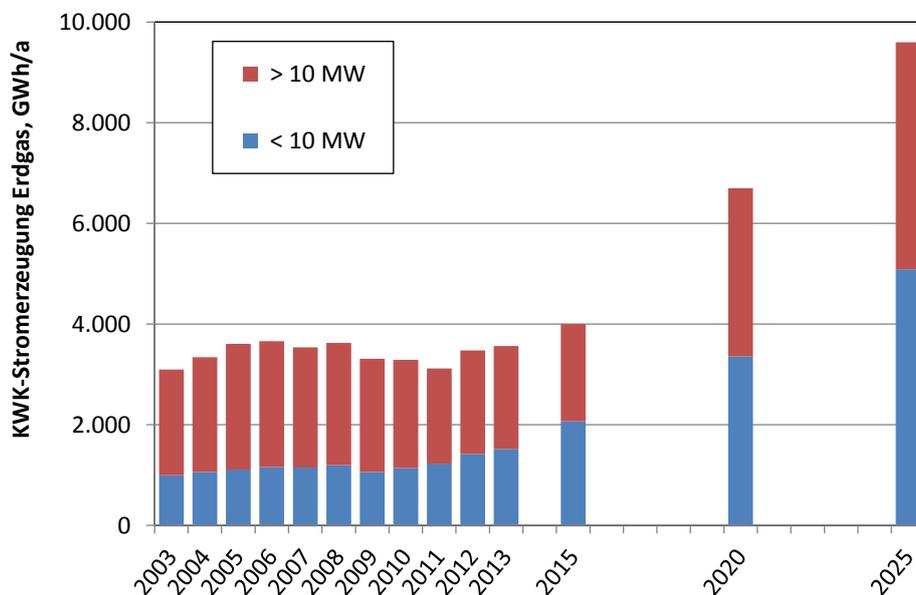


Abbildung 17: Entwicklung der KWK-Stromerzeugung aus Erdgas (einschl. Heizöl), getrennt nach Anlagen < 10 MW_{el} und >10 MW_{el} im aktualisierten Ausbaupfad.

Quelle: eigene Berechnungen

Da das weitere Wachstum der KWK für die Wärmeversorgung von Siedlungen überwiegend in denjenigen Altbaubeständen erfolgen muss, die bisher noch nicht über eine zentrale Wärmeversorgung bzw. über gebäudeeigene KWK-Anlagen verfügen, ist mit kleineren Anlagen eine raschere Zubaudynamik erreichbar als mit Anlagen > 10 MW, die auf größere Wärmenetze angewiesen sind. Deren Zubau wird daher in stärkerem Maße im industriellen Bereich gesehen.

Im Szenario wächst der KWK-Stromanteil von Anlagen < 10 MW daher – wie bereits in den letzten 10 Jahren – rascher als derjenige größerer Anlagen. Ihr Anteil an der KWK-

Stromerzeugung auf Gasbasis beläuft sich – ausgehend von derzeit 44% – auf rund 55 % im Jahr 2025.

Insgesamt müssen bis 2020 gegenüber 2013 735 MW_{el} Gas-KWK-Leistung zugebaut werden. Bis 2025 steigt der erforderliche Zubau auf 1.700 MW_{el}. Eine substantielle Unterstützung dieses deutlich zu beschleunigenden Leistungszubaus durch eine entsprechende Neuausrichtung des KWKG ist also unverzichtbar, wenn das IEKK-Ziel hinsichtlich des Beitrags der KWK zur Stromversorgung in Baden-Württemberg erreicht werden soll.

Aus Klimaschutzgründen und um den Zubaupspielraum für KWK zu erweitern, wird im Szenario 2050 auch ein deutlicher **Rückbau von alten Kohlekraftwerken** von rund 1.300 MW bis 2020 angenommen. Hält die derzeitige Strommarktsituation jedoch die nächsten Jahre an, dürfte aus Gründen der Versorgungssicherheit keine endgültige Stilllegung der „Altkraftwerke“ auf Kohlebasis (insgesamt 1.300 MW) erfolgen. Auch ein Teil der alten ölgefeuerten Kraftwerke müsste in Reserve gehalten werden. Dies würde aber die angestrebte emissionsärmere Strombereitstellung und die notwendige Flexibilisierung der Stromversorgung Baden-Württembergs blockieren; der gewünschte KWK-Ausbau auf Gas- und Biomassebasis wäre stark eingeengt. In diesem „statischen“ Fall wäre erst nach 2020 aus Sicht der Versorgungssicherheit ein Zubau neuer fossiler Kraftwerksleistung erforderlich. Der weitere KWK-Zubau auf Gasbasis würde also erst dann einsetzen.

Der erhöhte Kohleanteil und der verzögerte KWK-Ausbau würde sich aber erheblich auf die CO₂-Bilanz der Stromerzeugung auswirken. Während im Fall des Szenarios 2050 unter Berücksichtigung des aktuellen KWK-Ausbaupfads die stromseitigen CO₂-Emissionen bis zum vollständigen Verzicht auf die Kernenergie leicht gesenkt werden können (Ausgangswert 2013; 16,4 Mio. t/a; Maximalwert 2023 mit knapp 16 Mio. t/a), um danach deutlich zu sinken, würden im „statischen“ Fall die CO₂-Emissionen der Stromerzeugung bis 2023 auf rd. 19 Mio. t/a steigen, also um ca. 3 Mio. t/a höher ausfallen. Damit wäre bis 2020 nur noch eine CO₂-Gesamtminderung von 20 % (gegenüber 1990) erreichbar.

Der aktualisierte KWK-Ausbaupfad ist ein wesentlicher Baustein für die im IEKK und im Klimaschutzgesetz festgelegten Treibhausgasminderungsziele. Eine Abweichung vom Ausbaupfad kann unter CO₂-Minderungsgesichtspunkten in anderen Bereichen (z.B. verstärkte Effizienz; erhöhter EE-Ausbau) möglicherweise kompensiert werden. Dies wäre unter strukturellen Gesichtspunkten aber nicht optimal, da flexible KWK-Anlagen zukünftig neben einer effizienten Brennstoffnutzung wichtige Aufgaben bei der Integration fluktuierender EE-Stroms zu leisten haben. Auch bei hohen Anteilen erneuerbarer Energien,

wie sie für die Jahrhundertmitte angestrebt werden, bleibt die KWK mittels Erdgas daher ein wichtiger Bestandteil des zukünftigen Energiesystems.⁴

Auch wenn unter den derzeitigen bzw. sich abzeichnenden Rahmenbedingungen das gesetzte KWK-Ziel nicht zeitgerecht erreicht werden sollte, ist die angestrebte Ausweitung des KWK-Anteils in jedem Fall eine energiepolitisch sinnvolle Zielsetzung. In der aktuellen Potenzial- und Kosten-Nutzen-Analyse der KWK auf Bundesebene [11] wird konstatiert, dass nach 2030 die mögliche Nutzung des KWK-Potenzials von der Struktur der Stromerzeugung, der Entwicklung der Stromnachfrage sowie der Flexibilität des gesamten Stromsystems abhängt. Mittelfristig (bis 2030) können die KWK-Potenziale jedoch gemeinsam mit einem weiteren starken EE-Ausbau erschlossen werden, wobei sich die Ungleichzeitigkeit der Einspeisemaxima von fluktuierenden EE und dem maximalen Wärmebedarf der Fernwärmesysteme positiv auswirkt.

Die zeitnahe Umsetzung des KWK-Ausbaupfads sollte daher – trotz derzeitig ungünstiger Rahmenbedingungen – energisch verfolgt werden. Dazu wird eine Mobilisierung einer Vielzahl von Instrumenten und Maßnahmen auf EU-, Bundes- und Landesebene erforderlich sein.

⁴ Mit Gas versorgte KWK-Anlagen können – die Wirtschaftlichkeit vorausgesetzt – zu einem späteren Zeitpunkt auch mit synthetischem Wasserstoff oder Methan betrieben werden, die aus EE-Stromüberschüssen gewonnen werden.

3 Rahmenbedingungen

Mit diesem Kapitel werden die wichtigsten Rahmenbedingungen im Umfeld der KWK erläutert. Sie bilden die Ausgangslage für die Analyse von Hemmnissen und für die Ableitung von Landesmaßnahmen. Zunächst werden die Regelungen auf EU- und Bundesebene dargestellt, anschließend die Rahmenbedingungen auf Landesebene.

Von hoher Bedeutung für den KWK-Ausbau ist das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz im Zusammenspiel mit dem EEG und der dort ab August 2014 vorgesehenen Eigenverbrauchsbelastung. Der für 2015 geplanten Novelle des KWKG kommt eine hohe Bedeutung zu, da die derzeitigen Regelungen überarbeitet werden müssen, um die Erreichung des 25 %-Ziels zu ermöglichen. Eine zieladäquate KWKG-Novelle sowie die daraus resultierenden Impulse sind die grundsätzliche Voraussetzung um auch in Baden-Württemberg das KWK-Ziel zu erreichen. Landesregelungen und -maßnahmen müssen parallel den KWK-Ausbau im Land unterstützen, können jedoch nicht alleine eine Zielerreichung sicherstellen.

3.1 EU- und Bundesebene

3.1.1 EU-Richtlinie 2012/27/EU

Die EU-Mitgliedstaaten haben sich im Jahr 2007 dazu verpflichtet, ihren Primärenergieverbrauch bis 2020 um 20 % zu verringern. Um dieses Ziel zu erreichen und den Weg für einen effizienten Umgang mit Energie auch für die Zeit nach 2020 zu ebnen, trat im Dezember 2012 die *Richtlinie 2012/27/EU zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG* (kurz: EU-Energieeffizienz-Richtlinie) in Kraft. Darin werden die Mitgliedsstaaten aufgefordert, Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz unter Berücksichtigung gewisser Mindestanforderungen einzuleiten. Die EU-Energieeffizienzrichtlinie soll bis zum 05. Juni 2014 in nationales Recht umgesetzt werden.

Die Richtlinie sieht u.a. vor, dass die Mitgliedstaaten nationale Energieeffizienzziele für 2020 definieren (*Artikel 3*) und dass für die Regierungsgebäude der Mitgliedsstaaten eine Sanierungsrate von jährlich 3 % erreicht wird (*Artikel 5*). Als Kern der Richtlinie verpflichtet *Artikel 7* die Mitgliedsstaaten dazu, im Zeitraum von 2014 bis 2020 Energie in Höhe von jährlich mindestens 1,5 Prozent einzusparen. Dieses Ziel kann wahlweise dadurch erreicht werden, indem die Energieversorgungsunternehmen in die Pflicht genommen werden (sog. „Energieeffizienzverpflichtungssystem“), oder durch Einführung sog. „strategischer Maßnahmen“ wie Steuern oder Förderprogramme.

Die EU-Energieeffizienz-Richtlinie beinhaltet diverse Regelungen zur **KWK und zu Wärmenetzen**. Wesentlich ist hier *Artikel 14* der Richtlinie („Förderung von Effizienz bei der Wärme- und Kälteversorgung“), in welcher die Mitgliedsstaaten verpflichtet werden, „eine

umfassende Bewertung des Potenzials für den Einsatz der hocheffizienten KWK und der effizienten Fernwärme- und Fernkälteversorgung“ bis zum 31. Dezember 2015 durchzuführen. Die Richtlinie definiert dabei die Eckpunkte einer nationalen **Wärme- und Kälteplanung** und überlässt es dabei den Mitgliedsstaaten ausdrücklich, die Bewertung des nationalen Wärme- und Kälteversorgungspotenzials „aus einer Zusammenstellung **regionaler oder lokaler Pläne** und Strategien“ vorzunehmen (siehe Kapitel 6.2.4). Im Kontext dieser Bewertung sollen Kosten-Nutzen-Analysen durchgeführt werden, um es zu „ermöglichen, die ressourcen- und kosteneffizientesten Lösungen zur Deckung des Wärme- und Kälteversorgungsbedarfs zu ermitteln.“ Sofern sich dabei ein positives Ergebnis abzeichnet, werden die Mitgliedsstaaten aufgefordert, angemessene Maßnahmen zum Ausbau der Fernwärme und -kälte und/oder der KWK und der Nutzung von Wärme aus Abwärme und erneuerbaren Energiequellen zu ergreifen.

Auch *Artikel 15* („Energieumwandlung, -übertragung bzw. -fernleitung und -verteilung“) der Richtlinie beinhaltet wichtige Regelungen zur KWK. Hier werden die Mitgliedsstaaten u.a. dazu verpflichtet, für KWK-Strom einen vorrangigen Zugang zum Stromnetz sowie eine vorrangige Abnahme zu garantieren.

Bei der Umsetzung der EU-Energieeffizienz-Richtlinien bestehen zum Teil Interpretationsspielräume seitens der Mitgliedsstaaten. Die Bundesregierung hat die Richtlinie nach Ablauf der Frist vom 05. Juni 2014 erst teilweise umgesetzt. Für die noch fehlenden Aspekte der Umsetzung wird der *Nationale Aktionsplan Energieeffizienz* (NAPE) von wesentlicher Bedeutung sein [12]. Dieser wird derzeit ausgearbeitet und soll im November 2014 von der Bundesregierung beschlossen werden.

3.1.2 Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz

Der rechtliche nationale Rahmen für fossile KWK-Anlagen ist durch das *Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz* (KWKG)) festgelegt. Zweck des KWKG ist es gemäß § 1, einen Beitrag zu der Steigerung des Anteils der Stromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung auf 25 % bis 2020 zu leisten. Im Rahmen des KWKG werden Zuschläge auf den in das Netz der allgemeinen Versorgung eingespeisten und den eigenverbrauchten KWK-Strom sowie Investitionszuschüsse für den Neu- und Ausbau von Wärme- und Kältenetzen sowie für den Neu- und Ausbau von Wärme- und Kältespeichern gewährt. Für das Jahr 2014 ist nach § 12 eine Zwischenüberprüfung vorgesehen, bei der die Entwicklung der KWK-Stromerzeugung in Deutschland dahingehend analysiert wird, inwiefern die Erreichung des KWK-Ziels durch das KWKG unterstützt wird, was wiederum auch für die Realisierung des Landesziels von entscheidender Bedeutung ist.

Eine Novellierung des KWKG ist angekündigt, ein Gesetzesentwurf wird zum Ende des Jahres 2014 bzw. Anfang 2015 erwartet. Im Zuge der Arbeiten am vorliegenden Vor-

schlag für ein KWK-Konzept wurden folgende Punkte identifiziert, die von der KWKG-Novelle abgedeckt werden sollten:

- Positionierung zur Zielsetzung des Anteils von 25 % bis 2020,
- Anhebung der Zuschläge zur Kompensation der Belastung des Eigenverbrauchs,
- Anhebung der Zuschläge zur Kompensation der gesunkenen Börsenstrompreise,
- Einführung einer leistungsbezogenen Komponente bzw. Honorierung der Flexibilität,
- Abbau bürokratischer Hemmnisse für Wärmenetze und kleine KWK-Anlagen,
- Integration der Biomasse in das KWKG und
- Abbau der derzeitigen zeitlichen Begrenzungen für den Erhalt der Zuschläge (30 000 Volllaststunden bzw. 10 Jahre).

Die Rahmenbedingungen für KWK-Anlagen haben sich in den letzten Jahren erheblich verändert, insbesondere die Entwicklung der Strompreise wirkt sich auf die Erlöse von KWK-Anlagen aus. Während Eigenverbrauchsprojekte vom steigenden Endverbraucher-Preisniveau profitieren (zuletzt wieder eingeschränkt durch die teilweise Belastung mit der EEG-Umlage), bedeuten die geringen Strompreise an der Strombörse für die am Strommarkt agierenden KWK-Anlagen erhebliche Probleme. Das geringe Preisniveau schafft nicht nur keine Anreize zum Neubau von KWK-Anlagen, sondern verschlechtert auch die Erlössituation von Bestandskraftwerken, die nicht mehr ausreichend hohe Deckungsbeiträge erwirtschaften. Vor diesem Hintergrund besteht Bedarf zur Anpassung der Zuschläge im KWKG. Darüber hinaus sollte angesichts der sich derzeit schnell ändernden Rahmenbedingungen eine regelmäßige Zwischenüberprüfung und ggf. Anpassung vorgenommen werden.

3.1.3 Erneuerbare-Energien-Gesetz

Für die biogene KWK bildet das **Erneuerbaren-Energien-Gesetz** (EEG) den gesetzlichen Rahmen. Hierbei sind neben der eingeführten Belastung der Eigenstromversorgung die Kriterien der Biomasseförderung von wesentlicher Bedeutung für den zukünftigen Zubau der KWK.

Mit der im EEG 2014 eingeführten **Belastung des Eigenverbrauchs** sollen Neuanlagen, deren Strom ganz oder teilweise selbst verbraucht wird, zur anteiligen Finanzierung der EEG-Kosten herangezogen werden. Für die hier im Fokus stehenden KWK-Anlagen gilt eine stufenweise Erhöhung der anteiligen Belastung ausgehend von 30 % (August bis Dezember 2015) auf 35 % (Jahr 2016) bzw. 40 % (ab 2017). Die Bagatellgrenze von 10 kW und 10 MWh/a greift im Bereich KWK allenfalls für Mikro-KWK-Anlagen im unteren einstelligen elektrischen Leistungsbereich. Der Kraftwerkseigenverbrauch ist vollständig von der Belastung ausgenommen (Tabelle 13).

Tabelle 13: Überblick über die Belastung von selbst verbrauchtem Strom mit der EEG-Umlage nach dem EEG 2014.

Quelle: BMWi

Eigenversorgung	Belastung von Neuanlagen	EEG
EE- und KWK-Anlagen	1.8.2014 - 31.12.2015: 30 % 2016: 35 % ab 2017: 40 %	§ 61 Abs. 1
Sonstige Anlagen	100 %	§ 61 Abs. 1
Kleinanlagen (Leistung bis 10 Kilowatt)	keine (bis 10 MWh pro Jahr)	§ 61 Abs. 2 Nummer 4
Kraftwerkseigenverbrauch, "Inselanlagen" und vollständige Versorgung aus EE-Anlagen ohne Inanspruchnahme von Förderung	keine	§ 61 Abs. 2 Nummer 1 bis 3

Insbesondere KWK-Anlagen in der Objektversorgung sind auf den Eigenverbrauch von Wärme und Strom ausgelegt. Die Belastung des Eigenverbrauchs wird in diesem Segment die Wirtschaftlichkeit von Neuanlagen deutlich beeinträchtigen und den Zubau stark begrenzen. Da jedoch im Bereich der kleineren KWK-Anlagen in der Objektversorgung bis 2 MW_{el} in den vergangenen Jahren die größte Zubaudynamik erkennbar war (vgl. Kapitel 2.1), wird sich die Eigenverbrauchsbelastung direkt auf den KWK-Zubau auswirken. Um die Wirtschaftlichkeit und damit das Zubauniveau im Land aufrecht zu erhalten ist es erforderlich, die Eigenverbrauchsbelastung über eine Erhöhung der KWK-Zuschlagssätze zu kompensieren. Im Maßnahmenkapitel wird dieser Vorschlag aufgegriffen.

Im Bereich der **Biomasse** werden mit dem EEG 2014 die Einsatzstoffvergütungsklassen für Neuanlagen gestrichen. Diese Regelung wird zu einem weitgehenden Ausbaustopp des Neubaus von Biogasanlagen führen. Experteneinschätzungen, die im Zuge der ersten Begleitkreissitzung diskutiert wurden, gehen für Baden-Württemberg zukünftig von einem Biogaszubau von weniger als 1 MW/a aus. Wie bereits in Kapitel 2.2 ausgeführt, bieten jedoch die bestehenden Biogasanlagen in Baden-Württemberg noch erhebliche Möglichkeiten zur Steigerung der Wärmenutzung und damit der KWK-Stromerzeugung. Die Ende Juni 2014 ausgelaufene Landesförderung von Bioenergiedörfern stellte in dieser Hinsicht eine wichtige Landesmaßnahme dar, die im Maßnahmenkapitel aufgegriffen wird.

3.1.4 EEWärmeG

Mit dem am 1. Januar 2009 in Kraft getretenen *Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz* (EEWärmeG) wurde erstmals eine Nutzungspflicht zum Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteversorgung im Gebäudeneubau auf Bundesebene eingeführt. Gleichzeitig wurde durch das EEWärmeG eine gesetzliche Grundlage für die finanzielle Förderung nach dem *Marktanreizprogramm* (vgl. Kapitel 3.1.5) geschaffen. Das Gesetz

verfolgt das Ziel, den Anteil Erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte bis zum Jahr 2020 auf 14 % zu erhöhen.

Nach dem EEWärmeG müssen neu errichtete Gebäude ihren Energiebedarf für die Wärme- und Kälteversorgung zu prozentualen Mindestanteilen und unter Einhaltung technologiespezifischer Mindestanforderungen über erneuerbaren Energien abdecken (§ 3). Für **öffentliche Gebäude**, die im Rahmen des Zwecks und Ziels des Gesetzes eine **Vorbildfunktion** einnehmen (§ 1a), gilt die Nutzungspflicht auch im Falle einer grundlegenden Renovierung.

Neben der Primärpflicht erkennt das EEWärmeG auch eine Reihe von Ersatzmaßnahmen an (§ 7). So wird die Nutzungspflicht als erfüllt angesehen, wenn der Wärme- und Kälteenergiebedarf zu mindestens 50 % aus hocheffizienten⁵ **KWK-Anlagen** oder Anlagen zur Nutzung von Abwärme gedeckt wird, oder wenn die energetischen Anforderungen der EnEV um 15 % unterschritten werden, oder wenn der Wärme- und Kälteenergiebedarf aus **Fernwärme- bzw. -kältenetzen** gedeckt wird, dessen gelieferte Wärme bzw. Kälte zu definierten Mindestanteilen aus hocheffizienter KWK, aus industrieller Abwärme oder aus erneuerbaren Energien stammt.

Erstmals für das Jahr 2012 wurde die Art der Erfüllung des EEWärmeG in fertiggestellten und genehmigten Neubauten durch die statistischen Landesämter erhoben. Demnach wurden in jeweils lediglich etwa 1 % der im Jahr 2013 fertiggestellten Wohn- und Nichtwohngebäude in Baden-Württemberg die Ersatzmaßnahme KWK zur Erfüllung des EEWärmeG gewählt [13]. Das EEWärmeG hat demnach in Bezug auf den Ausbau der Objekt-KWK eine untergeordnete Bedeutung. Durch die Ersatzmaßnahme Fernwärme bzw. Fernkälte wurde das EEWärmeG im Jahr 2013 in jeweils knapp 5 % der fertiggestellten Wohn- und Nichtwohngebäude erfüllt. Insgesamt kann das EEWärmeG aufgrund der geringen Neubauraten (knapp 30.000 Baumaßnahmen in Baden-Württemberg im Jahr 2012 [14]) nur sehr eingeschränkt als Treiber der KWK und der Nah- und Fernwärme im Land angesehen werden (siehe auch [15]).

3.1.5 Weitere Bundesförderprogramme und Regelungen zur Unterstützung des KWK-Ausbaus

Neben dem KWKG als dem wichtigsten Förderinstrument zum Ausbau der fossilen KWK ist die seit 2008 mit Unterbrechung bestehende und im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative erfolgende **Förderung von Mini-KWK-Anlagen** anzuführen. Das Förderprogramm soll dazu beitragen, die Akzeptanz der KWK-Technologie zu erhöhen und innovative Entwicklungen im Bereich der BHKW-Anlagen anzuregen. Zielgruppe des Programms sind Kommunen, Verbraucher und die Wirtschaft. Die Förderung erfolgt für die

⁵ Hocheffizient im Sinne der Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004.

Neuerrichtung von KWK-Anlagen in Bestandsgebäuden, die nicht in Gebieten mit einem Anschluss- und Benutzungsgebot für Fernwärme liegen, über einen Investitionszuschuss, dessen Höhe nach der elektrischen Leistung bestimmt ist, und erstreckt sich auf KWK-Anlagen bis 20 kW_{el}. Voraussetzung für eine Förderung ist u.a. das Erfüllen anspruchsvoller Effizienzanforderungen sowie das Vorhandensein eines Wärmespeichers und einer Steuerungs-/Regelungstechnik für eine wärme- und stromgeführte Fahrweise.

Neben dem EEG flankiert das **Marktanreizprogramm** (MAP) den Ausbau der regenerativen KWK im Bund. Nach den Richtlinien des MAP im Programmteil Premium-Förderung (KfW-Programm Erneuerbare Energien) können streng wärmegeführte Biomasse-KWK-Anlagen zusätzlich zum EEG gefördert werden, um gezielt somit Anreize für eine Optimierung der Wärmenutzung zu setzen. In den vergangenen Jahren wurden jedoch nur wenige Anlagen im Rahmen dieses Fördertatbestands gefördert.

Tabelle 14 zeigt eine Übersicht der auf Bundesebene vorhandenen Förderprogramme, die für die Errichtung von KWK-Anlagen in Anspruch genommen werden können.

Über die genannten gesetzlichen Regelungen und Förderprogramme hinaus wird die KWK durch Steuerentlastungen und einer Vergütung in Höhe der vermiedenen Netznutzungsentgelte gefördert. Der Verbrauch von Brennstoffen für KWK-Anlagen unterliegt in Deutschland der Pflicht zur Entrichtung der Energiesteuer. Unter bestimmten Voraussetzungen kann für KWK-Anlagen eine **vollständige oder teilweise Rückerstattung der Energiesteuer** beim jeweiligen Hauptzollamt beantragt werden (Hocheffizienz-Nachweis (RL 2004/8/EEG), Mindest-Nutzungsgrad von 70 %, Anlage noch in der Abschreibungsphase nach § 7 des Einkommensteuergesetzes). Für kleine, wärmegeführte Anlagen gilt ein vereinfachtes Nachweiseverfahren zur Rückerstattung der Energiesteuer.

Für Strom aus **KWK-Anlagen bis 2 MW_{el}**, der in räumlichem Zusammenhang verbraucht wird, gilt darüber hinaus eine **Befreiung von der Stromsteuer** (2,05 ct/kWh). Diese Regelung trägt – zusammen mit der teilweisen Befreiung von der EEG-Umlage, der Einsparung der Strombezugspreise sowie der Zuschlagszahlung nach KWKG für selbst verbrauchten Strom – zur Attraktivität von KWK-Eigenversorgungskonzepten bei. Von der Befreiung der Stromsteuer profitieren auch KWK-Projekte, die im Contracting betrieben werden.

Für Strom der nicht selbst verbraucht, sondern eingespeist wird erhält der Betreiber neben dem KWK-Zuschlag und dem üblichen Preis **zusätzlich die vermiedenen Netznutzungsentgelte** vergütet.

Tabelle 14: Förderprogramme mit KWK-Bezug auf Bundesebene.

Programm	KfW-Pro-gramm-Nr.	Antragsberechtigte						Kumulierbarkeit
		Privat- personen	Privatwirtschaftliche Unternehmen	Kommun- nen	Gemeinnützige Organisationen	Freibe- rufler	Land- wirte	
Mini-KWK-Förderung (BAFA)	-	x	x	x	x	x	x	Ja
Erneuerbare Energien – Standard	270/274	x	x	x	x	x	x	Mit Einschränkungen
Erneuerbare Energien – Premium	271/281, 272/282	x	x	x	x	x	x	Mit Einschränkungen
IKK – Energetische Stadt- sanierung - Quartiersversorgung	201			x				Mit Einschränkungen
IKU – Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung	202		(x)	x				Mit Einschränkungen
IKK – Kommunale Energieversorgung	203			x				Mit Einschränkungen
IKU – Kommunale Energieversorgung	204		(x)	x				Mit Einschränkungen
IKU - Energetische Stadtsanierung - Energieeffizient Sanieren	219		(x)	x	x			Mit Einschränkungen
IKK – Energetische Stadtsanierung – Energieeffizient Sanieren	218			x				Mit Einschränkungen
Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für integrierte Quartierkonzepte und Sanierungsmanager (Konzeptförderung)	432		(x)	x	(x)			Mit Einschränkungen
Energieeffizienzprogramm	242/243/244		x			x		Ja
Finanzierungsinitiative Energiewende	291		x					Mit Einschränkungen
Energieeffizient sanieren - Kredit	151/152	x	x	x	x	x		Mit Einschränkungen
Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss	430	x						Mit Einschränkungen
Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit	167	x	x	X	x	x	x	Ja
BMUB-Umweltinnovationsprogramm	230		x	x				Ja

Hinweise:

- (x) bedeutet mit Einschränkungen insb. Private Public Partnership.
- Es handelt sich um eine Auswahl relevanter Programme und keine abschließende Auflistung der Förderprogramme.
- Bei der Zuordnung zu den Zielgruppen (Antragsberechtigten) sind im Einzelfall Abweichungen möglich, da nicht immer einheitliche Zielgruppen in den Programmen benannt werden.
- Die Kumulierungskriterien stellen eine Übersicht dar und bedürfen im Einzelfall einer Prüfung anhand der jeweiligen zugehörigen Verwaltungsvorschrift.

3.2 Rahmenbedingungen in Baden-Württemberg

3.2.1 Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg und Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg

In Baden- Württemberg wurde im Sommer 2013 mit breiter parlamentarischer Mehrheit ein Klimaschutzgesetz für Baden-Württemberg verabschiedet. Darin werden für Baden-Württemberg verbindliche Klimaschutzziele vorgegeben. Gemäß § 4 KSG BW sollen bis zum Jahr 2020 die Treibhausgasemissionen um 25 % reduziert werden. Bis zum Jahr 2050 wird eine Minderung um 90 % angestrebt. Gemäß dem in § 5 KSG BW geregelten Klimaschutzgrundsatz kommen bei der Verwirklichung der Klimaschutzziele der Energieeinsparung, der effizienten Bereitstellung, Umwandlung, Nutzung und Speicherung von Energie sowie dem Ausbau erneuerbarer Energien besondere Bedeutung zu. Welche Entwicklungen hierzu im Einzelnen notwendig sind, wird im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept (IEKK) konkretisiert, das nach einer umfassenden Bürger- und Verbändebeteiligung durch die Landesregierung beschlossen wurde. Im IEKK werden die notwendigen Strategien und Maßnahmen wie folgt benannt: *„Der Ausbau der KWK-Nutzung ist nicht nur für eine nachhaltige Wärmebereitstellung, sondern auch für die Neustrukturierung des Stromerzeugungsmarkts wichtig. Die stark zunehmende Stromerzeugung aus Wind- und Sonnenenergie erfordert Erzeugungskapazitäten, die als Ergänzung zu den erneuerbaren Energieträgern kurzfristige Leistung bereitstellen können, wenn dies witterungsbedingt notwendig ist. Dazu eignen sich auf Grund ihrer Flexibilität insbesondere KWK-Anlagen auf Basis Erdgas, z.B. Blockheizkraftwerke. Zur effizienteren Brennstoffausnutzung sollten diese Anlagen möglichst im strommarktorientierten KWK-Betrieb laufen. Hierfür ist der Aufbau von zusätzlichen Wärmenetzen zur Verteilung und ausreichenden Wärmespeichersystemen notwendig (s. Kapitel Wärmenetze). Potenziale zur Errichtung neuer KWK-Anlagen finden sich auch im gewerblichen und industriellen Bereich. Oft sind hier Wärmeerzeugungsanlagen für industrielle Prozesswärme installiert, die bei einer gleichzeitigen Stromerzeugung den Brennstoff besser ausnutzen würden. Der notwendige Zubau an KWK-Anlagen in Baden-Württemberg bis zum Jahr 2020 beträgt etwa 1.000 MW elektrischer Leistung [Anm.: gegenüber 2010]. Davon sollten etwa die Hälfte in KWK-Anlagen mit einer Leistung von weniger als 10 MW errichtet werden.“* Im Einzelnen wird auf Abschnitt 2.4 und 2.5 verwiesen.

3.2.2 EWärmeG

Das Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWärmeG) fordert von Eigentümern oder Erbbauberechtigten von bestehenden Wohngebäuden, bei Austausch einer zentralen Heizungsanlage mindestens 10 % des jährlichen Wärmebedarfes durch erneuerbare Energien zu decken (§ 4). Dabei sind verschiedene Technologien zur Pflichterfüllung zugelassen, u.a. Solarthermie, Wärmepumpen, Holzzentralheizung sowie die anteilige Nutzung von Biogas oder Bioöl.

Ähnlich wie im Bundesgesetz EEWärmeG sieht das Landesgesetz EWärmeG die Möglichkeit einer ersatzweisen Erfüllung vor (§ 5). Dazu zählen Dämmmaßnahmen am Gebäude, durch welche die Anforderungen der EnEV unterschritten werden, die Deckung des Wärmebedarfs durch eine **KWK-Anlage** (unter Einhaltung spezifizierter Effizienzanforderungen) sowie der Anschluss an ein **Wärmenetz**, das durch KWK oder erneuerbare Energien (gemäß Gesetzesentwurf vom Juli 2014 alternativ auch aus Abwärme) gespeist wird. Ausnahmen von der Nutzungspflicht werden u.a. dann gewährt, wenn die Installation einer solarthermischen Anlage („Ankerttechnologie“) aus baulichen, technischen oder anderen öffentlich-rechtlichen Gründen nicht möglich ist. Eine Nutzungspflicht für Bestandsgebäude im Sinne des EWärmeG gibt es zum aktuellen Zeitpunkt (Juli 2014) ausschließlich in Baden-Württemberg.

Das EWärmeG wird derzeit **novelliert**. Zu den geplanten, wesentlichen Neuerungen gehören u.a. eine Erhöhung des Pflichtanteils erneuerbarer Energien auf 15 % sowie eine Ausweitung der Nutzungspflicht auf Nichtwohngebäude. Die Nutzungspflicht kann gemäß Gesetzesentwurf vom Juli 2014 auch anteilig (bei Wohngebäuden) bzw. vollständig (bei Nichtwohngebäuden) durch Erstellen eines gebäudeindividuellen energetischen Sanierungsfahrplans erfüllt werden. Zudem soll auf die Solarthermie als Ankerttechnologie verzichtet werden, was zur Folge hat, dass Verpflichtete alternative Erfüllungsoptionen ergreifen müssen, auch wenn keine Solarthermie möglich ist. An die Erfüllungsoption Biogas und Bioöl werden höhere Anforderungen gestellt. So wird Biogas ab einer thermischen Gesamtleistung des Gebäudes von 50 kW nur noch in KWK-Nutzung anerkannt; unterhalb dieser Leistungsgrenze soll thermische Biogasnutzung nur noch in Zusammenhang mit einem Sanierungsfahrplan anerkannt werden. Darüber hinaus sind Erleichterungen für kleinere KWK-Geräte ($< 20 \text{ kW}_{el}$) vorgesehen, so dass auch **Mikro-KWK**-Geräte im Wege einer pauschalierten Vorgabe im EWärmeG angerechnet werden können [16].

Gemäß dem Erfahrungsbericht zum EWärmeG vom Juli 2011 haben KWK-Anlagen und Wärmenetze in Hinblick auf die Erfüllung des EWärmeG eine untergeordnete Bedeutung, da die in § 5 definierten Ersatzmaßnahmen nur in ca. 4 % aller Fälle zur Pflichterfüllung zum Einsatz kamen [17]. Im Erfahrungsbericht wird der geringe KWK-Einsatz dadurch begründet, dass insbesondere in Mehrfamilienhäusern, die für den Einsatz der KWK prädestiniert wären, die Nutzungspflicht durch eine anteilige Nutzung von Bioöl oder Biogas vergleichsweise einfach erfüllt werden kann. Im Bereich der netzgebundenen Wärmeversorgung werden zwar vereinzelt regional (z.B. in Bioenergiedörfern) neue Wärmenetze im Gebäudebestand aufgebaut. Das EWärmeG zeichne sich laut Erfahrungsbericht aber insbesondere als Treiber bei der Nachverdichtung bestehender Wärmenetze aus. Diese Auffassung wurde auch bei der ersten Begleitkreissitzung zum KWK-Landeskonzept von einem Stadtwerke-Vertreter geteilt. Ob der momentan zu verzeichnende Zubau an Wärmenetzen tatsächlich mehr auf das Ordnungsrecht als auf die Förderprogramme zurückzuführen ist, kann vom Projektteam nicht abschließend bewertet werden.

3.2.3 Landesförderprogramme

An erster Stelle ist das seit 2002 bestehende, erfolgreiche Programm **Klimaschutz-Plus** zu nennen, das KWK-Anlagen (ggf. mit Nahwärmenetz) mit einer elektrischen Leistung größer 20 kW in Nichtwohngebäuden ergänzend zum KWKG mit einem Zuschuss von 15% bis 40% der Investitionssumme fördert. Antragsberechtigt sind Kommunen, kleine und mittlere Unternehmen (KMU), kirchliche Einrichtungen, Krankenträger, Vereine und sonstige Eigentümer von Nichtwohngebäuden. Die Förderung sollte verstetigt werden und Kontinuität aufweisen, um die Erreichung des KWK-Ziels des Landes zu unterstützen. Es sollte zudem mit Blick auf ein erfolgreiches Monitoring möglichst zeitnah eine Auswertung des betreffenden Förderjahres vorgelegt werden.

Die regenerative KWK wurde mit den ebenfalls erfolgreichen Förderprogrammen **„Bioenergiedörfer“** und **„Bioenergiewettbewerb“** im Land unterstützt. Das Programm **„Bioenergiedörfer“** gewährte Investitionskostenzuschüsse zur Umstellung der Wärmeversorgung von Städten, Gemeinden sowie Orts-/Stadtteilen in Baden-Württemberg, überwiegend auf Basis erneuerbarer Energien im Zuge der Errichtung oder Erweiterung von Wärmenetzen sowie darin integrierter Anlagen (inkl. KWK-Anlagen hinsichtlich Wärmeauskopplung) zur Wärmegewinnung. Bei praktisch allen realisierten Bioenergiedörfern sind KWK-Anlagen (i.d.R. eine Biogasanlage) einbezogen. Zum Stand Mitte 2014 existieren in Baden-Württemberg bereits 74 Bioenergiedörfer (59 in Betrieb, 15 im Bau). In weiteren 30 Dörfern bestehen konkrete Pläne zur Umsetzung eines Bioenergiedorfs. Die ausgelaufene Förderung von Bioenergiedörfern stellte eine wichtige Landesmaßnahme dar, um die Wärmenutzung und damit die KWK-Stromerzeugung von bestehenden Biogasanlagen zu erhöhen. Die Förderung von Bioenergiedörfern wird deshalb im Maßnahmenkapitel erneut aufgegriffen.

Auch im Rahmen des 2014 aufgelegten Programms **„Klimaschutz mit System“**⁶, das sich vorrangig an Gemeinden, Landkreise und Zweckverbände sowie deren Eigenbetriebe und Eigengesellschaften (z.B. Stadtwerke) richtet und auf die Umsetzung von Maßnahmen des kommunalen Klimaschutzes, die aus vorhandenen Klimaschutzkonzepten oder der Teilnahme der Kommune am European Energy Award abgeleitet sind, erstreckt⁷, können KWK-Anlagen gefördert werden. Gezielt soll mit dem ebenfalls neuen Programm **„Wärmewende im Heizungskeller“** die Markteinführung hocheffizienter Brennstoffzellen-Mikro-Kraftwärmekopplungsanlagen im privaten und gewerblichen Einsatz für Wohn- und Nichtwohngebäude sowie Prozesswärme unterstützt werden. Darüber hinaus beinhaltet die **„Energieeffizienzfinanzierung Baden-Württemberg“** in Form der seit dem 2. Quartal 2012 bestehenden Aufstockung der KfW-Kredite auch die Förderung von KWK.

⁶ Das Programm wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) im Rahmen des Operationellen Programms für das Ziel „Investitionen in Wachstum und Beschäftigung“ in Baden-Württemberg 2014-2020 finanziert.

⁷ Dem eigentlichen Förderverfahren ist ein Teilnahmewettbewerb vorangestellt.

Das erfolgreich angenommene Programm sollte fortgeführt und in den einzelnen Bereichen gezielt evaluiert werden.

In Tabelle 15 ist eine Übersicht der auf Landesebene bestehenden Förderprogramme, die eine Förderung der KWK beinhalten, dargestellt. Die Förderprogramme Bioenergiedörfer und Bioenergiewettbewerb sind Ende Juni 2014 ausgelaufen. Sie sind nachfolgend trotzdem angeführt, da im Maßnahmenkapitel diese Förderprogramme wieder thematisiert werden.

Tabelle 15: Landesförderprogramme mit KWK-Bezug.

Programm	Antragsberechtigte*			Kumulierbarkeit
	Privatpersonen	KMU	Kommunen	
Förderprogramm Klimaschutz-Plus (insbes. CO ₂ -Minderungsprogramm)	x	x	x	Nein
Klimaschutz mit System		x	x	Ja
Demonstrationsvorhaben der rationellen Energieverwendung und der Nutzung erneuerbarer Energieträger	x	x	x	Ja
Wärmewende im Heizungskeller: Brennstoffzellen-Heizgeräte in Baden Württemberg	x	x	x	Nein
Energieeffizienzfinanzierung – Sanieren (aufbauend auf den KfW-Programm 151/152)	x			Ja**
Energieeffizienzfinanzierung – Mittelstand (KMU) (aufbauend auf dem KfW-Programm 242/243/244)		x		Ja**
Förderprogramm Bioenergiedörfer (bis 30.06.2014)	x	x	x	Ja
Förderprogramm Bioenergiewettbewerb (bis 30.06.2014)	x	x	x	Ja
Wohnen mit Zukunft: Erneuerbare Energien	x			Ja***

* Das Förderprogramm Klimaschutz-Plus umfasst zusätzlich Vereine als Zuwendungsempfänger.

** Ausgeschlossen ist für dasselbe Vorhaben die Kombination mit Förderprogrammen, die öffentliche Mittel des Landes BW enthalten.

*** Bei der Kombination mit Zuschüssen aus dem MAP oder der Mini-KWK-Förderung muss der Zuschussbetrag von den förderfähigen Kosten für das Darlehen abgezogen werden. Dadurch verringert sich der Bruttodarlehensbetrag. Eine Kumulierbarkeit mit weiteren KfW-Programmen ist möglich.

Hinweis: Es handelt sich um eine Auswahl und keine abschließende Auflistung der Förderprogramme. Ebenso sind Abweichungen bei den Zielgruppen (Antragsberechtigten) möglich. Die Kumulierungskriterien stellen eine Übersicht dar und bedürfen im Einzelfall einer Prüfung anhand der jeweiligen Verwaltungsvorschrift.

3.2.4 Anschluss- und Benutzungspflicht

Die Nutzung der Nah- und Fernwärme kann prinzipiell durch eine sogenannte Anschluss- und Benutzungspflicht gefördert werden. So können Gemeinden gemäß den Gemeindeordnungen der Bundesländer den Anschluss und die Benutzung von gemeindlichen Einrichtungen (neben der Nah- und Fernwärmeversorgung z.B. auch die Wasserversorgung,

Abwasserbeseitigung und Straßenreinigung) per Satzung vorschreiben. Voraussetzung dafür ist, dass die Anschluss- und Benutzungspflicht aus Gründen des "Gemeinwohls" oder der "Volksgesundheit" bzw. der Luftreinhaltung, und nach § 16 EEWärmeG auch aus Gründen des allgemeinen Klimaschutzes, erforderlich ist [18].

In Baden-Württemberg wurde die Möglichkeit, eine Anschluss- und Benutzungspflicht bei der Versorgung mit Nah- und Fernwärme zu erlassen, in § 11 der baden-württembergischen Gemeindeordnung vom Juli 2005 verankert. Von dieser Möglichkeit machen die Gemeinden jedoch selten Gebrauch. Neben Akzeptanzproblemen besteht ein Hemmnis darin, dass im Falle einer Anschluss- und Benutzungspflicht eine Monopolstellung erreicht wird, welche eine kritische Prüfung der Wärmepreise nach dem Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB) nach sich ziehen würde [18]. Außerdem kann bei bestehender Anschlusspflicht keine Förderung mehr für Hausübergabestationen von Bestandsgebäuden gemäß Marktanzreizprogramm (vgl. Kapitel 3.1.5) gewährt werden. Für Neubau- und Sanierungsgebiete wird eine Anschluss- und Benutzungspflicht oftmals weniger kritisch angesehen.

4 Struktur und Akteure der KWK

Wie bereits im Kapitel 2 bei der Analyse des KWK-Anlagenbestandes deutlich wurde, werden KWK-Anlagen in einer sehr großen Leistungsbandbreite betrieben und dienen somit der Versorgung einer großen Vielfalt von Nutzern. In jedem Einzelfall liegen sehr unterschiedliche technische, strukturelle, ökonomische und rechtliche Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb der Anlagen vor.

Im vorliegenden Kapitel wird zunächst die KWK in Baden-Württemberg strukturell differenziert. Für ausgewählte wichtige Segmente werden die aktuellen Wirtschaftlichkeitstreiber dargestellt. Die Differenzierung dient der Identifikation der wichtigsten KWK-Konstellationen, die durch Landemaßnahmen mobilisiert werden können. Anschließend wird der in Kapitel 2 dargestellte Ausbaupfad in die wichtigen übergeordneten Anwendungsbereiche aufgeteilt, um die erforderlichen Zubauraten zu ermitteln und darauf zugeschnittene Maßnahmen abzuleiten.

4.1 Struktur der KWK und ihrer Akteure in Baden-Württemberg

Die KWK in Baden-Württemberg wird zunächst qualitativ nach Energieträgern, KWK-Technologien, Akteuren/Betreibern sowie Anwendungsbereichen strukturiert (Abbildung 18). Zu beachten ist, dass die dargestellte Strukturierung keiner exakten Abgrenzung unterliegt (dargestellt durch die gestrichelten Linien und Kästen). Die Übergänge zwischen den einzelnen Anwendungsbereichen, Akteuren und Anlagengrößen sind fließend. Darüber hinaus sind die gewählte Anordnung und das Größenverhältnis der dargestellten Kästen und Bereiche nicht maßstabsgetreu und können somit keine Hinweise auf die tatsächliche Bedeutung der einzelnen Bereiche geben. Im folgenden Kapitel 4.2 wird jedoch eine Zuordnung der aktuellen und zukünftigen Rolle der KWK im Ausbaupfad für die wichtigsten Anwendungsbereiche quantifiziert.

Die übergeordnete Einteilung wurde in aufsteigender Größe der KWK-Anlagen in die vier **Anwendungsbereiche** Objektversorgung (Einzelgebäude), Inselnetze (Gebäudegruppen), Nahwärme (Siedlungsquartiere) sowie Fernwärme (Stadtteile) vorgenommen. Zur Bereitstellung von Strom- und Wärme in KWK kommt eine große Bandbreite an verschiedenen **Energieträgern** zur Anwendung. Biomasse wird in allen vier Anwendungsbereichen eingesetzt, jedoch zum Großteil für die Objektversorgung (Pflanzenöl-BHKW) und für Insel- und Nahwärmenetze (Biogasanlagen, Holzheizkraftwerke). Daneben wird Wärme aus Holzheizkraftwerken vereinzelt auch in größere Wärmenetze eingespeist (z.B. Fernwärmenetz Ulm). Erdgas wird – wie bereits in Kapitel 2 dargestellt – in allen Leistungsklassen und folglich auch in allen Anwendungsbereichen von der Objektversorgung bis hin zur Fernwärme eingesetzt. Flüssiggas wird im Vergleich zu Erdgas nur in geringem Umfang genutzt, dies dann überwiegend zur Objektversorgung, vereinzelt auch für kleinere Inselnetze.

Größe Siedl. - KWK	Objektversorgung (Einzelgebäude)	Inselnetze (Gebäudegruppen)	Nahwärme (Siedlungsquartiere)	Fernwärme (Stadtteile)
Energieträger	Biomasse (fest, flüssig, gasförmig)			
	Erdgas			
		Mineralöl		
			Abfall, Reststoffe, Abwärme	
	Flüssiggas			Steinkohle
Technologien	Mikro-KWK (bis 5 kW)		ORC (Biomasse, 0,3 bis 2,5 MW)	
	Klein-BHKW (bis 50kW)		BHKW (bis 1 MW)	
			BHKW/Dampfturbinen/GuD (1 -10 MW)	
				GuD-HKW Dampf-HKW
Akteurs- und Betreiberstruktur Siedlungs - KWK	Hauseigentümer /Eigentümergeb.			
	Mieter GbR			
	Wohnungsbaugesellschaften, -genossenschaften			
	Contracting-Unternehmen			
	Energiegenossenschaften			
	Gewerbe-/Handels-/Dienstleistungsunternehmen			
	Landesliegenschaften/ Öffentliche Gebäude			
	Kommunen/Stadtwerke			
			Entsorgungsunternehmen Stadtwerkeverbände/Große Energieversorger	
	Industriebetriebe (Eigenversorgung ohne/mit Netzen; teilweise Auskopplung von Wärme in öffentliche Netze)			

Abbildung 18: Struktur der KWK in Baden-Württemberg⁸.

Quelle: eigene Darstellung

Mineralöl kommt nur vereinzelt in der Objektversorgung zum Einsatz (zunehmend jedoch durch die Umrüstung von unrentablen Pflanzenöl-BHKWs), sondern hauptsächlich zur Versorgung von Insel- und Nahwärmenetzen. KWK-Anlagen zur Nutzung von Abfall und Reststoffen werden meist für größere Nah- und Fernwärmenetze genutzt, z.T. wird auch Abwärme aus der Industrie eingespeist. Steinkohle kommt ausschließlich im Zusammenhang mit großen Fernwärmenetzen zur Anwendung.

Die eingesetzten **KWK-Technologien** sind im Zusammenhang mit dem jeweils eingesetzten Energieträger zu betrachten. Mikro-KWK-Anlagen bis 5 kW werden fast ausschließlich mit Erdgas betrieben, in wenigen Fällen auch mit Biomethan, Flüssiggas oder Pflanzenöl. Diese Energieträgerzuordnung trifft auch auf BHKW bis 50 kW zu, jedoch ergänzt um Mineralöl. Größere Blockheizkraftwerke oder Gasturbinen bis zu 10 MW werden hauptsächlich mit Erdgas betrieben, seltener werden BHKW in dieser Leistungsklasse mit Mineralöl, Biomethan oder Pflanzenöl versorgt. ORC-Anlagen werden ausschließlich im Biomassebereich eingesetzt, überwiegend in Holzheizkraftwerken, in Einzelfällen auch zur Verstromung von Abwärme aus Biogasanlagen. GuD-Kraftwerke werden ausschließlich mit Erdgas betrieben, während für Dampfturbinen eine größere Bandbreite

⁸ Eine vergrößerte Darstellung der Matrix ist im Anhang 1 abgebildet.

von Energieträgern (Erdgas, Abfall, Reststoffe, Biomasse und im großen Leistungsbereich hauptsächlich Steinkohle) genutzt wird.

Die im Land befindlichen KWK-Anlagen werden von einer großen Bandbreite von **Akteuren** betrieben. Dem Einsatzbereich entsprechend nutzen die Akteure die jeweils für sie geeignete KWK-Anlage und -Betriebsweise. Einen Schwerpunkt – bezogen auf die Anlagenzahl (vgl. auch Anhang 1) – bildet der Einsatzbereich der Objektversorgung von Einzelgebäuden (hauptsächlich Wohngebäude, daneben u.a. Gebäude des (Einzel)Handels, des Gewerbes, öffentlicher Gebäude, usw.). Eine dementsprechend große Akteursvielfalt ist in der Objektversorgung anzutreffen: Hauseigentümer, Eigentümergeinschaften, Mieter-GbR, Wohnungsbaugesellschaften/-genossenschaften, Contracting-Unternehmen, Energiegenossenschaften, GHD-Unternehmen, Eigner von Landesliegenschaften/öffentlichen Gebäuden sowie Kommunen und Stadtwerke. Bei der Versorgung von Gebäudegruppen mit Inselnetzen sind gleichermaßen die genannten Akteure (ohne Eigentümer bzw. Mieter-GbR) tätig. Nahwärmeversorgungen mit KWK werden hauptsächlich von Stadtwerken, aber auch von Energiegenossenschaften (z.B. im Rahmen von Bioenergie-dörfern), GHD-Unternehmen, Akteuren aus dem öffentlichen Bereich oder Entsorgungsunternehmen umgesetzt. Größere Nahwärmekonzepte und Fernwärmeversorgungen mit KWK-Anlagen werden neben Stadtwerken und kommunalen Unternehmen auch durch Stadtwerkeverbände und große Energieversorgungsunternehmen realisiert.

Stadtwerke bzw. kommunale Unternehmen sind in allen Anwendungsbereichen der KWK von der Objektversorgung bis hin zur Fernwärmeversorgung tätig, gleichzeitig betreiben sie eine große Bandbreite von KWK-Anlagengrößen mit unterschiedlichen Energieträgern. Diese große Präsenz veranschaulicht die wichtige Rolle der Stadtwerke für die KWK.

Außerhalb der beschriebenen Systematik müssen **Industriebetriebe** behandelt werden. Diese betreiben KWK-Anlagen in der Regel zur Eigenversorgung mit Strom- und Wärme (z.T. mit Netzen) in unterschiedlichen Leistungsklassen, speisen teilweise jedoch auch Wärme in öffentliche Netze ein.

Die große Bandbreite der KWK-Anwendungsbereiche und -Akteure führt in der Praxis zu einer **großen Zahl von Betriebskonzepten** mit ihren jeweils eigenen Wirtschaftlichkeitstreibern und Betriebsparametern. Da Wirtschaftlichkeitsberechnungen kein Bestandteil des vorliegenden Vorhabens sind, wird nachfolgend auf Basis von Literaturangaben [6], [19] ein kurzer Überblick über die wesentlichen Parameter erarbeitet, die auch im Zuge der Maßnahmenarbeitung berücksichtigt werden.

- **Objektversorgung mit Erdgas:** KWK-Anlagen in der Objektversorgung werden üblicherweise mit Erdgas betrieben (selten mit Bioerdgas oder Pflanzenöl). Sie werden typischerweise wärmegeführt betrieben. In den vergangenen Jahren führten die steigenden Strompreise und die Eigenverbrauchsprivilegierung zu einem hohen Refe-

renzpreis und damit zu einer zunehmend eigenverbrauchsoptimierten Betriebsweise von Neu- und Bestandsanlagen.

Die wichtigsten Betriebsparameter sind die Wärme- und Stromverbrauchsprofile, der Strombezugspreis und die Preisentwicklung von Erdgas. Die Wirtschaftlichkeit von Neuanlagen verschlechtert sich mit dem Inkrafttreten des novellierten EEG zum 1. August 2014 aufgrund der ab dann erhobenen anteiligen Belastung des Eigenverbrauchs mit der EEG-Umlage⁹. Anlagen, die im Contracting betrieben werden, müssen ohnehin EEG-Umlage bezahlen, sind aber weiterhin schlechter als Eigenverbrauchsanlagen gestellt. Um die zuletzt zu beobachtende Dynamik im Bereich der Objektversorgung aufrechtzuerhalten muss aus Landessicht eine angemessene Kompensation der Eigenverbrauchsbelastung im KWKG gewährt werden.

- **Große KWK mit Fernwärme:** die typischen Betriebsfälle finden sich in der allgemeinen Versorgung und werden mit Steinkohle bzw. Erdgas befeuert. I.d.R. erfolgt eine strommarktorientierte Fahrweise, mit Wärmespeichern bzw. über Entnahmekondensationsturbinen kann die Strom- und Wärmeproduktion in einem definierten Rahmen entkoppelt werden.

Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der Anlagen ist primär auf Basis des eingesetzten Energieträgers zu unterscheiden. KWK-Anlagen, die mit Erdgas betrieben werden und die am Emissionshandel (ETS) teilnehmen, haben derzeit aufgrund der niedrigen CO₂-Zertifikats- und Braunkohlepreise Nachteile am Strommarkt. Im Gegenzug sind zuletzt die Deckungsbeiträge von KWK-Anlagen, die mit Steinkohle betrieben werden, aufgrund des geringen Zertifikats und Brennstoffpreisniveaus gestiegen. Diese Erlössituation trifft nicht nur Neuanlagen und Modernisierungsvorhaben, sondern zunehmend auch Bestandsanlagen. Ausschlaggebend für diesen Anwendungsbereich ist ein funktionierender ETS mit entsprechendem Preisniveau der CO₂-Zertifikate.

- **KWK-Eigenerzeugung in der Industrie:** KWK-Anlagen in der Industrie orientieren sich mit ihrer Betriebsweise primär am Prozesswärmebedarf. Ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit der Anlagen ist der Erdgaspreis sowie die Bedarfsprofile für Wärme und Strom.
- **Biogasanlagen:** Biogasanlagen sind meist auf eine maximale Stromproduktion ausgelegt, der Anteil flexibel gefahrener Anlagen ist noch gering. Dies führt in der Praxis zu großen Mengen an Überschusswärme, die oft nur zu einem geringen Teil genutzt wird (vgl. auch Kapitel 2.1). Die Höhe des EEG-Vergütungssatzes einschl. Boni sowie die Kosten der Substratbereitstellung sind die ausschlaggebenden Wirtschaftlichkeitsparameter.

⁹ Zunächst wird jedoch die Abgabe ausgesetzt, bis die separate Verordnung nach § 91 Nr. 7 EEG 2014 vorliegt und damit das Verfahren zur Abwicklung feststeht.

4.2 Beiträge der KWK-Anwendungsbereiche zur Zielerreichung

Die Einbindung der einzelnen KWK-Akteure in die gesamte Wärmeversorgung Baden-Württembergs mittels HKW, BHKW und HW (Heizwerken) und ihre gegenwärtige Bedeutung veranschaulicht Abbildung 19.

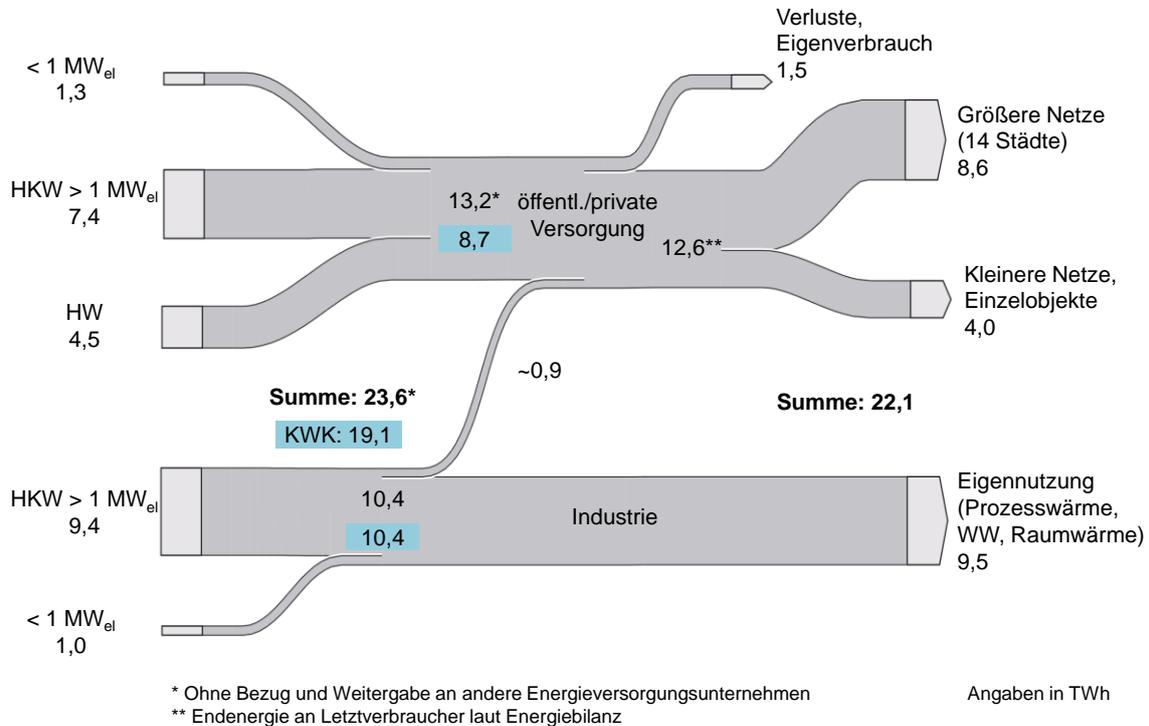


Abbildung 19: Energieflussdiagramm der netzgebundenen Wärmeversorgung mit Heizkraftwerken, BHKW (einschl. Objektversorgung) und Heizwerken sowie KWK-Eigenversorgung in der Industrie (Angaben für 2013 in TWh/a).

Quelle: Statistisches Landesamt, eigene Berechnungen und Abschätzungen

Neben der in Kapitel 2 (Tabelle 6 und Abbildung 8) erläuterten KWK-Wärme in Höhe von 19,1 TWh/a (2013) wird zusätzlich in Heizwerken eine Wärmemenge von rund 4,5 TWh/a bereitgestellt¹⁰. Das gesamte Wärmeaufkommen beläuft sich demnach auf 23,6 TWh/a, wovon 13,2 TWh/a auf die öffentliche bzw. private Wärmeversorgung und 10,4 TWh/a auf die industrielle KWK-Wärmeerzeugung entfallen. Die Einspeisung bzw. Nutzung industrieller KWK-Wärme für Letztverbraucher kann für Baden-Württemberg nur geschätzt werden. Sie dürfte – unter Vergleich mit bundesweiten Angaben dazu – in einer Größenord-

¹⁰ Die aktuellste dazu verfügbare Angabe (Energiebilanz im Energiebericht 2014 für Baden-Württemberg mit 17,97 PJ/a = 4,99 TWh/a für das Jahr 2011) wurde zusammen mit anderen Angaben zur Hochrechnung auf das Jahr 2013 benutzt. Darauf hinzuweisen ist auch, dass in der Energiebilanz (und ebenso in den einschlägigen Tabellen des StaLa zur Wärmeversorgung) lediglich die öffentlich/private Versorgung mittels HKW und HW unter „Fernwärme“ ausgewiesen ist. Die industriell erzeugte und dort genutzte KWK-Wärme ist unter dem Umwandlungseinsatz der Industriewärmeleistung, Raffinerien und sonstige Energieerzeugern subsummiert.

nung von rund 10 % der insgesamt erzeugten industriellen KWK-Wärme liegen. Nach Abzug des Eigenverbrauchs und der Verteilungsverluste von rd. 1,5 TWh (geschätzt nach Energiebilanz BW 2011) standen in 2013 rund 12,6 TWh/a „Fernwärme“ als Endenergie zur Verteilung an Letztverbraucher zur Verfügung (2012: 12,1 TWh/a).

Aus der Zusammenstellung der Fern- und Nahwärmeversorgungen von 36 Städten (Tabelle 6 und Tabelle 8) lassen sich davon rund 8,6 TWh/a der Verteilung in größeren Netzen zuordnen. Die restlichen 4,0 TWh/a beziehen sich auf die Verteilung in kleineren Netzen und auf die Versorgung einzelner Objekte.

Auf der Basis dieser Einordnung und der vorliegenden Daten zur Größenverteilung der KWK-Leistungsklassen wird die große Einsatz- und Nutzungsvielfalt der KWK drei Akteursgruppen zugeordnet. Dabei spielte die Möglichkeit der Quantifizierung zentraler Kenndaten eine wesentliche Rolle. Die drei Gruppen sind (vgl. Abbildung 20):

- (A) **„Fernwärme“**: Groß- bis mittelstädtische Fernwärmeversorgungen in 14 größeren Städten Baden-Württembergs (vgl. Tabelle 7), teilweise ergänzt durch zusätzliche Nahwärmeversorgungen mittels BHKW. Die Bandbreite der jährlichen Wärmeabgabe liegt zwischen 100 und 2.800 GWh/a. Es sind alle Städte über 100.000 Einwohner enthalten sowie einige kleinere Städte, welche hinsichtlich leitungsgebundener Wärmeversorgung und BHKW besonders aktiv sind (z.B. Schwäbisch Hall, Sindelfingen, Tübingen). Ihre gesamte Wärmeabgabe belief sich im Jahr 2013 auf rund 8,6 TWh/a, also auf knapp 70 % der gesamten Fernwärme-Endenergie (Abbildung 19).
- (B) **„Öffentliche/private Versorgung“**: Alle weiteren (Fern-) und Nahwärmeversorgungen, Inselnetze und Objektversorgungen mittels KWK-Anlagen und (kleineren) an Netze gebundene Heizwerke. Sie stellen mit rund 4 TWh/a die übrigen 30 % der jährlichen Wärmeabgabe. Am „oberen Ende“ befinden sich mittelgroße Städte mit einer jährlichen Wärmeabgabe zwischen 100 und 10 GWh/a (Tabelle 8). Diese repräsentieren aber „nur“ 5 % der gesamten Fernwärme-Endenergie. Die restlichen 25% verteilen sich auf alle anderen KWK-Anlagen mit und ohne Wärmenetze im gesamten Land (also in insgesamt rund 1.050 weiteren Kommunen), darunter sowohl die netzversorgten „Bioenergiedörfer“, wie auch alle privaten, öffentlichen und gewerblichen Gebäude mit KWK-Einzelversorgung.
- (C) **„Industrie“**: Selbstgenutzte Wärme aus eigenen KWK-Anlagen (überwiegend Prozesswärme, aber auch Warmwasser und Raumwärme) in Industriebetrieben. Weitere Wärme aus Wärmeerzeugern ohne KWK ist hier nicht berücksichtigt. Die von Industriebetrieben (ohne eigene Wärmeerzeugung) bezogene Fernwärme aus öffentlichen Netzen ist in den Gruppen A) oder B) enthalten. Insgesamt fallen hier 9,5 TWh/a Nutzwärme an (Abbildung 19).

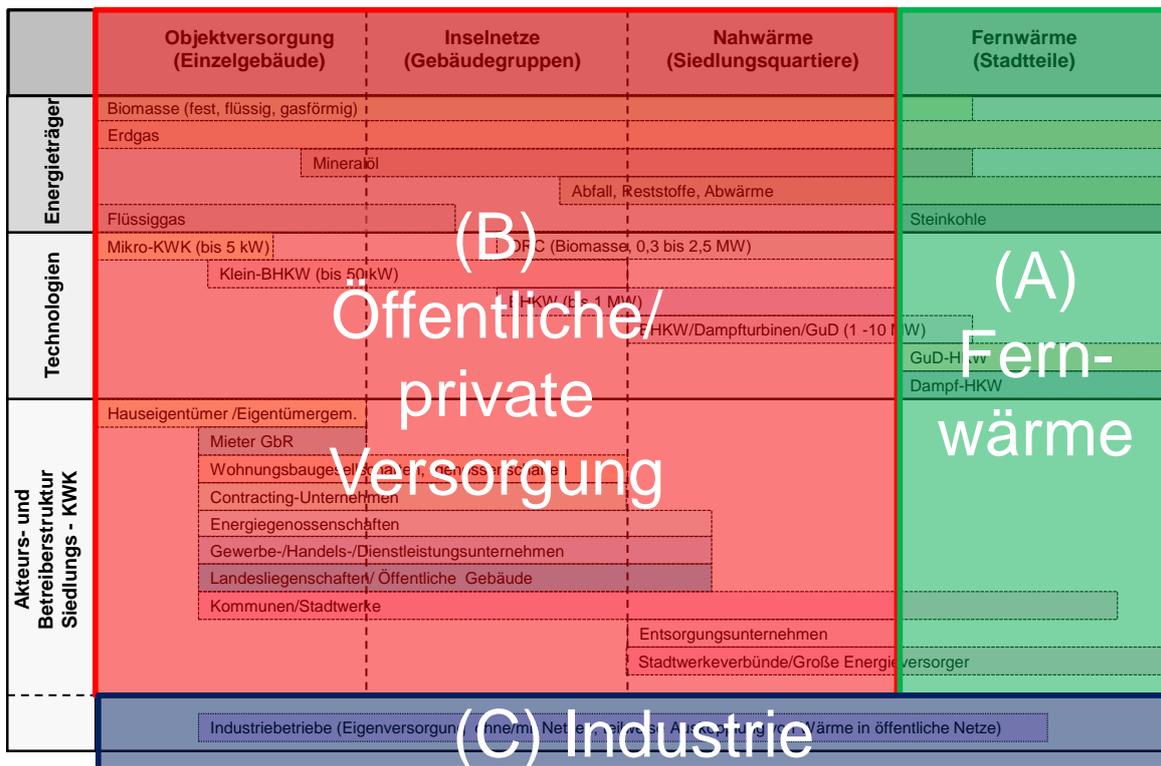


Abbildung 20: Zuordnung der KWK-Struktur für den Ausbaupfad.

Wesentliche Eckdaten der KWK-Strom- und Wärmebereitstellung in den drei Akteursgruppen sind in Tabelle 16 zusammengestellt. In der Gruppe A) „Fernwärme“ sind alle Anlagen der Leistungsklasse > 10 MW und knapp 20 % der Anlagen in der Leistungsklasse 1 bis 10 MW enthalten. Entsprechend enthält die Gruppe B) „Öffentliche/private Versorgung“ alle Anlagen < 1 MW und die restlichen 80 % der Leistungsklasse 1 - 10 MW. Wegen der unterschiedlichen Stromkennzahlen von KWK-Anlagen unterschiedlicher Leistung verschiebt sich für die KWK-Stromerzeugung die Gewichtung der beiden Gruppen im Vergleich zur Wärmebereitstellung. In 2013 erzeugte die Gruppe B rund 38 % des KWK-Stroms aller öffentlichen und privaten Anlagen (gegenüber 30 % bei der Wärmebereitstellung). Da die KWK-Anlagen < 1 MW getrennt ermittelt wurden und der nicht zur industriellen KWK diese Leistungsklasse gehörige Anteil vollständig der Gruppe B zugeordnet werden kann, ist diese Leistungsklasse in Tabelle 16 getrennt ausgewiesen.

Gemessen an der angestrebten KWK-Stromerzeugung sind alle drei Akteursgruppen von erheblicher Bedeutung für die Erreichung des Ausbauziels. Von der gesamten KWK-Stromerzeugung von derzeit 7,3 TWh/a stammen 41 % aus den großen und mittelgroßen KWK-Anlagen der Gruppe „Fernwärme“, 25 % aus den kleineren und kleinen Anlagen der Gruppe „Öffentl./priv. Versorgung“ und 34 % stammen aus der Industrie-KWK. Wegen der im Szenario unterschiedlich angenommenen Wachstumsdynamik der einzelnen Leistungsklassen der KWK-Anlagen verschieben sich diese Anteile bis 2025 merklich. Im Jahr 2025 werden es gemäß Ausbauziel noch 36 % für die „Fernwärme“ sein, obwohl

sich ihre Stromerzeugung nahezu verdoppelt. Die „Öffentl./priv. Versorgung“ wächst auf einen Anteil von 35 %, da sich ihr Beitrag an der KWK-Stromerzeugung gemäß Ausbauziel mehr als verdreifachen soll. Die industrielle KWK erzeugt mit einer knappen Verdoppelung noch 29 % des gesamten KWK-Stroms in Höhe von 16,5 TWh/a (2025). Abbildung 21 veranschaulicht diese Entwicklung der KWK-Stromerzeugung.

Tabelle 16: Kenndaten des angestrebten Wachstums der Wärme- und Stromerzeugung der drei Akteursgruppen der KWK im aktualisierten KWK-Ausbaupfad.

Quelle: eigene Berechnungen

GWh/a	2012	2013	2015	2020	2025
A) „Fernwärme“					
Gesamte Wärme	8.250	8.600	9.300	11.500	12.200
KWK-Wärme	5.900	6.000	7.220	9.960	11.292
KWK-Strom	2.974	2.970	3.660	5.080	6.000
davon > 10 MW _{el}					
KWK-Wärme	5.650	5.750	6.850	9.570	10.887
KWK-Strom	2.802	2.800	3.400	4.800	5.700
davon 1 MW _{el} -10 MW _{el}					
KWK-Wärme	250	250	370	390	405
KWK-Strom	173	170	260	280	300
B) „Öffentl./private Versorgung“					
Gesamte Wärme	3.850	4.000	4.800	6.700	7.800
KWK-Wärme	2.712	2.789	3.723	5.823	7.327
KWK-Strom	1.722	1.835	2.520	4.090	5.800
davon 1 MW _{el} -10 MW _{el}					
KWK-Wärme	1.454	1.400	1.754	2.600	3.368
KWK-Strom	730	740	1.040	1.720	2.550
davon < 1 MW _{el}					
KWK-Wärme	1.258	1.389	1.890	3.050	3.790
KWK-Strom	992	1.095	1.480	2.370	3.250
C) „Industrie“					
KWK-Wärme	10.101	10.298	11.446	15.412	16.491
KWK-Strom	2.445	2.485	2.770	3.930	4.700
davon > 10 MW _{el}					
KWK-Wärme	8.301	8.348	9.246	11.712	11.291
KWK-Strom	1.800	1.800	1.970	2.600	2.820
davon < 10 MW _{el}					
KWK-Wärme	1.800	1.950	2.200	3.700	5.200
KWK-Strom	645	685	800	1.330	1.880
KWK insgesamt					
KWK-Wärme	18.712	19.087	22.389	31.194	35.111
KWK-Strom	7.142	7.290	8.950	13.100	16.500

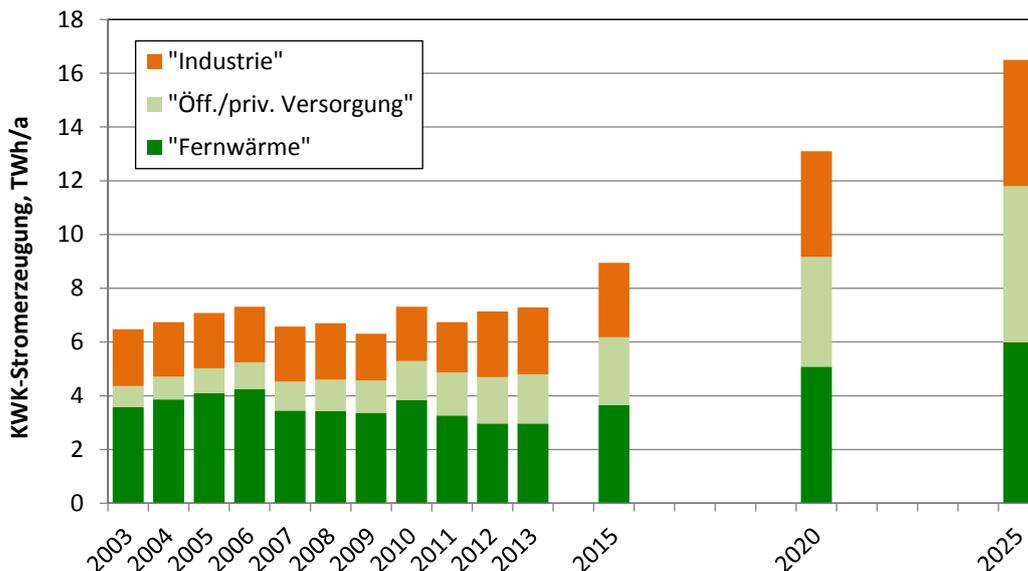


Abbildung 21: Entwicklung der KWK-Stromerzeugung nach drei Akteursgruppen im aktualisierten Ausbaupfad.

Quelle: StaLa, eigene Berechnungen

Die „dezentralen“ Anlagen erzeugen dann mit 49 % knapp ebenso viel KWK-Strom wie die größeren und großen HKW der „Fernwärme“. Dahinter steht die Erkenntnis, dass sich die angestrebte Ausweitung der KWK am raschesten und effektivsten in dem sehr vielfältigen Anwendungsbereich B: „Öffentl./priv. Versorgung“ verwirklichen lässt, in dem zahlreiche Akteure in (mittel- bis klein-) städtischen als auch in ländlichen Siedlungsbereichen des Landes tätig sind. In den in der Gruppe B dominierenden Siedlungsgebieten ist der Anteil der mit KWK-Wärme und mit Wärmenetzen versorgten Gebäude derzeit wesentlich geringer als in Gruppe A, was die Spielräume für eine Ausweitung erheblich vergrößert. Eine effektive Unterstützung der Akteure in dieser Gruppe bzw. diesem Anwendungsfeld durch geeignete Maßnahmen ist daher von besonderer Bedeutung.

Die Verdopplung der KWK-Stromerzeugung im Bereich „Fernwärme“ weist aber auch darauf hin, dass in dieser Akteursgruppe ebenfalls große Anstrengungen erforderlich sein werden, um das KWK-Ausbauziel des IEKK zu erreichen. Dazu müssen in den eher (groß-)städtischen Siedlungsgebieten dieser Akteursgruppe zum einen die Anschlussgrade bereits bestehenden Netze erhöht werden sowie die Netze gezielt auf angrenzende Siedlungsquartiere ausgedehnt werden. In nicht sinnvoll mit Wärmenetzen versorgbaren Gebieten dieser Gruppe ist die Ausstattung (größerer) Einzelgebäude mit KWK-Anlagen eine weitere wesentliche Option, den im KWK-Ausbaupfad angestrebten Zuwachs zu erreichen.

Die mittels KWK erzeugte Wärme bzw. die über Netze verteilte Wärme wächst in geringerem Umfang als die KWK-Stromerzeugung. Zum einen wird von einer Erhöhung der Stromkennzahl ausgegangen, die aus dem relativ stärkeren Wachstum von effizienten Gas-GuD-Anlagen und BHKW resultiert. Zum anderen kann sich durch eine stärkere Fle-

xibilisierung von KWK-Anlagen, die mit einer wachsenden Bedeutung von Wärmespeichern verknüpft ist, der Anteil gekoppelter Wärme in Versorgungsnetzen vermindern. Zum dritten besteht die Möglichkeit, ausschließlich mit Heizwerken versorgte Netze verstärkt auf KWK-Anlagen umzustellen. Insgesamt steigt so die Wärmerzeugung aus KWK bis 2025 „nur“ um das 1,8-fache, gegenüber dem Anstieg der KWK-Stromerzeugung um das 2,3-fache. Die gesamte mittels Netzen verteilte „Fernwärme“ wächst von 12,6 TWh/a in 2013 auf 20 TWh/a in 2025 mit 60 % noch geringer.

Die für diese Entwicklung der KWK-Strom- und Wärmerzeugung erforderlichen Leistungszuwächse, die in der Summe bereits in Tabelle 16 (Kapitel 2) vorgestellt wurden, sind in Tabelle 17 und Abbildung 22 differenziert nach drei Leistungsklassen für die drei Energieträgergruppen zusammengestellt. Die Leistung der Erdgas-KWK nimmt in allen drei Leistungsklassen erheblich und relativ ausgewogen zu. Bei Biomasse wird in der Klasse >10 MW, die überwiegend durch die Verwertung biogener Abfälle in Müll-HKW und durch wenige Holz-HKW charakterisiert ist, kein wesentlicher Zuwachs mehr stattfinden. Insgesamt ist ersichtlich, dass die Zuwachsdynamik gegenüber der Vergangenheitsentwicklung in allen Leistungsklassen – und damit bei allen Akteuren – erheblich zunehmen muss, wenn das KWK-Ausbauziel zeitgerecht erreicht werden soll.

Tabelle 17: Nettozuwachs an elektrischer KWK-Leistung nach Größenklassen und Energieträgern zwischen 2013 und 2020 im aktualisierten Ausbaupfad.

Quelle: eigene Berechnungen

[MW _{el}]	Kohle	Erdgas, (Öl),	Biomassen; Biogener Abfall	Gesamt
Leistung < 1 MW	-	240	95	335
Leistung 1 – 10 MW	-	195	95	290
Leistung > 10 MW	530*)	300	5	835*)
Summe	530	735	195	1.460

*) siehe Erläuterungen zu Tabelle 16; ohne Kohle ist der Leistungszuwachs relativ ausgewogen auf alle drei Leistungsklassen verteilt

Für die drei Akteursgruppen sind die Leistungsklassen von unterschiedlicher Bedeutung. Im Akteursbereich „Fernwärme“ wird auch zukünftig der Großteil der KWK-Strom- und Wärmebereitstellung mit Anlagen >10 MW erfolgen. Auch wenn die Leistungsklasse 1-10 MW dort ebenfalls zunimmt, bleibt ihr mengenmäßiger Anteil an der KWK-Stromerzeugung in dieser Akteursgruppe auch zukünftig bei rund 5 %. In der Akteursgruppe „Öffentl./private Versorgung“ sind die beiden Leistungsklassen von ähnlicher Bedeutung mit einem leichten Übergewicht (mengenmäßig 60 %) der KWK-Anlagen <1MW. In der Industrie sind alle drei Leistungsklassen vertreten, mengenmäßig dominiert derzeit die Klasse >10 MW mit 70 % der Stromerzeugung, gefolgt von Anlagen <1 MW mit 20 %. Hier verschiebt sich das Gewicht zukünftig zu den kleineren KWK-Anlagen unter 10 MW, die im Jahr 2025 rund 40 % der KWK-Stromerzeugung bereitstellen werden.

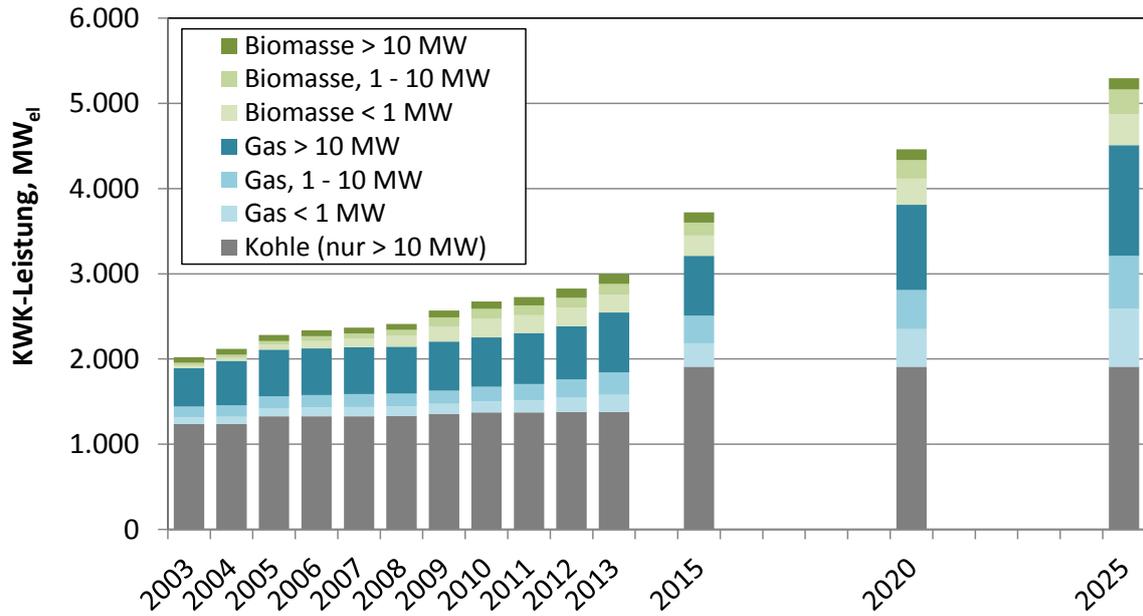


Abbildung 22: Zubau an KWK-Leistung differenziert nach Leistungsklassen und Energieträgern im aktualisierten Ausbaupfad (vgl. Abbildung 13).

5 Hemmnisse

In diesem Kapitel werden, aufbauend auf den in Kapitel 3 analysierten Rahmenbedingungen der KWK sowie den in Kapitel 4 identifizierten Akteurskonstellationen, Hemmnisse erörtert, welche dem Ausbau der KWK im Wege stehen.

Basierend auf Literaturrecherchen, Gesprächen mit betroffenen Akteuren sowie Einschätzungen aus der 1. Begleitkreissitzung werden zunächst Hemmnisse auf unterschiedlichen Einflussebenen (EU-Ebene, Bundesebene, Landesebene etc.) identifiziert. Um quantitative Aussagen darüber zu treffen, welche der in Kapitel 4 herausgearbeiteten Akteurskonstellationen in besonderem Maße Hemmnissen hinsichtlich des möglichen KWK-Ausbaus unterliegen, werden anschließend Befragungsergebnisse von Experten des Begleitkreises vorgestellt. Letztlich werden Ansätze zur Überwindung dieser Hemmnisse herausgearbeitet. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Hemmnissen, auf welche die Landesregierung besondere Einflussmöglichkeiten hat.

5.1 Hemmnisse nach Einflussebenen

Im Folgenden werden Hemmnisse sowohl im Strom- als auch im Wärmebereich untersucht. Darüber hinaus wird analysiert, welche allgemeinen bzw. übergeordneten Gegebenheiten bzw. Bedingungen Investitionen in KWK-Anlagen (und Wärmenetze) hemmen bzw. den Betrieb und die Modernisierung bestehender Anlagen gefährden können. Die Hemmnisse in diesen drei Bereichen können jeweils wirtschaftlicher, rechtlicher bzw. technischer Natur sein oder sich aus Informationsdefiziten oder sonstigen Schwachstellen ergeben.

Die in Abschnitt 5.1.1 identifizierten Hemmnisse, und hier insbesondere jene, die sich aus dem derzeitigen Regularien und gesetzlichen Vorschriften im Strommarkt ergeben, liegen im Einflussbereich von Bund bzw. EU und lassen sich von der Landesregierung allenfalls über Bundesratsinitiativen adressieren. Größere Handlungsspielräume für die Landesregierung ergeben sich für die in Abschnitt 5.1.2 herausgearbeiteten Hemmnisse.

5.1.1 Hemmnisse im Einflussbereich von EU und Bund

Sinkende Erlöse an der Strombörse

Für den wirtschaftlichen Betrieb von KWK-Anlagen der öffentlichen Versorgung sind ausreichende Strompreise an der Strombörse von hoher Relevanz. Dies gilt sowohl für die „traditionelle“ wärmegeführte Fahrweise, bei welcher der Betreiber eine Vergütung basierend auf dem KWK-Index (d.h. durchschnittlicher Preis für Baseload-Strom an der EPEX-Spot im vorangegangenen Quartal) erhält, als auch für die strommarktorientierte Fahrweise, für welche der aktuelle Börsenstrompreis relevant ist. Bei den Börsenstrompreisen ist seit einiger Zeit ein deutlicher Abwärtstrend zu verzeichnen, welches neben den steigenden

Stromnetzeinspeisungen aus erneuerbaren Energien (Merit-Order-Effekt) vor allem auf die niedrigen CO₂-Preise im Rahmen des EU-Emissionshandels zurückzuführen ist: Durch den Preisverfall bei den CO₂-Zertifikaten können treibhausgasintensive Erzeuger wie Braun- und Steinkohlekraftwerke Strom zu niedrigen Grenzkosten erzeugen und entsprechend günstig an der Börse vermarkten. Der klimaschonende Effekt der KWK wird derzeit also an der Strombörse nicht honoriert. Dies beeinträchtigt die Wirtschaftlichkeit von KWK-Anlagen wesentlich, da oft keine ausreichenden Erlöse durch den Verkauf des Stromes mehr erzielt werden können.

Für KWK-Anlagen der Objektversorgung mit ausreichendem Eigenstromanteil konkurriert die Stromerzeugung hingegen mit steigenden Strombezugspreisen. Sinkende Börsenstrompreise stellen demnach für Objekt-KWK kein Hemmnis dar.

Belastungen durch das EEG

Die Novelle des EEG 2014 bringt einige Änderungen mit sich, die zum Teil wesentliche Auswirkungen auf den wirtschaftlichen Betrieb von neuen Anlagen und damit auch den Ausbau der KWK haben werden. Zu benennen ist zum einen die Belastung des Eigenstromverbrauchs mit der EEG-Umlage, welcher die Wirtschaftlichkeit von neuen KWK-Anlagen insbesondere im Bereich der Objektversorgung einschränken wird. Zum anderen werden die Neuregelungen im Bereich der Biomasse den Ausbau neuer Biogas-KWK-Anlagen voraussichtlich im hohen Maße hemmen (vgl. Kapitel 3.1.3).

Mangelnde Planungssicherheit aufgrund veränderlichen Gesetzesumfeldes

Die einschlägigen Gesetze und Richtlinien zur Förderung der KWK und der Wärmenetze (z.B. EEG, KWKG, MAP, siehe Kapitel 3) werden im Abstand von nur wenigen Jahren novelliert und an die jeweils aktuellen und/oder absehbaren energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen angepasst. Da KWK-Anlagen und vor allem Wärmenetze mit teilweise erheblichem zeitlichem Vorlauf geplant werden, müssen die gesetzlichen Rahmenbedingungen, welche zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme vorherrschen werden, vom Investor antizipiert werden. Damit einher geht eine Planungsunsicherheit der Investoren. Ein Beispiel aus jüngster Vergangenheit war die Ankündigung im Entwurf des EEG, den Eigenstromverbrauch künftig mit der EEG-Umlage zu belasten. Da Investoren auf Basis dieser Ankündigung keine belastbaren Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchführen konnten, wurden Projekte häufig zurückgestellt und zunächst eine abwartende Haltung eingenommen. Ähnliche Probleme bestehen bei haushaltsbasierten Förderprogrammen, insb. dem Marktanreizprogramm (MAP), bei welchen aufgrund begrenzter Fördertöpfe keine Sicherheit über eine Förderzusage geboten werden kann.

Stellung des Contractings gegenüber Eigenstromversorgungskonzepten

Während die Eigenversorgung mit in KWK erzeugtem Strom bislang von der EEG-Umlage befreit war, muss diese bei der Belieferung durch Dritte, z.B. Contractoren, zur Gänze abgeführt werden. Zwar wurde dieses Ungleichgewicht im Zuge der EEG-Novelle 2014 durch die anteilige Belastung der Eigenstromerzeugung mit der EEG-Umlage teilweise aufgelöst. Dennoch bleibt das Contracting, mit welchem KWK-Potentiale insbesondere in der Wohnungswirtschaft und in der Industrie erschlossen werden könnten, gegenüber Eigenstromversorgungskonzepten schlechter gestellt.

Begrenzter Förderzeitraum im KWKG

Die Dauer der Förderung von KWK-Anlagen über das KWKG ist zeitlich begrenzt. So werden neue Brennstoffzellen-Anlagen und KWK-Anlagen bis 50 kW wahlweise nur die ersten 10 Betriebsjahre oder die ersten 30.000 Vollbenutzungsanlagen gefördert. Für alle übrigen KWK-Anlagen gilt dieses Wahlrecht nicht; hier wird die Förderung stets für die ersten 30.000 Vollbenutzungsstunden gewährt. Dies stellt sich in der Praxis, insbesondere bei kleineren Anlagen, auf zweierlei Weise als Hemmnis dar: Zum einen habe die zeitliche Begrenzung der Förderung nach Einschätzung von Praktikern zur Folge, dass BHKWs der Objektversorgung häufig kleiner ausgelegt werden, als technisch und energiewirtschaftlich sinnvoll wäre. Denn durch Unterschreitung der 50 kW-Schwelle kommen BHKWs zumindest in den Genuss der zehnjährigen Förderung und somit i.d.R. auch zu höheren kumulierten Vergütungszahlungen. Zum anderen seien die Geräte nach Ablauf der Förderung häufig noch betriebsbereit, die Vermarktung des Stroms muss hingegen selbstständig organisiert werden. Für viele Betreiber stelle dies ein bürokratisches Hemmnis dar, weswegen intakte KWK-Anlagen nach Ablauf der Förderung häufig stillgelegt werden.

Mietrecht

Mit dem zum 1. Mai 2013 in Kraft getretenen Mietrechtsänderungsgesetz [20] haben sich die Rahmenbedingungen für den Austausch alter, ineffizienter Heizungen durch KWK-Anlagen im vermieteten Wohnungsbestand auf zweierlei Weise verschlechtert:

Zum einen regelt § 559 Mietrechtsänderungsgesetz die Umlage der Kosten von Modernisierungsmaßnahmen auf die jährliche Miete. Während die Miete nach § 559 Nr. 1 im Zuge von Maßnahmen zur Einsparung von *Endenergie* gemäß § 555b Nr. 1 um 11 % pro Jahr erhöht werden darf, nimmt dieser Paragraph kein Bezug auf Maßnahmen zur Einsparung von *Primärenergie* nach § 555b Nr. 2. Damit wird die Bedeutung von Primärenergieeinsparungen durch KWK und Fernwärme im Vergleich zu Endenergieeinsparungen schlechter gestellt und nicht als umlagefähige, energetische Modernisierungsmaßnahme honoriert.

Zum anderen wird die Umstellung der Wärmeversorgung auf eine gewerbliche Wärmelieferung (durch Fernwärme oder Contracting) z.B. auf Basis KWK deutlich verschlechtert. Nach § 556c Mietrechtsänderungsgesetz sowie der ergänzenden Wärmelieferverordnung [21] müssen die Kosten der Umstellung auf eine gewerbliche Wärmelieferung nur dann durch die Mieter getragen werden, sofern diese erstens mit einer Effizienzsteigerung einhergeht und zweitens betriebskostenneutral erfolgt. Die erforderlichen Nachweise, insbesondere die der Betriebskostenneutralität, sind aber nach Auffassung der einschlägigen Verbände nicht sachgemäß geregelt. Deswegen werde die gewerbliche Wärmelieferung nicht wie ursprünglich in der Mietrechtsnovelle vorgesehen gefördert, sondern gehemmt [22].

KWK-Objektversorgungen, welche in Eigenregie betrieben werden, sind von der Mietrechtsnovelle i.d.R. nicht betroffen.

5.1.2 Durch die Landesregierung adressierbare Hemmnisse

Nachdem die wichtigsten Hemmnisse auf Bundes- und EU-Ebene geschildert wurden (vgl. Abschnitt 5.1.1), die durch Bundes(rats)initiativen adressiert werden können, werden nachfolgend weitere Hemmnisse angeführt. Diese können von der Landesregierung zumindest mittelbar adressiert werden und bilden die Grundlage für die Ableitung von Landesmaßnahmen.

Komplexität und Informationsdefizite

Bei der KWK werden zwei Sektoren der Energieversorgung mit oftmals voneinander abweichenden Lastprofilen miteinander verknüpft, so dass es sich schon aus technischer Sicht um eine komplexe Materie handelt. Aus wirtschaftlicher Sicht ist KWK nicht weniger komplex, da sowohl Marktpreise für Anlagen, Brennstoffe und Strom als auch staatliche Förderungen und Belastungen in die gesamtwirtschaftliche Betrachtung einbezogen werden müssen. Auch erweisen sich die rechtlichen Einsatzbedingungen (insbesondere in der Wohnungswirtschaft) sowie das Regelungsumfeld der Stromvermarktung als kompliziert und stellen insbesondere für private Nutzer oftmals eine Überforderung dar. Nicht zuletzt ist die Technologie in der breiten Öffentlichkeit, insbesondere in den wichtigen Kundengruppen GHD und private Haushalte, noch zu wenig bekannt [23]. In dieser komplexen Gesamtsituation kann fehlende Information und Transparenz dem Ausbau der KWK im Wege stehen, da sich die Akteure – insbesondere solche, die sich nicht hauptberuflich mit KWK befassen – ohne eine geeignete Hilfestellung nicht zurechtfinden. Neben der Information und Transparenz für einen breiten Kreis beteiligter Akteure bedarf es des Spezialwissens, so dass sich auch ein Mangel an Akteuren mit ausreichendem Detailwissen negativ auswirkt.

Hoher Verwaltungsaufwand und Bürokratie

Naturgemäß wird die KWK als komplexe Technologie, welche Strom- und Wärmemarkt miteinander verbindet, von besonders vielen gesetzlichen Vorschriften und Regelungen berührt. Entsprechend hoch ist der Verwaltungsaufwand, der mit der Planung, dem Bau und dem Betrieb einer KWK-Anlage einhergeht. Die Aufgaben eines KWK-Betreibers betreffen u.a. Stromvermarktungsmodalitäten, die Nachweiserbringung, die Energiesteuerrückerstattung, Netzentgelte, sowie einkommens- und umsatzsteuerliche Fragen. Ähnlich aufwändig gestaltet sich das Antragsverfahren auf Förderung, vor allem über das KWKG. Solche bürokratischen Hürden können sich, insbesondere für private oder kommunale Nutzer, mitunter als sehr hemmend auswirken.

Fehlende kommunale Wärmeplanung

Mit der Kenntnis und der koordinierten Verknüpfung von Wärmequellen und -senken können günstige Voraussetzungen für KWK-Anlagen, vor allem in netzgebundener Form, geschaffen werden. Die kommunalen Körperschaften (Landkreise, Kommunen) sind in besonderer Weise in der Lage, eine derartige Wärmeplanung zu betreiben, da sie die örtlichen Gegebenheiten kennen und generell über die Autorität zur gemeinschaftlichen Daseinsvorsorge verfügen (vgl. Kapitel 6.2.3). Darunter kann im Sinne eines effektiven Klimaschutzes auch die Vorsorge für eine klimaverträgliche und ressourcenschonende Wärmeversorgung fallen. Meist hat die Erstellung solcher Wärmepläne derzeit aber eine geringe kommunale Priorität. Fehlende Wärmepläne auf kommunaler Ebene können daher als ein Mangel angesehen werden, der der Entwicklung der KWK im Wege steht.

Sonstige wirtschaftliche Risiken

Neben den Gesetzesvorgaben (Eigenstrombelastung) und den Entwicklungen im Strommarkt (sinkende Börsenstrompreise) gibt es eine Reihe weiterer Faktoren wirtschaftlicher Natur, die die Realisierungschancen von KWK hemmen. Dazu gehören die Investitionskosten, welche wesentlich höher sind als die Kosten reiner Wärmeherzeugungsanlagen. Diese führen zu einer hohen Kapitalbindung und langen Abschreibungszeiten. KWK, insbesondere in Verbindung mit Nah- und Fernwärme, steht zudem in einer Konkurrenzsituation zur energetischen Gebäudesanierung, sofern Chancen zur Nachverdichtung des Wärmenetzes und des Netzausbaus nicht genutzt werden können. Da es kaum Aktivitäten vor allem auf kommunaler Ebene gibt, welche die energetische Gebäudesanierung einerseits und den Ausbau einer effizienten Wärmeversorgung andererseits koordiniert (i.e. kommunale Wärmeplanung, s.o.), fehlt es den Investoren an nötiger Planungssicherheit. Für potentielle Kunden einer netzgebundenen Wärmeversorgung sind die Wärmepreise für oder gegen die Entscheidung eines Anschlusses an das Wärmenetz häufig ausschlaggebend. Ein Hemmnis besteht hierbei darin, dass viele Bauherren und Gebäudebesitzer die Wärmepreise nicht richtig einschätzen können, da diese oftmals mit Preisen von Erdgas oder Erdöl verglichen werden (und damit weder die kapitalgebundenen

Kosten, die im reinen Brennstoffpreis nicht enthalten sind, noch die Effizienz der Wärmeerzeugung berücksichtigt werden).

Akzeptanz

Eine wichtige Randbedingung beim Ausbau der KWK ist deren Akzeptanz bei der Bevölkerung. Da kostengünstige und effiziente Nah- und Fernwärmeversorgungen nur mit hohen Anschlussgraden erreichbar sind, ist Akzeptanz in diesem Anwendungsgebiet der KWK besonders wichtig. Diese Randbedingung ist aber in der Praxis häufig nicht gegeben. Hausbesitzer fürchten z.B. die Abhängigkeit vom Nah- bzw. Fernwärmeversorger und entscheiden sich daher oft für eine individuelle Wärmeversorgung. Solch isolierte Entscheidungen sind aber, sofern sie nicht durch entsprechende Regelungen tangiert werden (z.B. durch Anschluss- und Benutzungsgebote), für die Realisierungschancen einer Nahwärmeversorgung äußerst schädlich.

Akzeptanzprobleme bestehen aber auch in der privaten Wohnungswirtschaft, wo die Interessen mehrerer Betroffener sowohl im Bereich der Wohneigentumsgemeinschaften als auch der Wohnungsbaugesellschaften berücksichtigt werden müssen. Dasselbe gilt für KWK-Anlagen bei privat vermieteten Wohngebäuden.

Mangel an geeigneten Akteuren

Es kann als wesentliches Ergebnis der 1. Begleitkreissitzung gelten, dass es der richtigen Akteure bedarf, um eine effiziente und nachhaltige Wärmeversorgung, in der die KWK ein wesentliches Element darstellt, sinnvoll zu planen und umzusetzen. Insbesondere sind es die Kommunen, deren Befugnisse sie in die Lage versetzen, als übergeordneter Akteur zu fungieren und eine koordinierte Wärmeplanung zu erstellen. Freilich muss mit den Befugnissen unbedingt die Kompetenz einhergehen, da KWK-Anlagen weitaus komplexer sind als Einzelheizungen. Für Verbundsysteme, die außer einer KWK-Anlage noch ein Wärmenetz sowie einen Speicher, und ggf. noch ein Solarkollektorfeld und Wärmepumpen enthalten, gilt dies erst recht. Die notwendige Kompetenz wird vor allem bei den Stadtwerken gesehen, so dass Kommunen ohne Stadtwerke vor großen Hindernissen stehen.

5.2 Ergebnisse der Expertenbefragung

Um die Schwierigkeiten zu identifizieren, die der KWK in den unterschiedlichen Akteurskonstellationen in besonderem Maße im Wege stehen, wurden die Teilnehmer der 1. Begleitkreissitzung nach deren Einschätzung diverser Hemmnisse befragt. Dazu wurde den Experten im Vorfeld der 1. Begleitkreissitzung ein Fragebogen zukommen gelassen, der ihnen die Möglichkeit gab, die Relevanz vorab recherchierter (siehe Abschnitt 5.1) und seitens der Teilnehmer ergänzter Hemmnisse auf einer Skala von 0 (nicht relevant) bis 5 (sehr relevant) zu bewerten (vgl. [24]).

Die Hemmnisse wurden nach den Themenfeldern

- Energiepolitische und -rechtliche Rahmenbedingungen
- Wirtschaftlichkeitsaspekte
- Komplexität
- Rechtliche Hemmnisse
- Sonstige Hemmnisse

und nach folgenden Anwendungsgebieten differenziert:

- Objektversorgung (Private Wohnungswirtschaft)
- Objektversorgung/ Inselnetze (Öffentliche Liegenschaften)
- KWK in Industrie und Gewerbe
- KWK in Verbindung mit Nah- und Fernwärme

Der detaillierte Fragebogen befindet sich in Anhang 2.

Von 25 versendeten Fragebögen konnten von den Autoren des KWK-Landeskonzeptes 11 ausgefüllte Fragebögen unterschiedlicher Akteure ausgewertet werden. Die Ergebnisse der Expertenbefragung sind im Folgenden differenziert nach Themenfeldern zusammengefasst.

5.2.1 Energiepolitische und -rechtliche Rahmenbedingungen

Aufgrund der sich ändernden Gesetzeslage existiert eine allgemeine **Planungsunsicherheit**. Diese wird von den Experten mit einer mittleren Bewertung über alle Anwendungsgebiete von 4,1 insgesamt als größtes Hemmnis hervorgehoben. Im Bereich der Industrie liegt die Bewertung sogar im Durchschnitt bei 4,6. In diesem Zusammenhang wird von einem Vertreter der Industrie die Revisionsklausel zum Eigenstromthema im Entwurf¹¹ zum EEG besonders hervorgehoben. In Industrie und Gewerbe werde daher ein Großteil der geplanten Projekte gestoppt, da keine belastbaren Wirtschaftlichkeitsrechnungen aufgestellt werden können.

Die Absicht der Bundesregierung, im Zusammenhang mit der Novelle des EEG auch die **Eigenstromerzeugung** mit der EEG-Umlage zu belasten, wird als sehr großes Hemmnis benannt. Die Bewertung liegt hier im Mittel über alle Anwendungsgebiete bei 3,8 Punkten. Für Industrie und Gewerbe ist dieses Problem nach Einschätzung der Experten besonders relevant (4,5 Punkte). Die KWK-Betreiber aus diesen Bereichen betonen, dass für Neuanlagen weiterhin eine Befreiung von der EEG-Umlage notwendig sei, da die Belastung mit (einem Teil) der EEG-Umlage weitere Investitionen verhindern werde. Aus der Belastung mit der EEG-Umlage folgen deutlich erhöhte Amortisationszeiten, so dass viele Projekte gestrichen werden.

¹¹ Zum Zeitpunkt der 1. Begleitkreissitzung war das EEG 2014 noch nicht verabschiedet.

Die **Begrenzung der Förderung auf 10 Jahre bzw. 30.000 Betriebsstunden** wirkt sich vor allem auf KWK-Anlagen mit höherer Leistung aus, d.h. vor allem solche in Industrie und Gewerbe sowie mit Anbindung an ein Nahwärmenetz. Diese werden gegenüber kleinen KWK-Anlagen gleich in zweifacher Hinsicht benachteiligt. Zum einen sind die KWK-Zuschläge für größere Anlagen (über 50 kW) geringer, zum anderen ändert sich der Förderzeitraum oberhalb dieser Leistungsgrenze: Statt 10 Jahren werden nur 30.000 Betriebsstunden vergütet, wodurch sich der Förderzeitraum z.T. drastisch verkürzt, vor allem bei hohen jährlichen Betriebsstunden. Einige Teilnehmer des Begleitkreises betonen, dass ohne Anpassung der KWK-Förderung kein KWK-Zubau mehr erfolgen werde. Die durchschnittliche Bewertung dieses Hemmnisses liegt bei 3,4.

Die **beim Contracting fällige EEG-Umlage** wird ebenfalls als ein Hemmnis identifiziert. Die Experten bewerten dieses Hemmnis mit durchschnittlich 3,2, wobei auch hier das Problem am ehesten bei industriellen Anlagen gesehen wird (3,7).

Einige **Vorgaben im Ordnungsrecht** (z.B. EnEV, EEWärmeG) begünstigen Maßnahmen, die als Alternativen zur KWK und Nah- bzw. Fernwärme gelten können. Generell wird dies als mäßiges Hemmnis (2,9) erachtet, mit jedoch sehr unterschiedlichen Einschätzungen von Seiten des Begleitkreises. Die größte Bedeutung wird dieser Thematik im Bereich der privaten Wohnungswirtschaft beigemessen (3,3), welche auch vom bestehenden Ordnungsrecht vornehmlich adressiert wird.

5.2.2 Wirtschaftlichkeitsaspekte

Generell sehen die Mitglieder des Begleitkreises ein recht hohes Hemmnis in der zu **geringen KWK-Förderung**, welche zu wenige Anreize für die Errichtung einer KWK-Anlage bietet (durchschnittliche Bewertung: 3,3). Diese müsse aber im wirtschaftlichen Gesamtzusammenhang gesehen werden, wobei sämtliche Einflussfaktoren berücksichtigt werden müssen. So kann es notwendig sein, die Belastung durch die EEG-Umlage durch eine höhere Förderung auszugleichen.

Sinkende Erlöse an der Strombörse werden im Anwendungsbereich der Nah- und Fernwärme mit durchschnittlich 3,4 und im Bereich von Industrie und Gewerbe mit im Mittel 3,7 bewertet. Für Objektversorgungen und Inselnetze mit hohem Eigenstromverbrauch ist dieses Hemmnis i.d.R. nicht relevant.

Die **Investitionshürde** sowie die abnehmende Wirtschaftlichkeit im Zuge der **energetischen Gebäudesanierung** werden von den Akteuren mit einer durchschnittlichen Bewertung von 2,9 bzw. 2,5 als mäßig relevant betrachtet.

5.2.3 Komplexität

Aus Sicht eines Vertreters der Industrie wird der bürokratische Aufwand zunehmend größer, ohne dass Vorteile der aufwändigeren Verwaltung erkennbar seien. Dies gelte vor allem für das Regelungsumfeld der Stromvermarktung, Netzentgelte, Steuern und Abga-

ben, wie der Anmerkung eines Befragten zu entnehmen ist. In Bezug auf das KWKG wird die Regelung kritisiert, dass eine Förderzusage erst nach Inbetriebnahme der Anlage erfolgt. Dies laste dem Investor das volle Risiko auf, so dass diese Regelung großes Hemmnis zu betrachten sei. Generell wird der **Verwaltungsaufwand** durchschnittlich mit rund 3,0 bewertet, im Bereich der Objektversorgung (private Wohnungswirtschaft) sogar mit rund 4,0. Im Bereich der Nah- und Fernwärme wird dieses Hemmnis als eher wenig relevant (2,2) eingeschätzt.

Ein etwaiger **Mangel an qualifizierten Fachhandwerkern** (durchschnittliche Bewertung: 2,2) sowie **technische Restriktionen** (1,6) werden von den Befragten weitgehend als irrelevant für den Ausbau der KWK eingestuft.

5.2.4 Rechtliche Hemmnisse

Rechtliche Hemmnisse wirken sehr spezifisch. Das **Wohneigentums- und Mietrecht** wird für die Objektversorgung, hier hauptsächlich für die private Wohnungswirtschaft, als großes Hemmnis (Bewertung: 4,1) hervorgehoben. Das **Kommunalrecht** (in Bezug auf den Kostendeckel für die Schuldenaufnahme bei der Aufstellung des kommunalen Haushalts) wird hingegen als wesentliches Hemmnis für die KWK in öffentlichen Liegenschaften gesehen (Bewertung 3,5). Zwei Teilnehmer der Befragung stellen darüber hinaus das **Steuerrecht** und den damit verbundenen Aufwand und Informationsdefizite als großes Hemmnis heraus. Dieses Hemmnis betreffe die private Objektversorgung in besonderem Maße.

5.2.5 Sonstige Hemmnisse

Informationsdefizite werden generell, außer im Bereich der Industrie und des Gewerbes, als Hemmnis angesehen (durchschnittliche Bewertung: 3,3). Besonders betrifft dies die (potentiellen) Betreiber kleiner KWK-Anlagen, d.h. Objektversorgung (3,8), da die Beschäftigung mit der komplexen Materie für sie einen vergleichsweise hohen Zeitaufwand darstellt.

Akzeptanzprobleme werden von den Befragten in allen Anwendungsbereichen als wenig relevant eingestuft (2,2).

5.2.6 Zusammenfassung

Gemäß der Bewertung durch die befragten Experten werden die derzeitigen energiepolitischen und -rechtlichen Rahmenbedingungen als größtes Hemmnis bezüglich des KWK-Ausbaus angesehen. Hierbei erweisen sich speziell die mangelnde Planungssicherheit wegen der veränderlichen Gesetzeslage, die Belastungen von Neuanlagen durch das EEG sowie die Begrenzung der Förderdauer im KWKG als besonders hemmend in Bezug auf KWK. Als zweitgrößte Bremser kristallisieren sich die als zu gering eingestufte KWK-Förderung sowie Informationsdefizite als hemmend in Bezug auf KWK heraus. Die

Relevanz der einzelnen Hemmnisse weicht aber in den unterschiedlichen Anwendungsgebieten zuweilen stark voneinander ab.

Tabelle 18 zeigt als Ergebnis der Befragung die jeweils fünf größten Hemmnisse in den unterschiedlichen Anwendungsbereichen. Da die Bewertungen durch die einzelnen Teilnehmer mitunter sehr unterschiedlich ausfielen, wird in Tabelle 18 neben der durchschnittlichen Bewertung auch die jeweilige Standardabweichung angegeben.

Tabelle 18: Übersicht über die jeweils fünf größten Hemmnisse in unterschiedlichen KWK-Anwendungsfällen nach Einschätzung der Experten (n=11).

Top 5 Hemmnisse beim KWK-Ausbau nach Einschätzung der Experten		Mittlere Bewertung	Standardabweichung
Objektversorgung (Private Wohnungswirtschaft)			
1.	Wohneigentums-/Mietrecht	4,10	1,0
3.	Geplante Belastungen durch das EEG	4,00	0,9
3.	Verwaltungsaufwand, Bürokratie bzgl. Förderung (insb. KWKG)	4,00	0,9
5.	Anreizwirkung der Förderung zu gering	3,80	1,2
5.	Informationsdefizite	3,80	1,0
Objektversorgung/ Inselnetze (Öffentliche Liegenschaften)			
1.	Mangelnde Planungssicherheit wegen sich ändernder Gesetzeslage	3,90	1,4
2.	Informationsdefizite	3,70	1,0
3.	Geplante Belastungen durch das EEG	3,50	1,0
3.	Kommunalrecht (kommunale Schuldendeckel)	3,50	1,3
5.	EEG-Umlage für Contractoren	3,40	1,3
KWK in Industrie und Gewerbe			
1.	Mangelnde Planungssicherheit wegen sich ändernder Gesetzeslage	4,64	0,6
2.	Geplante Belastungen durch das EEG	4,55	1,0
3.	Begrenzung der Förderung durch KWKG auf 10 a bzw. 30.000 h	3,73	1,3
4.	Sinkende Erlöse an Strombörse/ abnehmender KWK-Index	3,70	0,8
5.	EEG-Umlage für Contractoren	3,67	1,2
KWK in Verbindung mit Nah- und Fernwärme			
1.	Mangelnde Planungssicherheit wegen sich ändernder Gesetzeslage	4,00	1,2
2.	Begrenzung der Förderung durch KWKG auf 10 a bzw. 30.000 h	3,70	1,6
3.	Sinkende Erlöse an Strombörse/ abnehmender KWK-Index	3,44	1,2
4.	Geplante Belastungen durch das EEG	3,10	1,8
5.	Informationsdefizite	3,00	1,2

5.3 Ansätze zur Überwindung der Hemmnisse

5.3.1 Bundesratsinitiativen

Die Befragung der Experten des Begleitkreises hat ergeben, dass die größten Hemmnisse im Bereich der KWK in einem Bereich liegen, welcher durch die Landesregierung nur begrenzt beeinflussbar ist. Dennoch sollte die Landesregierung im Bundesrat gute Argu-

mente einbringen, um diese übergeordneten Rahmenbedingungen zu verbessern, da Ansätze auf Landesebene alleine die Zielerreichung nicht sicherstellen können.

Eine entscheidende Rolle nimmt dabei die geplante **Novelle des KWKG** ein, da mit einer adäquaten Änderung der dort gesetzlich verankerten Regelungen wesentliche Hemmnisse des KWK-Ausbaus adressiert werden können. Dazu ist grundsätzlich eine rasche Novellierung des KWKG notwendig, damit die fehlende Planungssicherheit wiederhergestellt wird. Dabei ist die Rechtssicherheit zu wahren, damit Investitionen, die unter vorangehenden gesetzlichen Regelungen getätigt wurden, nicht im Nachhinein schlechter gestellt werden. Um einen wirtschaftlichen Betrieb der KWK zu sichern und auch um regulatorische Hemmnisse aus dem Weg zu räumen, sollte sich die Landesregierung für folgende Änderungen im Rahmen des Novellierungsprozesses einsetzen:

- Kompensation der Eigenstrombelastung (insb. Objekt-KWK) und der sinkenden Börsenstrompreise (insb. öffentliche Versorgung) über höhere Zuschläge
- Honorierung der Flexibilität durch eine leistungsorientierte Vergütungskomponente
- Vereinfachung des Regelwerkes der Förderung und deren Abwicklung
- Modifikation der Regelungen zur maximalen Förderdauer

Für KWK-Anlagen außerhalb der Objektversorgung, die am Strommarkt agieren, stellt das geringe Preisniveau der CO₂-Zertifikate ein Problem dar. Das geringe Preisniveau führt dazu, dass KWK-Anlagen ihre Effizienzvorteile gegenüber der ungekoppelten Stromerzeugung nicht ausspielen können. Ein **funktionierender Emissionshandel** ist also eine Voraussetzung dafür, dass die KWK sich in der Merit-Order vor ineffizienteren Kraftwerken einordnet.

Wegweisend für die Förderung der KWK in Bund und Ländern ist auch die **Umsetzung der EU-Energieeffizienz-Richtlinie in deutsches Recht** (vgl. Abschnitt 3.1.1). Die Richtlinie fordert u.a. von den Mitgliedsstaaten, Kosten-Nutzen-Analysen auf Basis einer Wärmeplanung durchzuführen, mit welcher die ressourcen- und kosteneffizientesten Lösungen zur Deckung des Wärmebedarfs ermittelt werden können. Bei der Umsetzung der Richtlinie in nationales Recht ergeben sich für den Bund einige Gestaltungsspielräume. Diese sollte der Bund nutzen, um entscheidende Impulse für den zielkonformen Ausbau der KWK zu liefern. Hierzu gehören vor allem konkrete Vorgaben und Mindestanforderungen an eine kommunale oder regionale Wärmeplanung, welche diesen Wirksamkeit und Verbindlichkeit verleiht (vgl. Abschnitt 6.2.3). Hierfür sollte sich die Landesregierung auf Bundesebene einsetzen.

5.3.2 Ansätze auf Landesebene bzw. regionaler Ebene

Der Ausbau von KWK und Wärmenetzen muss im Einvernehmen mit den Bürgern erfolgen. Wesentliche Erfolgsfaktoren sind daher **Information und Transparenz**, die z.B. durch die Einrichtung von Austauschplattformen erreicht werden können. Auf diese Weise kann die Akzeptanz erreicht werden, die für das Gelingen einer effizienten Wärmever-

sorgung wesentlich ist. Austauschplattformen können nach dem Vorbild Nordrhein-Westfalens¹² eingerichtet werden.

Nach aktueller Rechtslage bestehen mitunter ein großer Verwaltungsaufwand und oftmals auch Informationsdefizite bei Planung, Anmeldung, Förderung und Betrieb von KWK-Anlagen – vor allem in der Wohnungswirtschaft. In dieser komplexen Situation könnten gut ausgebildete und erfahrene **KWK-Lotsen** helfen, wie sie in Hannover schon realisiert wurden. Im selben Zusammenhang kann es auch sinnvoll sein, die **Fernwärmegesellschaft Baden-Württemberg (fbw) für Wohnungsbaugesellschaften zu öffnen**, da diese über die notwendige Kompetenz verfügt und die Wohnungsbaugesellschaften objektiv beraten kann.

Um die KWK auf kommunaler Ebene zu fördern, können kommunale Körperschaften – z.B. die Landkreise – verpflichtet werden, **KWK-Musterenergiekonzepte** zu erstellen, so dass die effiziente Strom- und Wärmeerzeugung einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich wird.

Ein koordinierter und effizienter Ausbau von KWK und Wärmenetzen, welcher in Abstimmung mit der energetischen Gebäudesanierung erfolgt, kann oftmals erst auf Grundlage einer **kommunalen Wärmeplanung** realisiert werden. Das Land kann die Kommunen hierbei mit geeigneten Planungsinstrumenten unterstützen.

Wie im vorangehenden Unterkapitel erläutert, stehen **Kommunen ohne Stadtwerke** vor großen Hindernissen beim Ausbau der KWK. Daher ist es wichtig, dass das Land diese Kommunen unterstützt, beispielsweise durch den Aufbau personeller Kompetenz oder durch speziell auf diese Kommunen ausgerichtete Förderprogramme.

Um das notwendige **Wissen** bei den zentralen Akteuren zu erhöhen, kann das Land Bildungsangebote einrichten, die sich an Handwerker, Planer und (potentielle) Betreiber richten. Insbesondere für die Verantwortlichen in den Kommunen und Stadtwerken können spezielle Angebote eingerichtet werden, die es ihnen ermöglichen, ihre planende und koordinierende Tätigkeit auszuüben.

¹² Siehe <http://www.kwk-fuer-nrw.de/>

6 Die Rolle der KWK im zukünftigen Strom- und Wärmemarkt

Wie bereits im Kapitel Akteure (vgl. Kapitel 4.1) eingehend beschrieben werden KWK-Anlagen in zahlreichen technischen Spezifikationen von einer großen Zahl von Akteuren eingesetzt. Je nach Anwendungsbereich werden unterschiedliche Betriebskonzepte verfolgt und unterschiedliche Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit der Projekte gestellt. Den Rahmen für den heutigen und zukünftigen Beitrag der KWK im Energiesystem bilden der Strom- und Wärmemarkt.

Im Hinblick auf die zunehmende Stromerzeugung aus fluktuierenden erneuerbaren Energien sind bereits heute und verstärkt in den kommenden Jahren Auswirkungen auf die Betriebsweise von KWK-Anlagen zu verzeichnen. Zusätzlich stellt bereits heute die wärmeseitige Integration von KWK-Anlagen oft eine große Herausforderung dar, insbesondere wenn diese außerhalb der Objektversorgung mit netzgebundener Wärmeverteilung erfolgt. Vor diesem Hintergrund wird im vorliegenden Kapitel analysiert, wie sich die Rolle der KWK im heutigen Strom- und Wärmemarkt darstellt. Anschließend wird auf Basis der in den kommenden Jahren absehbaren Anforderungen die Rolle der KWK im zukünftigen Strom- bzw. Wärmemarkt analysiert.

6.1 KWK im Strommarkt

Die Strom- und Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung ist ein wichtiger Baustein zur Umsetzung der im Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg verankerten Treibhausgas-minderungsziele. Neben der erforderlichen Minderung des Stromverbrauchs muss parallel die Bereitstellungsstruktur im Stromsektor in den kommenden Jahrzehnten transformiert werden (Abbildung 23). Die wesentlichen Leitplanken bilden dabei der Kernenergieausstieg bis 2022 und der fortschreitende Ausbau der fluktuierenden Erzeugung aus erneuerbaren Energien.

Neben ihren Vorteilen hinsichtlich der Effizienz und der Einsatzflexibilität der Energiebereitstellung kommt der KWK eine wichtige Rolle im Hinblick auf die Vorhaltung von **Kraftwerkskapazitäten** im Land zu. Die Außerbetriebnahme des Kernkraftwerks Philippsburg 2 sowie des Kernkraftwerks Neckarwestheim II führen zu einem Wegfall an Erzeugungsleistung bis zum Jahr 2022 von rund 2,8 GW. Dies erfordert den Zubau neuer konventioneller Erzeugungsleistung in den kommenden Jahren. Dieser sollte vorzugsweise durch den Bau von KWK-Anlagen erfolgen, so dass mit dem Neubau von KWK-Anlagen auch ein essentieller Beitrag zur **Versorgungssicherheit** in Baden-Württemberg geleistet werden kann.

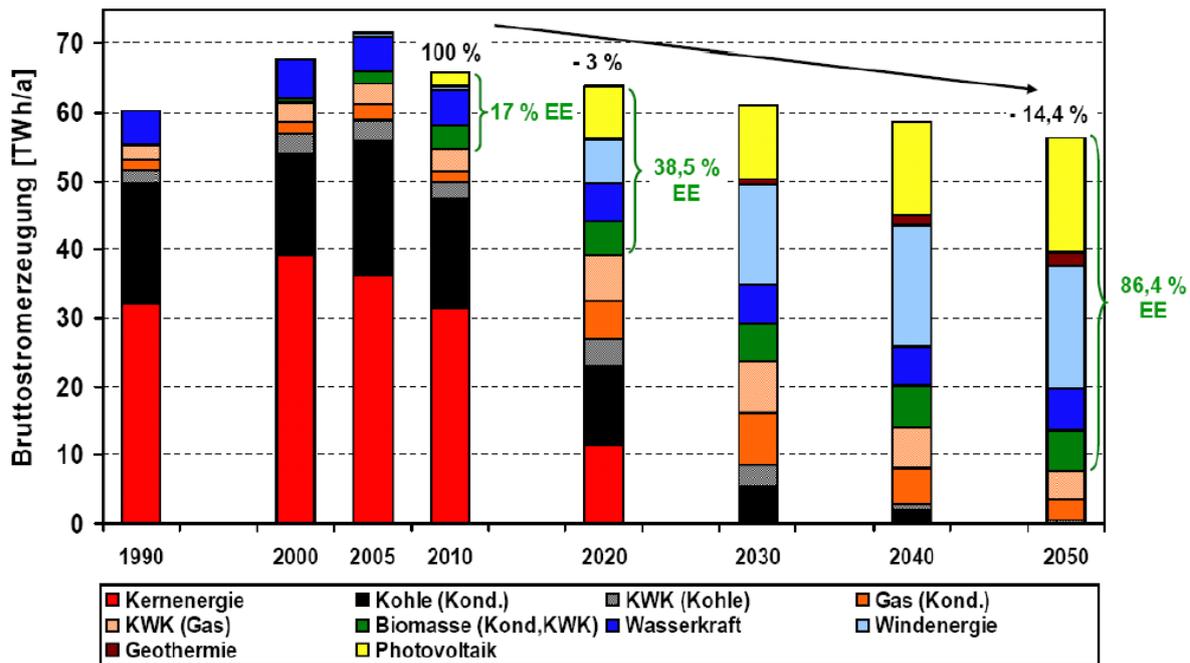


Abbildung 23: Entwicklung der Bruttostromerzeugung im Energieszenario Baden-Württemberg 2050 [2].

Nachfolgend wird zunächst die Rolle der KWK im Stromsektor aus heutiger Sicht beschrieben sowie ihre Rolle im Hinblick auf die Versorgungssicherheit analysiert. Vor dem Hintergrund des künftig weiter wachsenden Anteils fluktuierender erneuerbarer Stromerzeugung und des daraus ableitbaren Bedarfs an Flexibilisierungsmaßnahmen wird auch die zukünftige Rolle der KWK im Stromsektor analysiert.

6.1.1 Rolle der KWK heute

Die Betriebsstrategien von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen im heutigen Stromversorgungssystem hängen im Wesentlichen vom Betreiber, von der Technologie und Größe der Anlage sowie vom eingesetzten Brennstoff ab [19], vgl. auch Kapitel 4.1. So werden große Heizkraftwerke, welche der öffentlichen Strom- und (Fern-)Wärmeversorgung dienen, meist strommarktorientiert¹³ betrieben, sofern dies im Einklang mit der Deckung der Wärmenachfrage wirtschaftlich darstellbar ist. Dies ist vor allem bei großen Anlagen mit Entnahmekondensationsturbinen der Fall, da bei diesen Anlagen das Verhältnis von Strom- und Wärmeerzeugung in einem gewissen Rahmen variabel einstellbar ist. Wird Wärme in Phasen äußerst niedriger Strompreise gebraucht, in denen der KWK-Betrieb nicht mehr wirtschaftlich darstellbar ist, wird die Wärmenachfrage alternativ über den vorhandenen Spitzenlastkessel gedeckt.

¹³ Strommarktorientiert bedeutet, dass bei geringer Stromnachfrage und einem resultierenden niedrigen Börsenstrompreis die Stromerzeugung soweit gedrosselt wird, wie der vorhandene Wärmebedarf es zulässt. Bei hohen Börsenstrompreisen wird die Stromerzeugung auf das Maximum erhöht, überschüssige Wärme wird dann in der Regel keiner Nutzung zugeführt.

In den Bereichen Nahwärme- und Inselnetze werden dagegen vorrangig KWK-Anlagen mit festem Strom-/Wärme-Verhältnis, wie Blockheizkraftwerke eingesetzt. Diese werden in der Regel wärme- oder strombedarfsorientiert und somit unabhängig vom Strompreinsniveau betrieben [25]. Der Einsatz von zusätzlichen Wärmespeichern ermöglicht auch in diesen Systemen eine Entkopplung der Wärme- und Strombedarfsdeckung und somit eine stärkere Flexibilisierung des Betriebs. Diese Flexibilität wird heute generell zur betriebswirtschaftlichen Optimierung der KWK-Anlagen genutzt. Die durch diese Flexibilität entstehenden positiven Effekte für die Stabilität des Gesamtsystems werden momentan nur dann monetär honoriert, wenn das Kraftwerk parallel am Regelenergiemarkt agiert. Die Bereitstellung von Regelenergie wird üblicherweise von großen am Strommarkt agierenden Kraftwerken übernommen, die die erforderlichen Präqualifikationsanforderungen problemlos erfüllen. Im Bereich der BHKWs ist dies heute unter den gegebenen Randbedingungen allenfalls als virtueller Kraftwerksverbund möglich. Die Optionen von dezentraler BHKWs, Systemdienstleistungen anzubieten, werden in Kapitel 6.1.5 vertieft.

Industrielle KWK-Anlagen richten ihren Betrieb am Wärme- und/oder Strombedarf des jeweiligen Prozesses aus. Ihr Einsatz zielt hauptsächlich auf die Optimierung der Eigenbedarfsdeckung ab [19]. Die an die jeweilige Anlage gestellten Flexibilitätsanforderungen ergeben sich jeweils aus dem betriebswirtschaftlichen Optimum für die Deckung des konkreten Energiebedarfs des Produktionsprozesses. Dies beinhaltet sowohl zeitliche als auch mengenorientierte Aspekte und berücksichtigt neben den Strom- und Wärmegestehungskosten auch die vermiedenen Strombezugskosten aus dem Netz einschließlich Netznutzungsentgelt und EEG-Umlage im Falle der Eigenerzeugung sowie die Kosten für eine alternative Prozesswärmeerzeugung im Falle des Strombezugs aus dem Netz. Je nach Spannungsebene und je nachdem, ob die Unternehmen die EEG-Umlage in voller Höhe oder nur anteilig bezahlen müssen, korrelieren die Strombezugskosten in unterschiedlichem Umfang direkt mit den Großhandelspreisen. Da allerdings ein Großteil der industriellen KWK-Strommenge in Unternehmen mit privilegiertem Letztverbrauch erzeugt wird, ist davon auszugehen, dass die Strommarktpreise einen Einfluss auf den Betrieb der Mehrheit der industriellen KWK-Anlagen haben. [11]

Erdgasbetriebene (Mini-)Blockheizkraftwerke zur Versorgung von Einzelobjekten oder Liegenschaften werden entweder wärmebedarfsorientiert betrieben oder, sofern die Möglichkeit des Eigenstromverbrauchs besteht, mit dem Ziel diesen zu optimieren. Da die Strombezugskosten für diese Kundengruppe nicht mit den residuallastabhängigen Schwankungen der Großhandelspreise korreliert, besteht für diese Anlagen aktuell kein wirtschaftlicher Anreiz, den Betrieb strommarktorientiert zu planen. Eine Ausnahme stellen hier lediglich solche Anlagen dar, die von Energieversorgern im Rahmen von Contracting-Modellen betrieben werden, da deren Stromerzeugung mittels einer zentralen Steuerung flexibel am Strommarkt vermarktet wird.

Neue Biogas-BHKW wurden bisher aufgrund früherer EEG-Regelungen in der Vergangenheit auf maximale Stromerzeugung und somit maximale Betriebsstunden pro Jahr ausgelegt. Dieser Trend ist nunmehr jedoch deutlich rückläufig. Die durch Markt- und Flexibilitätsprämie gesetzten Anreize hin zu einer strommarktorientierten Betriebsweise zeigen Wirkung. Die Flexibilisierung von Bestandsanlagen durch zusätzliche BHKW-Leistung ist jedoch erst bei einer installierten Leistung von etwa 500 kW_{el} wirtschaftlich darstellbar, so dass nur größere Anlagen diese Möglichkeit nutzen können [26]. Da die Biogasanlagen in Baden-Württemberg mit einer durchschnittlichen Nennleistung von knapp 350 kW_{el} (2013) im Vergleich mit dem Bundesdurchschnitt von 420 kW_{el} tendenziell eher klein sind [27], kann die bestehende Flexibilitätsprämie in Baden-Württemberg vergleichsweise wenig Impulse geben. Eine ökonomisch sinnvolle Flexibilisierung kleinerer Bestandsanlagen durch Leistungssteigerung könnte durch den Einsatz bereits vorhandener, wirtschaftlich abgeschriebener BHKWs erfolgen. Da jedoch die meisten Biogasanlagen ab dem Jahr 2004 in Betrieb gegangen sind, ist dies eher eine perspektivische Option mit Blick über 2020 hinaus.

6.1.2 Beitrag der KWK zur Versorgungssicherheit

Der **Kernenergieausstieg** sowie das niedrige Preisniveau an der Strombörse und die damit einhergehende angespannte ökonomische Situation vieler Kraftwerksbetreiber werden in den kommenden Jahren zu einer sinkenden Kraftwerksleistung in Baden-Württemberg führen. Auch deutschlandweit ist eine derartige Entwicklung zu erwarten, diese wird sich jedoch erst zeitlich verzögert auswirken. Die Außerbetriebnahme des Kernkraftwerks Philippsburg 2 bis spätestens Ende 2019 sowie des Kernkraftwerks Neckarwestheim II bis Ende 2022 führen dazu, dass in Baden-Württemberg alleine rund 2,8 GW Erzeugungsleistung bis zum Jahr 2022 vom Netz gehen. Zusätzlich unterbindet das geringe **Preisniveau an der Strombörse** jeglichen ökonomischen Anreiz zum Bau neuer Kraftwerke auf Basis fossiler Brennstoffe. Das niedrige Preisniveau stellt dabei gerade für den Bereich der KWK-Anlagen, der sich über die Erlöse an der Strombörse refinanzieren muss (z.B. Kraftwerke der allgemeinen Versorgung) aktuell ein großes Hemmnis für den weiteren Ausbau aber auch für den Erhalt der Bestandsanlagen dar. In den kommenden Jahren ist zudem damit zu rechnen, dass aufgrund des anhaltend niedrigen Niveaus der Großhandelsstrompreise und der resultierenden unzureichenden Deckungsbeiträge zusätzlich fossil befeuerte Bestandskraftwerke außer Betrieb genommen werden. Sofern die BNetzA sie als systemrelevant einstuft werden sie im Rahmen der bis Ende 2017 befristeten Reservekraftwerksverordnung in die Netzreserve überführt. Im Zuge des Ausbaus der erneuerbaren Energien kommen zwar weitere Kapazitäten in Baden-Württemberg hinzu, diese tragen jedoch nur in geringem Ausmaß zur gesicherten Leistung im Land bei, da der Schwerpunkt des Ausbaus auf den fluktuierend einspeisenden Quellen Windenergie und Photovoltaik liegt.

Eine aktuelle Studie, in der modellbasiert die Entwicklung der in Süddeutschland installierten Kraftwerksleistung untersucht wird [28], kommt zu dem Ergebnis, dass ab dem Jahr 2018 Leistungsdefizite im süddeutschen Raum auftreten können. Auch der oben bereits erwähnten Phase bis Ende 2022 – also der Außerbetriebnahme des letzten baden-württembergischen Kernkraftwerks – wird eine hohe Bedeutung beigemessen und weiterer Handlungsbedarf identifiziert, sowohl für Süddeutschland, Deutschland insgesamt und seine direkten Nachbarn.

Gerade in der Phase 2018 bis 2022, aber auch schon vorher kann die Errichtung von KWK-Anlagen in Baden-Württemberg – neben anderen Maßnahmen zur Ausweitung der Lastausgleichsoptionen wie Lastmanagement und Speichern – zum Ausbau der regelbaren Kraftwerksleistung beitragen. Bei erfolgreicher Umsetzung des KWK-Ausbaupfads ist bis 2022 mit einem Netto-Leistungszuwachs von 1,9 GW (ausgehend vom Jahr 2013) zu rechnen. Damit läge die zum Jahresende 2022 in Baden-Württemberg installierte KWK-Leistung bei insgesamt 4,9 GW. Dies entspräche fast 43 % der heutigen baden-württembergischen Spitzenlast von rd. 11,5 GW. Bis 2025 könnte die gesamte KWK-Leistung weiter bis auf 5,3 GW steigen.

Die weitere Entwicklung des KWK-Zubaus in Baden-Württemberg sollte also nicht nur vor dem Hintergrund der Zielsetzungen zur Energie- und Treibhausgaseinsparung aktiv unterstützt, sondern auch mit Blick auf die Entwicklung der Kraftwerkskapazitäten und damit der System- und Versorgungssicherheit voran getrieben werden.

6.1.3 Rolle von Flexibilitätsoptionen bei steigenden EE-Anteilen

Der künftig weiter wachsende Anteil dargebotsabhängiger erneuerbarer Energien wird steigende Anforderungen an die **Flexibilität** des Stromsystems stellen. So wird einerseits ein Ausgleich von **Erzeugungs- und Nachfrageungleichgewichten** infolge der bedarfsunabhängigen, stark fluktuierenden Stromerzeugung aus Wind- und Photovoltaikanlagen erforderlich sein, um die Versorgungssicherheit sowohl über kurze Zeiträume, als auch saisonal zu gewährleisten. Andererseits werden auch die Anforderungen an **Systemdienstleistungen** zur Sicherstellung der Netzstabilität steigen, insbesondere infolge von Prognoseungenauigkeiten bei zunehmender Volatilität von Erzeugern und Verbrauchern. Dabei gewinnen, neben der Bereitstellung von Regelleistung zur **Frequenzhaltung** im Übertragungsnetz, auch die Maßnahmen zur Einhaltung des erlaubten **Spannungsbandes** in den Verteilnetzen immer mehr an Bedeutung.

Ausgleichsenergie und Systemdienstleistungen werden heute überwiegend vom konventionellen Kraftwerkspark und von Pumpspeichern erbracht, perspektivisch steht allerdings eine Vielzahl an unterschiedlichen **Flexibilitätsoptionen** zur Verfügung. Dazu zählen Batteriespeicher, Lastmanagement, ein verstärkter Netzausbau zum überregionalen Stromaustausch sowie die forcierte Verknüpfung von Strom-, Verkehrs- und Wärmesektor mittels Elektromobilität, KWK und der Nutzung von erneuerbaren Stromüberschüssen

zur Wärmeerzeugung (Power-to-Heat) oder der Herstellung und Speicherung chemischer Energieträger (Power-to-Gas)¹⁴ [29]. Diese Maßnahmen können einen Beitrag zur Dämpfung der Residuallast-Gradienten leisten und auf diese Weise Netzbetriebsmittel und Erzeugungsanlagen entlasten sowie die Preisvolatilität infolge hoher fluktuierender EE-Anteile reduzieren. Darüber hinaus dient eine verbesserte Systemintegration der Erneuerbaren dazu, die Abregelung von EE-Anlagen in Zeiten negativer Residuallast zu minimieren und den Einsatz fossiler Brennstoffe zu reduzieren.

Die einzelnen Flexibilitätsoptionen treten zwar grundsätzlich in einen **Kostenwettbewerb** miteinander, dabei gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass jede Technologie unterschiedlichen techno-ökonomischen Randbedingungen unterliegt, und daher für verschiedene Anwendungsfelder unterschiedlich gut geeignet ist. Bei der Bewertung des volkswirtschaftlich optimalen Maßnahmenmix sind daher neben den Kosten auch die jeweiligen spezifischen Anforderungen an zeitlicher und örtlicher Verfügbarkeit, Einsatzdauer, Reaktionszeit und Verlässlichkeit von Bedeutung.

6.1.4 Strommarktorientierte Betriebsweise der KWK

Die Umstellung der Betriebsweise von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen von einer wärme- oder eigenstrombedarfsgeführten auf eine **strommarktorientierte, residuallastangepasste** Betriebsweise kann einen großen Beitrag zur notwendigen Flexibilisierung des Systems leisten, was auch im Begleitkreis bestätigt wurde. Diese Forderung richtet sich in erster Linie an die Anwendungsbereiche Objektversorgung (Einzelgebäude), Inselnetze (Gebäudegruppen) und Nahwärme (Siedlungsquartiere), in welchen Blockheizkraftwerke heute häufig noch strompreisunabhängig zum Einsatz kommen¹⁵. Technisch lassen sich flexible KWK-Systeme durch eine Kombination mehrerer Komponenten realisieren. Das BHKW wird um einen Wärmespeicher, einen Heizkessel und eine Stromheizung (entweder eine Direktheizung oder eine Wärmepumpe) ergänzt. Darüber hinaus ist eine entsprechende Kommunikations- und Regelungstechnik notwendig, die die Übermittlung der Strompreisinformationen bzw. der Steuerungssignale übernimmt. Je nach Leistung der KWK-Anlage ist auch ein Kühlsystem nötig, falls auch ein kurzzeitiger Kondensationsbetrieb, d.h. eine Stromerzeugung ohne Wärmenutzung- bzw. -einspeicherung ermöglicht werden soll.

Die **Quantifizierung** des Flexibilitätsbedarfs der KWK stellt eine komplexe Optimierungsaufgabe dar, die neben der **EE-Durchdringung** von mehreren Faktoren wie der Übertragungsnetzkapazität oder der Verfügbarkeit anderer Flexibilitätsoptionen abhängt, die **teilweise** untereinander **substituierbar** sind. Die Reihenfolge der Umsetzung einzelner

¹⁴ Eine umfassende Gegenüberstellung und Potenzialabschätzung möglicher Flexibilitätsoptionen findet sich in [29].

¹⁵ Abgestellt wird hier auf den Börsenstrompreis. BHKWs werden in der Regel jedoch abhängig vom jeweiligen Strombezugspreisniveau ausgelegt.

Flexibilisierungsmaßnahmen sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite wird im Wettbewerb entschieden. Für einen effektiven Wettbewerb der unterschiedlichen Flexibilitätsoptionen untereinander ist ein konsequenter Abbau von Hemmnissen im Markt- und Regulierungsdesign notwendig, mit dem Ziel, allen Marktteilnehmern einen diskriminierungsfreien Zugang zu einem unverzerrten Preissignal zu ermöglichen [30].

Das grundsätzliche Ziel von Flexibilisierungsmaßnahmen im Bereich der KWK ist es, die Betriebsführung der Anlagen über die **Preissignale** des Strommarktes so zu steuern, dass diese im Zusammenspiel mit der fluktuierenden EE-Einspeisung eine bedarfsgerechte und ressourcenschonende Versorgung gewährleisten. Dabei werden nach heutiger Betriebsweise folgende kritische Situationen unterschieden [vgl. 25]:

Zu Zeiten niedriger Last und hoher EE-Einspeisung sinken die Börsenstrompreise unter die Grenzkostenpreise von KWK-Anlagen. Wärmegeführte, unflexible Anlagen (i.d.R. BHKW) laufen als „**must-run**“ weiter und führen, je nach Netzsituation, zu einer Verdrängung und Abregelung CO₂-freier Stromerzeugung aus EE-Anlagen. Dagegen ergeben sich zu Zeiten hoher Nachfrage und niedriger EE-Einspeisung aufgrund hoher Preise ökonomische Anreize, die KWK-Anlage auch bei niedrigerer oder nicht gegebener Wärmenachfrage zu betreiben. Wird die Anlage im reinen Kondensationsbetrieb gefahren, sinkt der Brennstoffausnutzungsgrad und die CO₂-Emissionen steigen entsprechend an.

Allerdings führen niedrige Preise für Braun- und Steinkohle sowie für CO₂-Emissionsrechte aktuell dazu, dass sich erdgasbetriebene KWK-Anlagen in der Merit-Order hinter Kohlekraftwerken einordnen. Das bedeutet, dass sie im Falle einer strommarktorientierten Flexibilisierung in Zeiten niedriger Strompreise von diesen verdrängt werden. Der entscheidende Hebel, damit erdgasbetriebene KWK-Anlagen ihre Vorteile hinsichtlich Klima- und Ressourceneffizienz gegenüber der getrennten Strom- und Wärmeerzeugung im wirtschaftlichen Wettbewerb ausspielen können, ist der Preis für CO₂-Emissionsrechte. Ist dieser ausreichend hoch, werden die höheren Brennstoffkosten für Erdgas kompensiert und die Erdgas-KWK reiht sich in der Merit-Order zu Lasten der Kohlekraftwerke direkt hinter den erneuerbaren Energien ein. Die Politik sollte aus diesem Grund vor einer weitergehenden Flexibilisierung wärmegeführter KWK auf eine Verknappung der Emissionszertifikate hinwirken, um die Lenkungswirkung des **Emissionshandelssystems** (EU ETS) im Klimaschutz zu reaktivieren. Dies würde die Erlössituation der KWK-Anlagen, die heute und zukünftig am Strommarkt agieren, deutlich verbessern. Ein solcher Wechsel in der Abrufreihenfolge der Kraftwerke lässt sich aktuell in Großbritannien beobachten, wo zum 1. April 2013 CO₂-Mindestpreise eingeführt wurden. Diese gelten in Kombination mit niedrigeren Erdgaspreisen als Hauptursache dafür, dass Steinkohlekraftwerke zunehmend von Gaskraftwerken verdrängt werden [31].

Als weitere Maßnahme zur kurzfristigen Verbesserung der wirtschaftlichen Situation der KWK sollten die **Zuschläge nach KWKG erhöht** und als Impuls für einen residuallastangepassten Betrieb **strommarktorientiert dynamisiert** werden. In Niedrigpreisphasen

würden diese geringer ausfallen als in Hochpreisphasen, wodurch eine hohe Stromproduktion in Zeiten hoher Nachfrage angereizt und die Vorhaltung von entsprechend mehr Leistung honoriert würde. Daneben sollten Investitionen in flexibel verfügbare Leistung über eine jährlich auszuzahlende **Flexibilitätsprämie** ähnlich der für Biogasanlagen im EEG gefördert werden. Damit würden die Anreize zur Maximierung der Vollbenutzungsstunden bei der Anlagenplanung vermindert und gleichzeitig eine größere Auslegung der BHKW-Leistung belohnt werden.

Im strommarktorientierten Betrieb lassen sich durch einen Einsatz von **Wärmespeichern** sowohl die wärmebedarfsinduzierten „must-run“-Zeiten als auch die Energieverluste durch reinen Kondensationsbetrieb reduzieren [32]. Da die Gleichzeitigkeit von Wärme- und Strombedarf in einzelnen Objekten oft nicht sehr ausgeprägt ist, können auch im Fall einer eigenverbrauchsorientierten Betriebsstrategie durch die Entkoppelung von Wärmeerzeugung und -verbrauch die Auslastung der KWK-Anlage auf Kosten der Zusatzheizung erhöht und somit Energieverluste und CO₂-Emissionen gemindert werden. Aus diesem Grund stellt die **Förderung von Wärmespeichern** eine „No-Regret-Maßnahme dar“ und sollte wie bisher durch die Gewährung von Investitionszuschüssen fortgeführt werden.

Zusätzlich zu angebotsseitigen Flexibilisierungsmaßnahmen bestehen auch nachfrageseitig Optionen zur verbesserten Integration fluktuierender EE-Stromerzeugung ins Energiesystem. Dazu gehört, neben einer Vielzahl unterschiedlicher Lastverschiebepotentialen in Industrie, Gewerbe und Haushalten, auch der Einsatz von sogenannten **Power-to-Heat**-Anwendungen (PtH). Bei **negativer Residuallast**, d.h. wenn die (fluktuierende) EE-Einspeisung die Nachfrage übersteigt, können die Energieüberschüsse zur Deckung des Wärmebedarfs eingesetzt und die Notwendigkeit zur Abregelung von EE-Anlagen reduziert werden. Insbesondere bei der Bewirtschaftung von Wärmenetzen und -speichern kann Power-to-Heat eine sinnvolle Ergänzung darstellen. Bereits heute sind am Spotmarkt vermehrt Stunden mit negativen Preisen zu beobachten, obwohl zeitgleich noch beträchtliche fossile Erzeugungskapazitäten in Betrieb sind. Grund hierfür sind Systemdienstleistungen – vor allem die Notwendigkeit zur Blindleistungseinspeisung und der Vorhaltung von Regelleistung – sowie die Berücksichtigung von Anfahrkosten unflexibler Großkraftwerke. Vor diesem Hintergrund gilt es zu berücksichtigen, dass die durch PtH induzierte zusätzliche Nachfrage die Strompreise stabilisieren und somit die finanziellen Anreize für Investitionen in die Flexibilisierung des fossilen Großkraftwerkspark unterminieren würde. Allerdings ist aufgrund der hohen Belastungen des Stromverbrauchs durch Umlagen (EEG-, KWK-, Offshore-Haftungs-, § 19 StromNEV-Umlage), Netzentgelten und Steuern (Stromsteuer, Konzessionsabgabe) die Anwendung von PtH bei leicht negativen Strompreisen derzeit ohnehin nicht attraktiv. Die aktuelle Höhe dieser Strompreisbestandteile bei Fremdbezug ermöglichen einen betriebswirtschaftlich sinnvollen Einsatz von PtH erst ab Börsenpreisen, die unter minus sieben ct/kWh liegen [33].

Situationen, in denen die Erzeugung fluktuierender Erneuerbarer die (inländische) Nachfrage übersteigt, sind derzeit noch nicht zu beobachten [vgl. 25]. Wie zahlreiche Studien belegen, werden temporär auftretende EE-Leistungsüberschüsse erst ab einem jährlichen Erneuerbaren-Anteil von 50 % bis 60 % an der Stromerzeugung, das bedeutet nach 2030, erwartet, Energieüberschüsse in einer relevanten Größenordnung sogar erst ab Anteilen über 80 % [vgl. 34]. Bis zu diesem Zeitpunkt dürften auch andere flexible Stromnachfrager wie die Elektromobilität in größerem Maßstab zu Verfügung stehen und mit PtH-Anwendern konkurrieren.

6.1.5 Systemdienstleistungen von KWK-Anlagen

Neben einer flexiblen, residuallastangepassten Betriebsweise können KWK-Anlagen auch durch die Bereitstellung von **Regelleistung** einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit leisten. Diese wird im Falle einer Gefährdung der Systemstabilität aufgrund von unvorhersehbaren Ereignissen wie Prognosefehlern, Kraftwerks- oder Netzausfällen abgerufen. Dabei wird zwischen Primär-, Sekundär- und Tertiär-Regelenergie (Minutenreserve) unterschieden. Für die Präqualifikation zur Teilnahme an den Regelenergiemärkten müssen jeweils bestimmte technische Anforderungen, wie die Vorhaltung von Mindestleistungen sowie Anfahr- und Mindestlaufzeiten, erfüllt werden. Aktuell werden diese Systemdienstleistungen im Wesentlichen von großen (Heiz-)Kraftwerken erbracht, dies ist jedoch grundsätzlich auch für kleinere, dezentrale KWK-Anlagen möglich, wenn sie sich mittels intelligenter Kommunikations- und Steuerungstechnik zu größeren Leistungseinheiten zusammenschließen. Damit könnte die Notwendigkeit für den „must-run“-Betrieb von fossilen Großkraftwerken zur Vorhaltung gesicherter Regelleistung reduziert werden und somit auch einer der Gründe für Verzerrungen des Preisbildungsmechanismus an der Strombörse mit gelegentlich auftretenden Negativpreisen entschärft werden. Hierbei ist allerdings auch zu beachten, dass ein dezentrales Anbieten von Regelleistung aufgrund der aufwendigeren kommunikativen Einbindung ins System und in der Regel geringerer wärmeseitiger Flexibilität mit deutlich höheren Kosten verbunden sein wird. Laut [35] beliefen sich die Kosten für die Fernsteuerung eines BHKW im Jahr 2011 auf durchschnittlich rund 1.100 € pro Anlage, wobei die Bandbreite der Preise entsprechend der großen Variation des angebotenen Leistungsumfangs von 350 € bis 2.500 € pro Anlage reichte. Die spezifischen Kosten einer Fernsteuerbarkeit pro installiertem kW_{el} sind daher gerade für kleine Anlagen im ein- oder zweistelligen kW - Bereich nicht zu vernachlässigen. Hinzu kommt der typische Skalierungseffekt, wonach kleine BHKW geringere Wirkungsgrade und höhere spezifische Investitionskosten aufweisen.

Grundsätzlich können flexible KWK-Systeme auf unterschiedliche Weise an den Regelenergiemärkten teilnehmen. So kann sowohl positive als auch negative Regelleistung nicht nur über die Fahrweise der KWK-Erzeugungseinheit angeboten werden, sondern auch durch eine flexible Nachfrage der PtH-Elektroheizung. In diesen Fällen steht nicht die Aufnahme großer Energiemengen, wie weiter oben beschrieben, im Vordergrund,

sondern kurzfristige Einsätze zur Netzstabilisierung. Ein Beispiel hierfür stellen die Stadtwerke Tübingen dar, die seit 2013 mittels einer PtH-Anlage negative Sekundärregelenergie mit einer Leistung 5 MW_{el} anbieten [36]. Bundesweit gibt es aktuell 13 Anbieter von Regelenergie mithilfe von PtH-Anlagen mit einer installierten Leistung von insgesamt 385 MW_{el}. Weitere 10 Projekte sind aktuell im Bau oder in Planung [37].

Zusätzlich zur Frequenzhaltung könnten flexible dezentrale KWK-Anlagen auch zur **Spannungshaltung** in Verteilnetzen eingesetzt werden. Laut [38] hat der Anlagenbestand bundesweit in den letzten 20 Jahren von unter 1.000 auf über 50.000 zugenommen. Davon entfallen über 8.000 Anlagen auf Baden-Württemberg (vgl. Anhang 1). Dieser Zubau erfolgte zahlenmäßig überwiegend auf Verteilnetzebene. Aktuell sind auf Bundesebene etwa 32 % der Leistung im Nieder- und Mittelspannungsnetz installiert, aber 99 % der Anlagen, auf Landesebene dürften diese Größenordnungen gleichermaßen zutreffen. Anlagen im Verteilnetz können – eine entsprechende Regelbarkeit vorausgesetzt – einen Beitrag dazu leisten, Spannungsbandverletzungen auszugleichen, die sich aus der lokalen EE-Einspeisung ergeben. So könnten die (Mini-)BHKWs für die Stunden, in denen die Photovoltaik-Einspeisung die lokale Last übersteigt, abgeschaltet werden und auf diese Weise eine Netz- oder Betriebsmittelüberlastung vermeiden. Dazu wäre allerdings eine Steuerung notwendig, die nicht mehr strommarktorientiert arbeitet. In diesem Fall müsste die Steuerung auf Spannungssignale des Netzes reagieren. Dies könnte die Wirtschaftlichkeit des Anlagenbetriebs beeinträchtigen, da die Anforderungen, die sich aus der lokalen Netzsituation ergeben, nicht zwangsläufig mit der deutschlandweiten Nachfragesituation und den daraus resultierenden Preissignalen, korrelieren. Es kann also durchaus sein, dass die KWK-Anlagen zu Zeiten auskömmlicher Strompreise aufgrund eines lokalen Netzengpasses ihre Stromproduktion einstellen und so auf entsprechende Deckungsbeiträge verzichten müssten. Den theoretischen Kosteneinsparungen durch vermiedenen Netzausbau stünden also nicht nur die anlagenspezifischen Kosten für die Flexibilisierung der KWK, sondern auch höhere CO₂-Emissionen entgegen. Grundsätzlich sind alle Optionen zur Integration fluktuierender erneuerbarer Energien ins Verteilnetzsystem hinsichtlich ihrer technischen und ökonomischen Auswirkungen zu analysieren, um den volkswirtschaftlich kostengünstigsten Maßnahmenmix umsetzen zu können.

6.1.6 Zwischenfazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Bedarf an Flexibilität mit dem Anteil dargebotsabhängiger erneuerbarer Energien an der Stromversorgung steigt. Der Ausbau und die Flexibilisierung der KWK sind aus Sicht der System- und Versorgungssicherheit und des Klimaschutzes sinnvoll. Hauptaugenmerk kurzfristiger Maßnahmen sollte die Verbesserung der wirtschaftlichen Situation der KWK sein, um den Erhalt und weiteren Ausbau von Anlagen sicherzustellen. Neben einer Anpassung der KWK-Zuschläge könnte auch die Einführung einer Flexibilitätsprämie als Zuschlag auf flexibel einsetzbare Leis-

tung zielführend sein. Mittelfristig gewinnen die strommarktorientierte Betriebsweise der KWK und die Ausweitung der Systemdienstleistungen für die Integration fluktuierender EE-Einspeisung an Bedeutung. Dabei sollten aus Kosteneffizienzgründen zunächst größere Anlagen in Wärmenetzen, welche heute noch wärmegeführt betrieben werden, nachgerüstet werden. Kleine Anlagen, deren Nachrüstung und Einbindung ins System deutlich komplizierter und kostenintensiver ist, sollten später folgen. Davon unbenommen sollte die Fortführung der Wärmespeicherförderung mittels Investitionszuschüssen sichergestellt werden.

6.2 KWK im Wärmemarkt

Auf den Wärmesektor entfällt etwas mehr als die Hälfte des baden-württembergischen Endenergieverbrauchs [1]. Zudem ist der Wärmesektor für rund 45% der CO₂-Emissionen in Baden-Württemberg verantwortlich. In Hinblick auf Klimaschutz und Ressourcenschonung können dementsprechend große Beiträge aus diesem Bereich erwartet werden.

Die baden-württembergische Landesregierung hat sich daher zum Ziel gesetzt, die Wärmeversorgung bis zum Jahr 2050 klimaneutral zu gestalten [1]. Um dieses Ziel zu erreichen, muss der Wärmesektor jedoch tiefgreifend umgebaut und neu strukturiert werden. Wie dieser Strukturwandel effizient, sicher und nachhaltig gestaltet werden kann, zeigt das „Energieszenario 2050“ [2] (siehe Abbildung 24). Tragende Säule dieses Szenarios ist die Reduktion des Endenergieverbrauchs für die Wärmebereitstellung durch die energetische Sanierung des Gebäudebestandes und weiter ansteigenden Anforderungen an die energetische Qualität von Neubauten. Die **Reduzierung des Wärmebedarfs** muss dabei mit einer **effizienten Restwärmeversorgung** optimal abgestimmt werden. Dazu muss die heute noch durch fossil befeuerte Einzelanlagen dominierte Beheizungsstruktur grundlegend umgestellt werden. KWK auf Erdgasbasis kann hier bereits heute und mittelfristig einen wesentlichen Beitrag zu den Klimaschutzzielen im Wärmemarkt beisteuern. Langfristig verringert sich jedoch der CO₂-Vorteil der KWK aufgrund des steigenden Anteils der erneuerbarer Energien (EE) im Stromsystem. Außerdem wird langfristig (etwa ab dem Jahr 2040) der Beitrag der fossilen KWK zur Wärmeversorgung aufgrund der kontinuierlichen Reduktion des Wärmebedarfs unter das heutige Niveau fallen. Hinzu kommt, dass EE im Wärmemarkt, insb. Biomasse, Solarthermie, Geothermie und Umweltwärme, zunehmend in Konkurrenz mit fossiler KWK auf dem schrumpfenden Wärmemarkt treten. Im Jahr 2050 dominieren im Szenario EE sowie KWK auf Basis EE den Wärmemarkt. Fossile Brennstoffe werden langfristig keine Bedeutung mehr haben.

Der **Wärmesektor** wird durch den Ausbau der KWK und den Einsatz von elektrischen Wärmepumpen **immer stärker mit dem Stromsektor** vernetzt. Für den weiteren Ausbau der KWK-Anlagen sowie der EE im Strom- und Wärmemarkt ist daher eine integrierte Betrachtung der beiden Märkte unbedingt erforderlich.

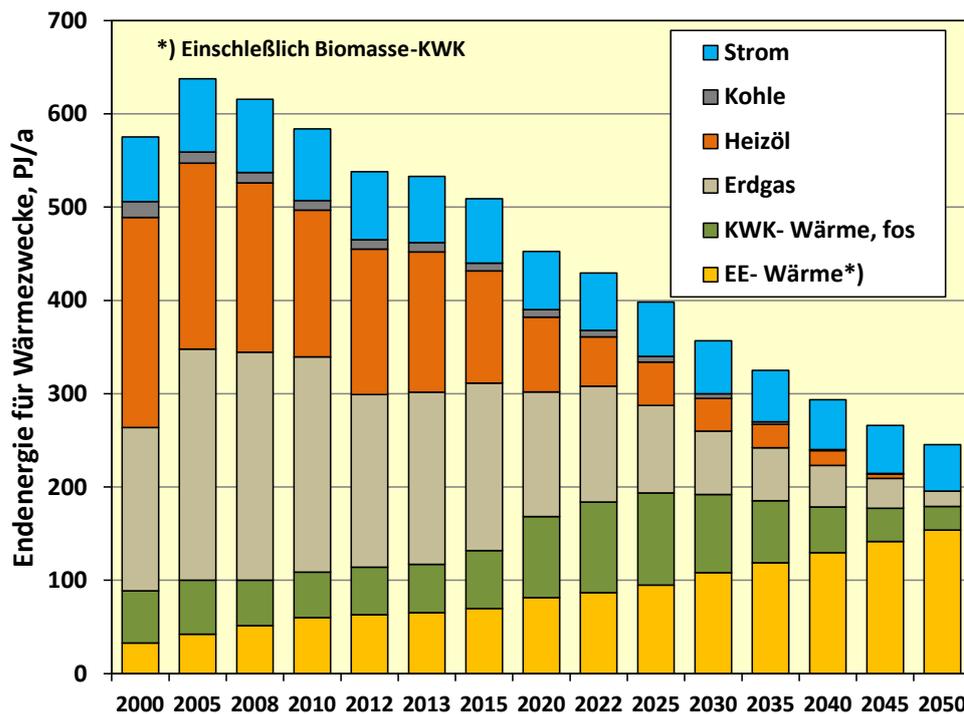


Abbildung 24: Energieszenario Baden-Württemberg 2050 – Endenergieverbrauch für Wärme [39].

Die Entwicklungen im Wärmemarkt, aber auch die verstärkte Marktdiffusion der fluktuierenden EE im Strommarkt stellen dabei in zunehmenden Maße Anforderungen an den Einsatz von KWK-Anlagen. Da KWK nur dann seine klima- und ressourcenschonende Wirkung ausspielen kann, wenn die produzierte Wärme auch genutzt wird, stellt der Rückgang der Wärmenachfrage im Zuge der energetischen Gebäudesanierung eine große Herausforderung dar. Auf der anderen Seite legen die Entwicklungen im Strommarkt nahe, KWK mittelfristig mit Hilfe großer Wärmespeicher zu flexibilisieren, d.h. strommarktorientiert zu betreiben (vgl. Kapitel 6.1). In der Regel bewirkt eine strommarktorientierte Fahrweise eine **geringere Auslastung** der KWK-Anlagen, d.h. eine abnehmende Strom- und Wärmeproduktion. Zur Gewährleistung der Wärmebedarfsdeckung kann es deshalb notwendig sein, strommarktorientierte KWK-Anlagen mit zusätzlichen Wärmeerzeugern auszustatten (beispielsweise Wärmepumpen oder Solarkollektoren). Die Reduktion des Wärmebedarfs auf der einen Seite und der Bedarf an residuallastangepassten Stromerzeugern auf der anderen Seite führen letztlich dazu, dass die (heute vor allem im Winter vorhandene) **Gleichzeitigkeit von Strom- und Wärmebedarf abnehmen** wird. Im Strom- und Wärmemarkt der Zukunft werden daher neuartige Betreiberkonzepte von KWK-Anlagen abverlangt werden.

Im ersten Teil dieses Kapitels wird zunächst die Rolle der Wärmenetze sowohl für den Ausbau der KWK als auch für den langfristigen Strukturwandel hin zu einem vernetzten und von EE dominierten Strom-Wärme-System analysiert (Kapitel 6.2.1). Anschließend wird die Bedeutung der Objekt-KWK und Vorteile dieses KWK-Anwendungsbereichs gegenüber Wärmenetzen herausgestellt (Kapitel 6.2.2) sowie die Rolle der KWK in der In-

dustrie analysiert (Kapitel 6.2.3). Sodann werden kommunale Wärmepläne und Versorgungskonzepte als Lösungsansatz für die Verbreitung effizienter Wärmeversorgungslösungen auf Basis von KWK mittels Wärmenetzen und mittels der Versorgung von Einzelgebäuden thematisiert (Kapitel 6.2.4). Positive Erfahrungen, die in diesem Zusammenhang in den vergangenen 50 Jahren in Dänemark gesammelt wurden, werden dabei aufgegriffen und deren Übertragbarkeit auf Baden-Württemberg überprüft (Kapitel 6.2.5).

6.2.1 Rolle der netzgebundenen KWK-Wärmeversorgung

Der angestrebte, weitere KWK-Ausbau ist Teil des erforderlichen, langfristigen Strukturwandels zu höherer Effizienz und Klimaschutz bei der Wärmebereitstellung und zu mehr Flexibilität hinsichtlich der Einsetzbarkeit unterschiedlicher Energieträger. Mit ihr muss nämlich in vielen Fällen eine **Wärmenetzinfrastruktur** aufgebaut werden, welche im zunehmenden Maße auch von EE und Abwärme aus Industrieprozessen genutzt werden kann.

Ein **umfangreicher Einsatz von EE** lässt sich am zweckmäßigsten in großen Anlagen, welche den Zusammenschluss vieler Wärmeverbraucher über ein Wärmenetz voraussetzen, realisieren. So lässt sich feste Biomasse erst in größeren Anlagen effizient in KWK nutzen. Zudem können in größeren Systemen effektive Abgasreinigungen wirtschaftlich realisiert werden, so dass problematische aber billige Brennstoffe wie Stroh- oder Abfallhölzer eingesetzt werden können. Konventionell versorgte Blockheizkraftwerke erreichen mit zunehmender Leistung **höhere elektrische Wirkungsgrade** als Kleinanlagen. Wärmenetze sind auch dafür geeignet, die derzeitigen Defizite bei der Wärmenutzung aus Biogasanlagen zu beseitigen. Außerdem kann in Nah- und Fernwärmeleitungen Wärme aus großen und kostengünstigen solaren Freiflächenanlagen eingebunden werden, wie es heute bereits in vielen dänischen Orten praktiziert wird (siehe Infobox 2). Im Bereich der Nah- und Fernwärme können zudem große **Wärmespeicher** eingebunden werden, welche perspektivisch eine bezahlbare, saisonale Speicherung solarer Wärme erlauben. Auch bei der Tiefengeothermie sind Wärmenetze meist die Voraussetzung dafür, die großen Wärmemengen, die bei Tiefenbohrungen erschlossen werden, zu nutzen. Darüber hinaus kann prozessbedingte Abwärme aus Industriebetrieben mit Hilfe von Wärmenetzen nutzbar gemacht werden.

Daneben sind Wärmenetze auch für den flächendeckenden Zugang zu erneuerbaren Wärmequellen ein wichtiger Baustein. Speziell in stark verdichteten **urbanen Räumen** können hohe Anteile an EE aufgrund der fehlenden Flächenverfügbarkeit und häufig auch wegen baulicher Restriktionen, z.B. Denkmalschutz, nur durch eine leitungsgebundene Wärmeversorgung erreicht werden.

Nicht zuletzt können Heizzentralen von Wärmenetzen als **hybride (mehervalente) Systeme** ausgeführt werden, wie es in dezentralen Systemen meist nicht wirtschaftlich möglich ist. Außerdem lassen sich Heizzentralen von Wärmenetzen weitaus kostengünstiger

auf neue Brennstoffe und Techniken umrüsten als die Summe der an das Netz angeschlossenen Gebäude. Damit sind Wärmenetze sehr flexibel und können sich den Entwicklung auf den Energiemärkten gut anpassen [vgl. [40], [54], [56] und [61]].

Besonderes Augenmerk muss bei der Konzeption von Wärmenetzen auf die **Entwicklung des Wärmebedarfs** gelegt werden. Abnehmenden Wärmeabsatzdichten im Zuge der Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes kann durch Nachverdichtung entgegengewirkt werden. Zusätzlich können Maßnahmen zur Reduktion der Betriebstemperaturen dazu beitragen, die Wärmeverluste im Netz zu begrenzen. In **Quartierskonzepten** kann – unter Einbindung der beteiligten Akteure vor Ort – geprüft werden, ob sich ein Gebäudequartier für die Errichtung eines Nahwärmenetzes anbietet und wie sich die Sanierungsaktivitäten und die Entwicklung der Anschlussdichte auswirken. Ausgehend von diesen Quartierskonzepten kann in einem zweiten Schritt geprüft werden, ob sich die entstandenen Nahwärmeinseln zu Fernwärmesystemen verknüpfen lassen oder an bestehende Fernwärmenetze anschließen lassen. Quartierskonzepte sind letztlich auch der Einstieg in eine kommunale Wärmeplanung [47].

Eine zukünftige Herausforderung der Energiewende wird darin bestehen, zunehmende Stromnetzeinspeisungen von **fluktuierenden EE in das Energiesystem zu integrieren**. Wie in Kapitel 6.1 dargelegt, kommt auch hier der KWK eine Schlüsselrolle zu, da diese i.d.R. reaktionsschnell sind und damit den zunehmenden Regelungsbedarf im Strommarkt ideal ausgleichen können. KWK sollte deshalb zunehmend mit Hilfe von Speichern flexibilisiert, und strommarktorientiert betrieben werden. Darüber hinaus können solche strommarktorientierten KWK-Systeme um Wärmepumpen oder Elektrokessel ergänzt werden, welche bei hohem Aufkommen von EE im Strommarkt überschüssigen Strom in Wärme umwandeln können. Da sich beim strommarktorientierten Betrieb der KWK auch die Laufzeiten und damit die Wärmeproduktion für die Fernwärmenetzeinspeisung verringert, eröffnen sich auch Perspektiven für ergänzende Wärmeerzeuger auf Basis EE, z.B. Solarthermie. Solch multivalente Fernwärmesysteme sind in Dänemark, wo die Stromnetzeinspeisung aus Windkraftanlagen in den letzten Jahren stark zugenommen hat, bereits weitverbreitete Praxis (siehe Infobox 2). Bei einer derartigen Kopplung von Strom- und Wärmemarkt kommt den Wärmenetzen eine entscheidende Rolle zu, denn hier lassen sich große Energiemengen in **Fernwärmespeichern** im Vergleich zu dezentralen Lösungen kostengünstiger und effizienter speichern.

6.2.2 Rolle der KWK zur Wärmeversorgung von Einzelobjekten

Die Vorteile von gemeinschaftlichen Wärmeversorgungslösungen lassen sich nur nutzen, wenn bestehende Fernwärmenetze konsequent nachverdichtet und gleichzeitig dezentrale Nahwärmenetze in großem Umfang aufgebaut werden. Deren Einführung im Gebäudebestand gestaltet sich aber mitunter als schwierig und zeitaufwändig. Die Herausforderung besteht dabei auf der einen Seite darin, Eigentümer von Bestandsgebäuden, die über eine funktionierende Wärmeversorgung verfügen, zu einem Anschluss an ein Wär-

menetz zu bewegen. Von rechtlichen Instrumenten zur Sicherung der notwendigen Anschlussdichte, wie z.B. einer Anschluss- und Benutzungspflicht, wird in den Kommunen ungerne Gebrauch gemacht (vgl. erste und zweite Begleitkreissitzung). Die Anschlusswilligkeit sowie deren Entwicklung und auf der anderen Seite die Entwicklung des Wärmeabsatzes in Folge der energetischen Gebäudesanierung sind ausschlaggebend dafür, ob sich Wärmenetze überhaupt wirtschaftlich realisieren lassen. Zudem können siedlungsstrukturelle Rahmenbedingungen den Auf- und Ausbau der Wärmenetze hemmen.

Im Gegensatz zu Wärmenetzen sind KWK-Lösungen zur Versorgung von **Einzelobjekten** (z.B. Mehrfamilienhäuser, Hotels, Krankenhäuser, Altenheime, Dienstleistungs- und Gewerbebetriebe) weniger kapitalintensiv und lassen sich i.d.R. **ohne großen baulichen Aufwand** nachrüsten. Sie bieten sich vor allem dort an, wo strukturell und ökonomisch keine sinnvollen Voraussetzungen für Wärmenetze gegeben sind oder wo sich keine geeignete Akteurskonstellation findet, eine netzgebundene Wärmeversorgung in absehbarer Zeit aufzubauen und zu unterhalten. Besonders gute technische Voraussetzungen für den Einsatz von KWK sind im baden-württembergischen **Mehrfamilienhausbestand** gegeben. Angesichts der noch geringen Verbreitung von KWK-Anlagen in Mehrfamilienhäusern [41] und der Tatsache, dass hierauf etwa 20 % des Landesbestandes an Wohngebäuden und gut die Hälfte aller Wohnungen entfallen [42], sind die Potentiale für Mini-KWK-Anlagen in diesem Segment besonders hoch.

Neben dem weiteren Ausbau von Wärmenetzen muss daher als **wesentliches weiteres Standbein** für die angestrebte erhebliche Ausweitung der KWK die systematische Erschließung von Einzelgebäuden hinzukommen. Würde man sich beim Ausbau der KWK allein auf Industriebetriebe sowie Siedlungsquartiere beschränken, in denen Wärmenetze bereits bestehen oder neue Netze sinnvoll sind, würde das KWK-Wachstum nicht in dem Umfang und nicht so rasch erfolgen können, wie es das IEKK vorsieht. Bei der Detailstrukturierung des KWK-Ausbaupfads wurde dies bereits berücksichtigt. Dies kommt auch in der Untergliederung der drei Akteursgruppen in Abbildung 20 (S. 56) zum Ausdruck. Die absolute Menge der KWK-Wärmeerzeugung der KWK-Anlagen $< 1 \text{ MW}_{\text{el}}$ der Gruppe B (Öffentliche/private Versorgung) muss bis 2025 sich **verdreifachen** (vgl. Tabelle 16, S. 57). Die installierte Leistung aller KWK-Anlagen $< 1 \text{ MW}_{\text{el}}$ muss dafür bis 2025 gut $1.000 \text{ MW}_{\text{el}}$ erreichen (2013 rund $400 \text{ MW}_{\text{el}}$), was einer Größenordnung von mehr als 10.000 Anlagen entspricht. Ein großer Teil dieser Anlagen wird der Versorgung von Einzelgebäuden dienen. Ein Teil dieser Einzelversorgungen kann in einem zweiten Ausbauschnitt auch zu einer Erweiterung der KWK-Versorgung in Form eines (wachsenden) Inselnetzes beitragen.

6.2.3 Rolle der KWK für die Wärmeversorgung der Industrie

Der Einsatz von KWK in der Industrie unterscheidet sich von den KWK-Anwendungsfällen der privaten und öffentlichen Versorgung hinsichtlich des notwendigen Temperaturniveaus der KWK-Abwärme, die zudem häufig in Form von Dampf vorliegen muss.

Eine Großzahl von Prozesswärmeanwendungen in industriellen Betrieben erfordert Temperaturen, die erzielbare Temperaturniveaus von KWK-Abwärme von max. etwa 300 °C (siehe z.B. [11]) überschreiten. Der Prozesswärmebedarf < 300 °C fällt jedoch in vielen Branchen ohne große saisonale Schwankungen und räumlich konzentriert an. Gleichermaßen weisen **Strom- und Wärmebedarf** häufig ein relativ **gut übereinstimmendes Zeitprofil** auf. Dadurch bestehen große Potentiale für den weiteren Ausbau der KWK in der Industrie (vgl. Abbildung 11, S. 26). Die größten Zuwachspotentiale sind in den Nahrungsmittel-, Investitions-, Konsum- und Gebrauchsgüter-Industrien zu verzeichnen [11].

Diese guten Einsatzmöglichkeiten der KWK in der Industrie finden auch im KWK-Ausbau-pfad nach Anwendungsbereichen, Kapitel 4.2, Berücksichtigung. Bis zum Jahr 2025 soll die KWK-Wärmeerzeugung in der Industrie um über 60 % steigen. Im kleineren Anlagen-segment (< 10 MW_{el}) wird eine nahezu **Verdreifachung** der KWK-Wärmeerzeugung angestrebt (vgl. Tabelle 16, S. 57).

Es sollte jedoch beachtet werden, dass im Sinne einer rationellen Energieverwendung künftig **Abwärme** aus industriellen Prozessen verstärkt genutzt werden sollte, welcher heute noch eine Reihe betriebsinterner und energiewirtschaftlicher Hemmnisse (siehe [11]) entgegenstehen. Daher sollte – aus der Perspektive der Wärmeversorgung – im Zuge einer Effizienzstrategie für die Industrie auch zwischen Ausbau der KWK und interner Nutzung von Abwärme abgewogen werden.

6.2.4 Kommunale Wärmeplanung und Versorgungskonzepte

Notwendigkeit und Vorteile kommunaler Wärmepläne und Versorgungskonzepte

Heutzutage erfolgt die Planung von Heizungssystemen zumeist individuell für einzelne Gebäude und mit nur kurzem Zeithorizont. Alternative Versorgungsmöglichkeiten in Form von KWK-Anlagen, sei es als Einzelanlage oder als gemeinschaftliche Versorgungslösung mittels eines Wärmenetzes werden dabei oft außer Acht gelassen, selbst wenn diese Effizienzvorteile bei der Technik oder bei den Kosten mit sich bringen würden. Viele Chancen zur Errichtung von effizienten Wärmeversorgungen auf Basis von KWK-Anlagen werden daher derzeit nicht genutzt. Abhilfe schaffen könnte hier eine übergeordnete Gesamtkoordination, durch welche ein übergreifendes, optimiertes Konzept für die Wärmeversorgung sowohl von Einzelgebäuden als auch von Gebäudequartieren und Stadtteilen ermittelt werden kann. Diesem Zweck dient eine integrierte, koordinierte **Wärmeplanung**.

Bei der Wärmeversorgung sind der räumliche Bezug und die Verhältnisse vor Ort von wesentlicher Bedeutung. Eine Schlüsselrolle für die Vorbereitung, Koordination und Begleitung einer Wärmeplanung liegt daher bei den **Kommunen**. Die Kommune kann Sanierungsgebiete ausweisen, die Kenntnisse zum lokal verfügbaren Potenzial erneuerbarer Energien bündeln und deren effiziente Nutzung in Wärmenetzen vorantreiben [54]. Schon heute werden von der Kommune verwandte Aufgaben übernommen wie die Er-

stellung von Flächennutzungs- und Bauleitplänen, die gemeinschaftliche Wasserver- und -entsorgung, Konzepte für die Stadtentwicklung sowie die Ausweisung und Förderung von Sanierungsgebieten. Auch besteht seitens der Kommunen ohnehin ein zunehmendes Interesse daran, sich mit eigenen Ideen und Gestaltungswillen an der Umsetzung der Energiewende zu beteiligen.

Kommunale Wärmepläne dienen dazu, Wärmeangebot und -nachfrage¹⁶ systematisch zu analysieren und räumlich zu verknüpfen, um somit gute **Planungs- und Entscheidungsgrundlagen** für eine effiziente, kostengünstige und nachhaltige Wärmeversorgung zu schaffen (vgl. [43]). Sie zielen darauf ab,

- die energetischen Gebäudesanierung und eine effiziente Wärmeversorgung optimal miteinander zu verzahnen,
- Infrastrukturen wie Wärmenetze und Erdgasnetze koordiniert aus- bzw. rückzubauen,
- die Nutzung standortgebundener Energien langfristig zu sichern, sowie
- Investitionssicherheit bei Investoren zu schaffen.

Nicht zuletzt deshalb setzt sich die Landesregierung im IEKK dafür ein, dass von den Kommunen Wärmepläne aufgestellt werden [1]:

„Wir wollen die Kommunen und Stadtwerke anregen, lokale oder regionale Wärmeversorgungskonzepte zu erstellen, die langfristig ausgerichtet und mit der Stadtentwicklung vor Ort verzahnt sind. [...] So können Wärmeversorgungslösungen auf Block-, Quartiers- oder kommunaler Ebene gefunden werden, die zumeist kostengünstiger und effektiver sind als die entsprechende Summe von Einzel-Gebäude-Lösungen.“

Kommunale Wärmepläne sind nach Auffassung der Autoren eine entscheidende Voraussetzung dafür, den KWK-Ausbau voranzubringen: Im Rahmen einer solchen Planung werden zunächst der Wärmebedarf und dessen zukünftige Entwicklung in einer Gemeinde sowie vorhandene Wärmequellen strukturiert und geographisch dargestellt. Darauf aufbauend lassen sich Wärmesenken für KWK identifizieren. Diese können einerseits Gebiete sein, welche sich – unter ökonomischen und siedlungsstrukturellen Gesichtspunkten – für den Auf- bzw. Ausbau einer Nah- bzw. Fernwärmeversorgung anbieten. Andererseits sollte in Gebieten, die aufgrund geringer Wärmedichten oder anderer struktureller Hemmnisse für Wärmenetze ungeeignet sind, die Möglichkeit einer Objektversorgung auf Basis kleinerer KWK-Anlagen (oder alternativ auf Basis von EE) genutzt werden. Gleichermäßen lassen sich mit Hilfe kommunaler Wärmepläne Stellflächen für Biomasse- oder Erdgas-BHKW, aber auch für EE-Anlagen, ermitteln. Damit eignen sich

¹⁶ Wärme steht im Folgenden stellvertretend für Wärme und Kälte, siehe auch Infobox 1.

kommunale Wärmepläne auch zur **Klärung der potentiellen Konkurrenzsituation von netzgebundener Wärmeversorgung und Objektversorgung**¹⁷.

Infobox 1: Begrifflichkeiten

Der im Folgenden analysierte Ansatz einer koordinierten Ausbauplanung von KWK und Wärmenetzen wird stellvertretend mit dem Begriff „Wärmeplanung“ umschrieben. Dieser Begriff soll die Gesamtheit der Wärme- (und Kälte-)versorgung eines Planungsgebietes umfassen. Damit lehnt er sich auch an die in der EU-Energieeffizienz-Richtlinie geforderten Pläne (vgl. Abschnitt 3.1.1) sowie an die IEKK-Maßnahme 62 „Erstellung von Wärme- und Kälteplänen“ [1] an. Der im Erfahrungsbericht zum EEWärmeG [44] gebräuchliche Begriff der „Wärme- und Kälteaktionspläne“ oder die in der Literatur häufig verwendeten Begriffe der „Wärmenutzungspläne“ (z.B. in [56]) oder „Wärmeleitpläne“ (z.B. in [54]) bezwecken nach Auffassung der Autoren Gleiches wie „Wärmeplanung“.

Der Schwerpunkt des im Folgenden diskutierten Ansatzes der Wärmeplanung liegt auf der Wärme- und Kälteversorgung eines Gebietes. Im Unterschied zu Strom ist nämlich bei Wärme der detaillierte Ortsbezug von hoher Relevanz, während es bei der Stromversorgung oftmals ausreichend ist, diese in einem Planungsgebiet bilanziell zu ermitteln [45]. Dennoch sollte bei einer Wärmeplanung die Stromversorgungsseite zumindest implizit berücksichtigt werden – welches gerade in Hinblick auf KWK auch unabdingbar ist. So sollten hierbei Stromerzeugungsanlagen identifiziert werden, die heute noch ungekoppelt Strom erzeugen, sich aber potentiell für eine Wärmenutzung anbieten. Auch lassen sich nach dem Prinzip der integrierten Raumplanung Anwendungen identifizieren, die sich für Eigenstromversorgungslösungen auf Basis KWK anbieten (z.B. Straßenbeleuchtungsnetze). Daneben bieten sich kommunale Planungen dazu an, Stellflächen für Windkraftanlagen auszuweisen und in einem Solarkataster den Ausbau von PV und Solarthermie aufeinander abzustimmen. Außerdem ist eine integrierte Betrachtung von Strom- und Wärmemarkt dann sinnvoll, wenn z.B. aufgrund erhöhten Wärmepumpeneinsatzes in einem Gebiet das Stromverteilnetz verstärkt werden muss oder wenn sich aufgrund von Netzengpässen Power-to-Heat-Anlagen anbieten.

Der Verkehrssektor ist i.d.R. kein Teil einer kommunalen Wärmeplanung, da die hier auftretenden Energieströme sehr komplex und nur schwer zu lokalisieren sind.

Kommunale Wärmepläne sind auch für den **erfolgreichen und wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes** von wesentlicher Bedeutung. So kann das koordinierte Vorgehen der Kommune und das Engagement von Gemeindeverwaltung und Gemeinderat die Realisierung von Wärmenetzen mit hohen Anschlussgraden erheblich erleichtern. Auch die im Rahmen einer Wärmeplanung zu berücksichtigende Entwicklung des Wärmebedarfs und der Anschlussdichte ist wichtig zur Beurteilung der Verluste im Wärmenetz. Auch sollte in Bereichen, die aufgrund sorgfältiger Planungen auf Basis umfassender Wärmepläne für eine Nah- oder Fernwärmeversorgung prädestiniert sind, vermieden werden, dass dort in Einzelobjekten dezentrale Lösungen realisiert werden („Rosinenpi-

¹⁷ Diese Auffassung wurde vom Begleitkreis des KWK-Landeskonzeptes weitgehend geteilt.

cken“)¹⁸, welche dann die Rentabilität der netzgebundenen Wärmeversorgung in Frage stellen.

Auch generell können kommunale Wärmepläne dafür Sorge tragen, dass **Energie- und Infrastrukturmaßnahmen unterschiedlicher Akteure koordiniert** werden und im Sinne des Klima- und Ressourcenschutzes Synergien genutzt werden. Beispielsweise kann auf Basis sorgfältiger kommunaler Wärmepläne entschieden werden, ob bei einer neu zu errichtenden kommunalen Bioabfallvergärungsanlage entweder der Nutzungspfad Biogasaufbereitung und -einspeisung, oder – sofern geeignete Wärmesenken vorliegen – die Verstromung in BHKW mit Abwärmenutzung mittels Wärmenetzen eingeschlagen werden soll. Gleichmaßen können mit Hilfe kommunaler Wärmepläne günstige Gelegenheiten für den Ausbau der Wärmenetze erkannt werden, wie z.B. geplante Tiefbaumaßnahmen (Abwasserkanäle, Wasser, Strom, Breitbandverkabelung).

Schließlich sollen kommunale Wärmepläne auch aufzeigen, wo die **energetische Gebäudesanierung Vorrang** hat und daher ein Ausbau der KWK und von Wärmenetzen nicht sinnvoll ist.

Eckpunkte einer kommunalen Wärmeplanung

Eine kommunale Wärmeplanung gestaltet sich in mehreren Phasen. Ein gutes Nachschlagewerk zur kommunalen Wärmeplanung bietet der „Leitfaden Energienutzungsplan“ des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit [45]. Der dort beschriebene Ablauf einer kommunalen Wärmeplanung findet in nachstehender Kurzbeschreibung ebenso Berücksichtigung wie die Vorgehensweisen beschrieben in [46], [54] sowie Anhang 8 der EU-Energieeffizienzrichtlinie.

Im Rahmen einer kommunalen Wärmeplanung werden zunächst in einer **Bestands- und Potentialanalyse** der raumbezogene Wärmebedarf, die Wärmeversorgungsinfrastruktur sowie die lokal verfügbaren Wärmequellen, insb. Potentiale an Abwärme und EE, unter Wahrung des Datenschutzes in der Gemeinde erfasst. Die Unterstützung durch lokale oder regionale Energieversorger oder durch Ingenieurbüros ist bei dieser Bestandsaufnahme unerlässlich. Bei der Ermittlung der Wärmeversorgungsinfrastruktur (bestehende Wärmenetze, Gasnetze, Kraftwerke, KWK-Anlagen, Heizwerke, individuelle Heizsysteme etc.) ist es erforderlich, deren aktuellen Zustand zu beschreiben, um Effizienzpotentiale abschätzen zu können, sowie den absehbaren Abgang größerer Anlagen zu dokumentieren.

Bei der Bestandsanalyse ist es sehr hilfreich, alle Daten zu Wärmebedarfen, Potentialen und Infrastrukturen in (digitalen) Karten zu hinterlegen. Hierzu ist GIS ein sehr nützliches

¹⁸ Treiber eines solchen „Rosinenpickens“ sind bei derzeitigen Rahmenbedingungen häufig attraktive Eigenstromerzeugungsmöglichkeiten mittels KWK zur Vermeidung von Steuern und Abgaben.

Instrument. Einige grundlegenden Karten liegen dabei bereits den Kommunen vor, wie z.B. die automatisierte Liegenschaftskarte, Luftbilder, der Flächennutzungsplan und Bauungspläne [45].

In der anschließenden Phase der **Konzeptentwicklung** werden zunächst Szenarien bezüglich der zukünftigen Entwicklung des Wärmebedarfs unter Berücksichtigung einer langfristigen Gebäudesanierungsstrategie sowie der demographischen Entwicklung erstellt. Auch hinsichtlich der Verfügbarkeit lokaler Wärmequellen müssen zukünftige Entwicklungen berücksichtigt werden – etwa die absehbarer Schließung eines Industriebetriebs und damit der Abgang einer Abwärmequelle oder die geplante Bebauung einer aktuell noch landwirtschaftlich genutzten Fläche, welche sich zukünftig nicht mehr für den Anbau von Biomasse oder als Stellfläche für solare Freiflächenanlagen anbietet. Außerdem ist es äußerst nützlich, absehbare Sanierungsmaßnahmen z.B. Abwasserkanalsystemen, Straßen- oder Gehwegerneuerungen, etc. darzustellen, um Synergieeffekte bei Tiefbaumaßnahmen zu erreichen [47]. Die Wärmeplanung muss demnach stark mit der Stadtentwicklung bzw. der Bauleitplanung verzahnt sein. Aufbauend auf diesen Szenarien sowie der Bestands- und Potentialanalyse werden sodann Möglichkeiten für die zukünftige Wärmeversorgung und zur Effizienzsteigerung erarbeitet. Diese lassen sich am besten unter Berücksichtigung bestimmter Grundprinzipien und Kennwerte mit Hilfe eines GIS durch Überlagerung der Karten zum örtlichen Wärmebedarf inklusive Zukunftsszenarien, der Infrastruktur und der verfügbaren Potentiale ableiten. Wesentlich ist dabei die Identifizierung von Gebieten, die sich aufgrund ausreichender Wärmebedarfsdichten und entsprechenden siedlungsstrukturellen Voraussetzungen für den Aufbau von Wärmenetzen anbieten, sowie von potentiellen Stellflächen von KWK- und EE-Anlagen. Diese Konzepterstellung sollte unter Kosten- und Umweltgesichtspunkten erstellt werden, um eine kostengünstige und nachhaltige Wärmeversorgung zu gewährleisten. Mit Hilfe spezifischer Kennwerte lassen sich Energie- und CO₂-Einsparungen, Kosten sowie sonstige Effekte des erstellten Wärmeversorgungskonzeptes ableiten. Die ersten Entwürfe des Wärmeplans sollten früh der Öffentlichkeit vorgestellt und iterativ mit der Region und den Akteuren vor Ort abgestimmt werden. Die Abstimmung mit der Region ist in besonderem Maße hinsichtlich der Allokation des regional verfügbaren Biomassepotentials auf die einzelnen Gemeinden wichtig. Nach Abschluss dieses Iterationsverfahrens erfolgt der Beschluss des Wärmeplans auf Gemeindeebene.

Um dem kommunalen Wärmeplan Wirksamkeit und Verbindlichkeit zu verleihen, ist es für die anschließende **Umsetzungsphase** äußerst wichtig, Maßnahmenkataloge mit klaren zeitlichen Vorgaben und Zuständigkeiten zu definieren. Beispielsweise sollte der Zeitraum für die Umstellung der gebäudeindividuellen Wärmeversorgung auf die jeweiligen leitungsgebundenen Systeme angegeben werden. In Hinblick auf die langfristig erforderliche Transformation der Wärmeversorgung vor Ort ist es auch erforderlich, Maßnahmen zur effizienten Nutzung von EE zu definieren. Dazu gehören beispielsweise langfristig angelegte Maßnahmen zur Senkung der Betriebstemperaturen des Wärmenetzes, wel-

che oftmals erst die Einbindung von Solarthermie, Tiefengeothermie, Wärmepumpen und Abwärme ermöglichen.

Um zu vermeiden, dass es sich bei der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans um eine einmalige aktionistische Angelegenheit handelt, sollten diese **kontinuierlich überprüft und fortgeschrieben** werden [48].

In allen Phasen der kommunalen Wärmeplanung ist eine umfassende **Bürgerbeteiligung** von wesentlicher Bedeutung. Insbesondere für die Umsetzbarkeit einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung ist es wichtig, bei den Bürgern vor Ort hohe Akzeptanz und Anschlusswilligkeit zu erreichen. Dazu sollten die Bürger in Workshops ihre Ideen einbringen können und regelmäßig über den Fortschritt der Wärmeplanung informiert werden. Darüber hinaus kann es sinnvoll sein, einen Quartiersmanager oder Klimaschutzbeauftragten zu bestellen, der die Meinungen der unterschiedlichen Akteure bündelt und die Umsetzung vorantreibt [47]. Dieser Bürgerdialog sollte von einem professionellen Mediator begleitet werden.

Standardisierung von kommunalen Wärmeplänen

In den Kommunen sind die Voraussetzungen und örtlichen Gegebenheiten für eine Wärmeplanung mitunter sehr unterschiedlich. Umso wichtiger ist es, diese bei der Erstellung von Wärmeplänen entsprechend zu beachten. Wünschenswert wäre ein **einheitliches Analyse- und Ergebnisraster** für die Erstellung kommunaler Wärmepläne, das einerseits die heterogenen örtlichen Randbedingungen berücksichtigt und andererseits übertragbare Aussagen zur Beurteilung der Ergebnisse der einzelnen Kommunen zulässt. Ein solches einheitliches Vorgehen würde folgende Vorteile mit sich bringen [54], [61]:

- Vergleichbarkeit der Wärmepläne verschiedener Kommunen untereinander. Dies kann zusätzliche Motivation erzeugen, da sich die erzielten Fortschritte bei der Umsetzung der Wärmepläne einer Kommune an denen anderer Kommunen messen lassen.
- Möglichkeit zum Aufaddieren des Klimaschutzbeitrags der einzelnen Wärmepläne bis auf die Landesebene zu einem Summenwert, der weder Doppelzählungen noch Lücken aufweist.
- Möglichkeit zum Herunterbrechen der nationalen Ziele oder Landesziele zum Klima- und Ressourcenschutz auf einzelne Gemeinden bzw. Städte unter Berücksichtigung der jeweils örtlichen Randbedingungen (faire Lastenaufteilung).

Die Vereinheitlichung der verwendeten Analysemethoden erfordert noch einigen Forschungs- und Untersuchungsbedarf. Mögliche Impulse könnten sich aus einem aktuellen Projekt im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative namens „Klimaschutz-Planer“ ergeben [49]. Im Rahmen dieses Projektes wird derzeit eine bundesweit einheitliche Systematik für die Erstellung kommunaler Energie- und CO₂-Bilanzen sowie für die Potenzialermittlung und Bewertung von Maßnahmen entwickelt.

Eine weitere wichtige Rolle bei der Entwicklung eines einheitlichen Analyserasters spielt die Anwendung von Geodaten mit Hilfe eines GIS. Als Datenquelle für ein solches GIS könnten flächendeckend verfügbare, fernerkundliche Daten – z.B. auf Basis von Laserscanning (siehe z.B. [50]) oder Satellitenfernerkundungsmethoden [54] – dienen. Hier ist jedoch noch weiterer Untersuchungsbedarf erforderlich, um beurteilen zu können, in wie weit die heute verfügbaren Fernerkundungsmethoden ausreichen, um als Datengrundlage für hinreichend aussagekräftige, flächendeckende Wärmeleitpläne zu dienen.

Infobox 2: KWK, Fernwärme und kommunale Wärmeplanung in Dänemark

In Dänemark hat die Nah- und Fernwärmeversorgung nicht zuletzt wegen der dort schon seit den 1970ern existierenden kommunalen Wärmeplanung eine lange Tradition. Entsprechend groß ist der Erfahrungsschatz, der auch für den Ausbau der KWK und der erforderlichen Wärmenetze in Baden-Württemberg genutzt werden kann.

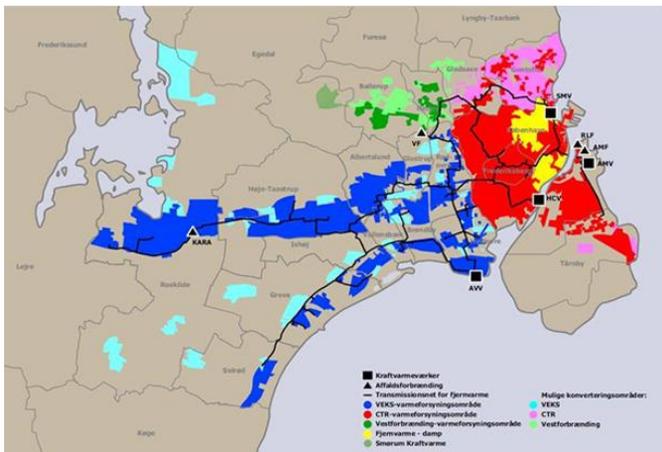


Abbildung 25: Kopenhagener Fernwärmesystem als Ergebnis einer Wärmeplanung (Quelle: A Dyrelund).

Die Anfänge der Fernwärme in Dänemark reichen, ähnlich wie in anderen europäischen Ländern, in die 20er Jahre zurück. Damals wurden in erster Linie Stadtzentren mit der Abwärme von Stromerzeugungsanlagen mittels Wärmenetzen beheizt [51]. Eine starke Entwicklung nahm der Wärmenetzausbau im Zuge der Ölkrise in den 70er Jahren. Zu der Zeit wurden Wärmenetze auch in mittleren und kleineren Städten systematisch gefördert, um die effiziente KWK voranzubringen und dadurch die damals sehr starke Abhängigkeit von Erdölimporten zu mindern. Der Einbau von Einzelfeuerungsanlagen ging entsprechend zurück. Erdgasnetze war in Dänemark bis Anfang der 80er Jahre kaum vorhanden, weswegen es auch keine spezifischen Akzeptanzprobleme für Nah- und Fernwärme gab [52]. Für den Ausbau der KWK und der Fernwärme trug das Elektrizitäts-Versorgungsgesetz aus dem Jahre 1976 bei, welches erforderte, dass alle neuen Kraftwerke in KWK betrieben werden sollten [53]. Zudem gab es staatliche Zuschüsse für die Nutzung von Abwärme aus Großkraftwerken in Wärmenetzen [55].

Wesentlicher Treiber des staatlich verordneten Ausbaus der KWK und der Wärmenetze waren jedoch **kommunale Wärmepläne**. Den Grundstein dafür legte das „Wärmeversorgungsgesetz“ aus dem Jahre 1979, welches Kommunen (etwa analog zur deutschen Bauleitplanung) verpflichtete, kommunale Wärmepläne aufzustellen. Das Gesetz verfolgte das Ziel, einerseits eine Gasinfrastruktur zu schaffen, um heimisches Erdgas, welches man zu der Zeit in der Nordsee gefunden hatte, nutzen zu können, und zum anderen den Anteil von Nah- und Fernwärme an der Wärmeversorgung von damals 30 % auf 60 % anzuheben [54]. Bei dieser kommunalen Wärmeplanung wurde in einem iterativen Abstimmungsprozess zwischen Gemeinde und Region eine Bestandsaufnahme der Wärmeversorgung durchgeführt, Optionen für die zukünftige Wärmeversorgung analysiert und diese unter Kostengesichtspunkten priorisiert [55]. Mit dieser Vorgehensweise war

es möglich, den Ausbau der Gas- und Fernwärmenetze zu koordinieren und verbindliche Vorranggebiete für die jeweilige Infrastruktur auszuweisen [54]. Der Beschluss des Wärmeplans oblag letztlich der Gemeinde. Für die anschließende Umsetzungsphase wurde mit den kommunalen und regionalen Stromversorgern die verbindliche Vereinbarung getroffen, **dezentrale BHKW** in Höhe von rund 20 % der damaligen Höchstlast zu errichten [46]. Öffentliche Fördergelder wurden nur noch für neue Wärmenetze und EE-Anlagen und ausschließlich auf Basis verbindlicher Aussagen in den jeweiligen Wärmeplänen gewährt [46]. Für die effiziente Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben wurden auf allen Ebenen der Administration Arbeitsgruppen bestehend aus Vertretern der an der Wärmeplanung beteiligten Institutionen, Unternehmen und Verbände eingerichtet, welche die Kommunen z.B. mit umfangreichem Informationsmaterial u.a. zu Techniken, Kosten, Auslegungshilfen und Planungsprozessen, sowie GIS-Werkzeugen **unterstützten** [46], [54].

Bis Ende der 80er Jahre wurden für **jede Kommune** des Landes Wärmepläne erstellt [55]. Eine wesentliche Errungenschaft dieses planerischen Ansatzes war, dass sich Dänemark innerhalb von rund 15 Jahren von der Abhängigkeit von Erdölimporten lösen konnte [52]. Dazu trug auch die Förderung von gasbefeuerten KWK-Anlagen und der EE in den 80er Jahren sowie ein Gebäudesanierungsprogramm bei. Zudem wurden bereits im Zuge der Ölkrise **Steuern und Abgaben** auf fossile Brennstoffe erhoben, welche im Laufe der Jahre kontinuierlich angehoben wurden.

Das dänische Ausbauprogramm für eine flächendeckende netzgestützte Wärmeversorgung wurde auch in den nachfolgenden Jahren konsequent verfolgt. Während die Wärmeplanung ursprünglich bezweckte, das Land von Erdölimporten unabhängig zu machen, wurde dieses Instrument zunehmend dazu genutzt, mit Gas versorgte Gebiete zugunsten der Fernwärme umzuwandeln und die Wärmeversorgung unter umwelt- und klimapolitischen Gesichtspunkten zu optimieren, z.B. indem verstärkt Biomasse in den Heizzentralen genutzt wurde [56]. Insgesamt wurde die kommunale Wärmeplanung immer stärker von einer strategischen, nationalen **Energieplanung** abgelöst, welche die Sektoren Wärme, Strom und Verkehr immer weiter miteinander verknüpft [57].

Die **Erfolge** der dänischen langfristig orientierten Energiepolitik können sich sehen lassen: Heute sind bereits über 60% aller Gebäude Dänemarks, darunter auch solche in ländlichen Gebieten, an ein Fern- oder Nahwärmenetz angeschlossen. Damit wird etwa die Hälfte des dänischen Bedarfs an Raumwärme und Warmwasser über Wärmenetze gedeckt. Etwa 40 % der Nah- und Fernwärme in Dänemark wurde im Jahr 2012 durch EE bereitgestellt – Tendenz steigend; knapp drei Viertel der gesamten Nah- und Fernwärmeversorgung basiert auf KWK [58].

Der Anteil der KWK an der Nah- und Fernwärmeversorgung ist seit ein paar Jahren rückläufig. Hauptsächlich zurückzuführen ist diese Entwicklung auf eine Entwicklung im **Strommarkt**, welcher auch interessante Perspektiven für den Wärmemarkt bietet: Der starke Ausbau der Windkraft in Dänemark führt dazu, dass zeitweise die Strompreise an der Börse so niedrig sind, dass der Be-

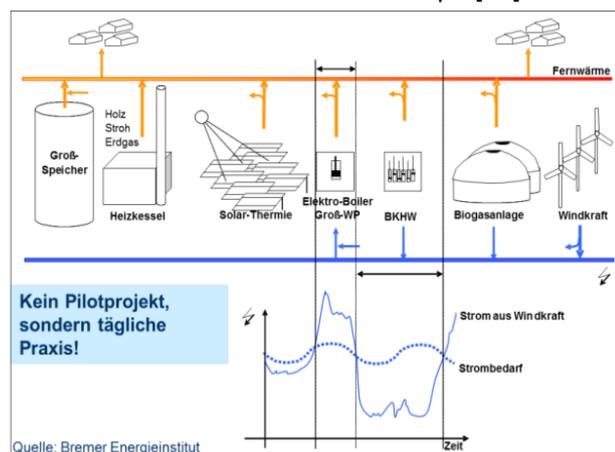


Abbildung 26: Schema eines „smarten“ Fernwärmesystems in Dänemark.

trieb der KWK-Anlagen nicht rentabel ist (allerdings bleiben diese KWK-Anlagen in Warmbereitschaft, um ggf. kurzfristig Regelenergie bereitstellen zu können [59]). Anstelle dessen werden fossile Heizkessel eingesetzt, um die Fernwärmeversorgung aufrechtzuerhalten. Bei deren Betrieb fallen jedoch relativ hohe Kosten u.a. aufgrund der hohen Brennstoffbesteuerung an. Dieser Umstand hat dazu geführt, dass einige Wärmenetzbetreiber Elektroheizer in ihre Heizzentralen einbauen, welche bei hinreichend niedrigen Strompreisen und in wenigen Stunden des Jahres eine kostengünstige Erzeugungsoption darstellen („**Power to heat**“) [59]. Für diesen strommarktorientierten Betrieb waren die Fernwärmebetreiber schon frühzeitig gerüstet, da die Systeme bereits bei Errichtung i.d.R. mit relativ großen Heißwasserspeichern ausgestattet wurden [56]. Insgesamt zeichnet sich in Dänemark ein Trend zu multivalenten, „smarten“ Fernwärmesystemen in Verbindung mit großen Wärmespeichern ab, um flexibel auf die Signale des Strommarktes reagieren zu können (vgl. Abbildung 27).



Abbildung 27: Solare Nahwärme in Braedstrup, Dänemark
(Foto: Michael Nast, DLR).

Neben dieser Entwicklung im Strommarkt führte eine starke heimische Kollektorindustrie dazu, dass große solarthermische Freiflächenanlagen in Verbindung mit großen Wärmespeichern (teilweise Saisonalspeichern) in die Heizzentralen eingebunden werden [60]. Die in Deutschland noch weitgehend unbekannte **Solare Nahwärme** kann mit Wärmegegostehungskosten von 3-4 ct/kWh nicht nur in Dänemark mit fossilen Brennstoffen oder Biomasse konkurrieren. Ende 2013 waren in Dänemark etwa 730.000 m² Kollektorfläche

in Verbindung mit einem Wärmenetz installiert [61]. Die einzelnen Kollektorfelder sind dabei einige Tausend, im Einzelfall sogar über 30.000 m² groß.

Im zunehmenden Maße werden in Dänemark Anstrengungen unternommen, die Wärmenetze effizienter zu betreiben. Die allgemeine Herausforderung besteht dabei darin, dass aufgrund geringer Siedlungsdichten (vgl. Tabelle 19) die Fernwärmeabsätze sehr gering sind. In den ländlich geprägten Ortschaften beträgt der durchschnittliche Fernwärmeabsatz lediglich etwa 1.000 kWh/(m²a), weswegen die durchschnittlichen **Wärmeverluste** mit 20 % etwa doppelt so hoch sind wie in Deutschland [56]. Um diese Wärmeverluste zu begrenzen, werden unterschiedliche Strategien verfolgt. Dazu gehören Maßnahmen zur Begrenzung der Vor- und Rücklauftemperatur, der Einsatz besser wärmegeämmter Fernwärmerohre, die Optimierung der Netzhydraulik sowie die Optimierung der Warmwasserbereitung [62], [56], vgl. Kapitel 6.2.5.

Zu den Besonderheiten der dänischen Fernwärmeversorgung gehört auch, dass die Wärmeversorgungsunternehmen insbesondere im ländlichen Raum oft **genossenschaftlich** organisiert sind. Dies führt dazu, dass den Verbrauchern die tatsächlichen Kosten der Versorgung abgerechnet werden; es verbleiben keine Gewinnmargen bei den Betreibern. Die Wärmeversorgungsunternehmen müssen die Behörden zudem über Preise, Bilanzen und Lieferkonditionen informieren [63]. Die Fernwärmepreise in den unterschiedlichsten Kommunen werden sodann in einem Ranking veröffentlicht, welches zusätzliche Motivation unter den Kommunen zur Preissenkung erzeugt

[64]. Obwohl in Dänemark formal ein Anschluss- und Benutzungszwang besteht, machen die Kommunen nicht häufig davon Gebrauch [63]. Die niedrigen Fernwärme-Verbraucherpreise aufgrund der genossenschaftlichen Strukturen, die geringen Baukosten aufgrund jahrzehntelanger Erfahrung sowie die Besteuerung fossiler Brennstoffe machen den Anschluss an die Fernwärmeversorgung ohnehin **wirtschaftlich attraktiv**.

Unterdessen wird in Dänemark am Ausbau der Nah- und Fernwärmeversorgung sowie deren Umstellung auf EE festgehalten. Ab 2016 darf in Dänemark keine Ölheizung mehr installiert werden; für Neubauten gilt dieses Verbot bereits seit 2013. Es ist erklärtes Ziel der dänischen Regierung, bis zum Jahr **2035 den Strom- und Wärmebedarf gänzlich aus EE zu decken** [51]. Dabei spielen KWK und Wärmenetze insbesondere als Bindeglied zwischen Strom- und Wärmemarkt eine wesentliche Rolle.

Ein möglicher Ablauf einer kommunalen Wärmepfung auf Basis der Erfahrungen aus Dänemark (siehe Infobox 2) ist zusammenfassend in Abbildung 28 wiedergegeben [54].

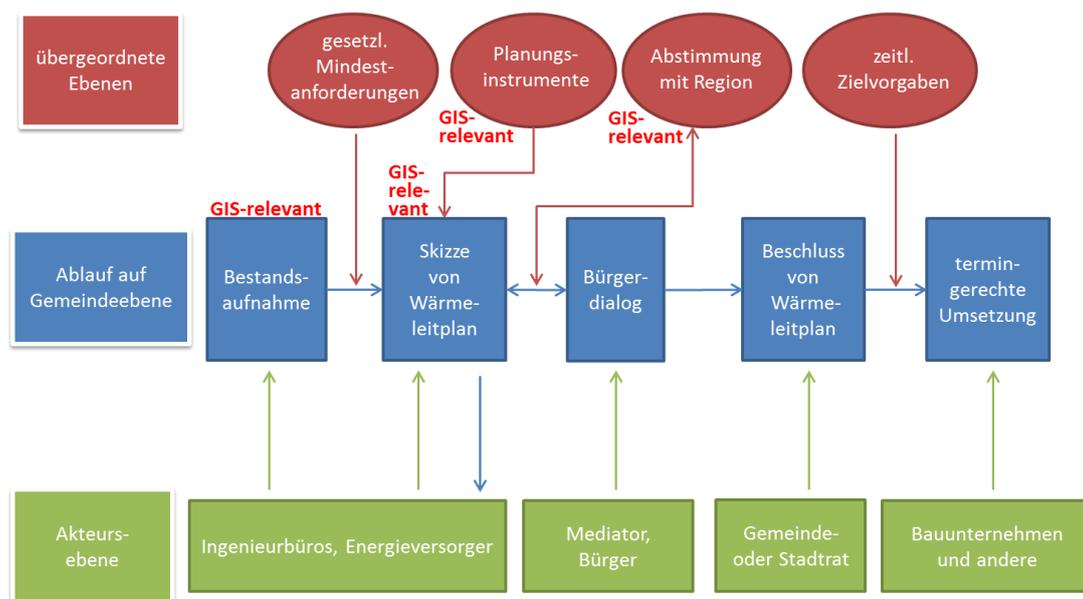


Abbildung 28: Mögliches Ablaufschema für einen kommunalen Wärmeplan [54].

Rechtliche Rahmenbedingungen

Von Seiten der EU gibt es bereits seit einiger Zeit Impulse in Richtung einer kommunalen Wärmepfung. Die **Erneuerbare-Energien-Richtlinie** der EU 2009/28/EG hat dabei vornehmlich motivierenden Charakter. So fordert sie in Art. 13, Abs. 3 die Mitgliedsstaaten dazu auf, lokale und regionale Verwaltungsstellen zu „ermutigen“, Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien in der Planung der städtischen Infrastruktur zu berücksichtigen [65]. Der bislang weitreichendste Ansatz hin zu einer verbindlichen, flächendeckenden Wärmepfung wird in der **EU-Energieeffizienz-Richtlinie** unternommen. In Art. 14 der Richtlinie werden die Mitgliedsstaaten dazu aufgefordert, eine umfassende Bewertung des nationalen Wärme- und Kälteversorgungspotenzials vorzunehmen (vgl. Ab-

schnitt 3.1.1). Anhang 8 der Richtlinie beschreibt die erforderlichen Inhalte dieser Bewertung, welche im Wesentlichen die Eckpunkte einer nationalen Wärme- und Kälteplanung umfassen. Dabei ist es den Mitgliedsstaaten ausdrücklich freigestellt, diese Analyse auf Basis lokaler oder regionaler Pläne zusammenzustellen.

Auch im Bund gibt es Bestrebungen, kommunale Wärmepläne zu erstellen. Im **Erfahrungsbericht zum EEWärmeG** [44] aus dem Jahr 2012 werden auf die positiven Erfahrungen aus Dänemark verwiesen und dem deutschen Bundestag empfohlen, die Länder zur Aufstellung von Wärmeplänen zu ermächtigen. Für eine bundesrechtliche Vorgabe der konkreten Ausgestaltung der Wärmepläne spricht sich der Erfahrungsbericht zum EEWärmeG nicht aus.

Von Seiten der Länder gibt es ebenfalls Impulse, die eine Aufstellung von kommunalen Wärmeplänen unterstützen. So sprachen sich die Umweltminister der Länder im Rahmen der 81. **Umweltministerkonferenz** am 15. November 2013 in Erfurt für eine kommunale Wärmeplanung aus [66]. Die Bundesregierung wurde aufgefordert, „die rechtlichen Rahmenbedingungen zu prüfen, auf deren Grundlage die Länder ermächtigt werden können, die Aufstellung von kommunalen Wärmeplänen samt Zielvorgaben mit geeigneten Instrumenten umzusetzen“.

In [48] und [56] werden die rechtlichen Spielräume von Bund und Ländern zur Erstellung von kommunalen Wärmeplänen untersucht. Wesentlich ist der Grundsatz, dass sich aufgrund der gemeindlichen Selbstverwaltungsgarantie (Art. 28 Abs. 2 GG) einerseits und dem Verbot der Übertragung von Aufgaben an Gemeinden durch den Bund (Art. 84 Abs. 1 Satz 7 GG) andererseits ein **Bundesgesetz** zur Erstellung von Wärmeplänen sich nur an die Länder, nicht aber direkt an die Gemeinden richten kann. Bei einer solchen Adressierung der Länder bleibt es diesen freigestellt, ob und ggf. inwieweit sie die Pflicht an die Kommunen delegieren. Eine entsprechende bundesgesetzliche Verpflichtung könnte entweder in einem eigenen Wärmeplanungsgesetz verankert oder in das BauGB integriert werden [46]. Beim zweiten Modell könnten z.B. die Gemeinden als Planungsträger im Rahmen der Bauleitplanung dazu verpflichtet werden, für das zu beplanende Gebiet Potentiale für eine Wärmeversorgung auf Basis KWK mittels Objekt- oder Nahwärmeversorgung zu ermitteln [67].

Alternativ kann die Erstellung kommunaler Wärmepläne prinzipiell in einem **Landesgesetz** verankert werden. Dies ist jedoch nur möglich, sofern der Bund nicht selbst gesetzlich aktiv wird, da aufgrund der konkurrierenden Gesetzgebung Bundesgesetz Landesgesetz brechen würde¹⁹. Die Möglichkeit eines Landesgesetzes wurde im Entwurf des Thüringer Wärmegesetzes vom 9. Januar 2013 aufgegriffen. Der Gesetzesentwurf sieht vor,

¹⁹ Z.B. wurde das Baden-Württembergische EWärmeG kurz nach Inkrafttreten im Neubaubereich durch das Bundesgesetz EEWärmeG abgelöst, siehe Abschnitt 3.2.1.

dass Kommunen mit mehr als 10.000 Einwohnern dazu verpflichtet werden, Wärmepläne zu erstellen [68].

In [67] werden die Anforderungen an eine gesetzliche Regelung, welches die Kommunen oder Landesbehörden zur Erstellung von Wärmeplänen verpflichtet, analysiert. Neben der Kostentragung, Zielvorgaben für bestimmte Quoten (beispielsweise Wärmebedarfsdeckung durch KWK) sowie der Ausgestaltung der rechtlichen Instrumente für die Umsetzung (z.B. ergänzende Regelung zu einer Anschluss- und Benutzungspflicht) ist es nach Auffassung der Autoren wichtig, dass ein entsprechendes Gesetz ein einheitliches Format für die Wärmepläne vorgibt.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass es in der Abfallwirtschaft mit § 16 Landesabfallgesetz bereits ein Instrument gibt, welches die Kommunen als öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger zur Erstellung und regelmäßigen Fortschreibung von Abfallwirtschaftskonzepten verpflichtet.

Aufwand und Kosten für die Erstellung kommunaler Wärmepläne und Versorgungskonzepte

Da es in Deutschland erst wenige Erfahrungen mit der Erstellung kommunaler Wärmepläne und Versorgungskonzepte gibt, können die damit verbundenen Kosten lediglich auf Basis von Erfahrungen von Wissenschaftlern und Planungsbüros im Zusammenhang mit der Übernahme verwandter Aufgaben (z.B. Erstellung von Klimaschutzkonzepten) abgeschätzt werden.

Für die Erstellung kommunaler Wärmepläne ist es zunächst notwendig, entsprechende **Kompetenzen innerhalb der Kommunalverwaltungen** (sog. „Kümmerer“) sicherzustellen. Wenigstens in größeren Kommunen sollte schon hinreichend Fachkompetenz vorhanden sein (z.B. in den Bauämtern). Bei den kleineren könnten die in den Gemeinderäten vorhandenen Kompetenzen mit zu Rate gezogen werden. Da es aus finanziellen Gesichtspunkten nicht realisierbar erscheint, jede Kommune mit einer eigenen Personalstelle auszustatten, sollten kleine Kommunen zumindest auf „Kreiskümmerer“ auf Landkreisebene zurückgreifen können. Vermutlich werden die Kommunen bei der Aufstellung eines Wärmeplanes auch externen Sachverstand hinzuziehen. Trotzdem muss innerhalb der Kommune ein Kümmerer die externen erarbeiteten Konzepte zur Kenntnis nehmen, Maßnahmen initiieren und begleiten und ggf. die Konzepte auch in den kommunalen Gremien vertreten können. Schätzungsweise könnte in Kommunen bis 50.000 Einwohner ein zeitlicher Aufwand von einem Personalmonat ausreichen (verteilt auf etwa ein bis zwei Jahre, in denen ein Wärmeplan erstellt wird).

Zu beachten ist, dass die Kommunen im Falle einer gesetzlichen Verpflichtung zur Erstellung von Wärmeplänen durch die Landesregierung **finanzielle Ausgleichsansprüche**

für die Kosten gemäß Art. 71 Abs. 3 der baden-württembergischen Landesverfassung²⁰ erheben können (vgl. [69, 47]).

Für die **Erstellung eines sorgfältigen kommunalen Wärmeplans durch Externe** dürften in grober Näherung Kosten in Höhe von 2 € pro Einwohner²¹ angesetzt werden, d.h. für eine Kommune von 15.000 Einwohnern wären für die Erstellung eines hochwertigen Wärmeplans mit Kosten in Höhe von 30.000 € zu rechnen²². Sicherlich wird es dabei stets einen Kostengrundsockel unabhängig von der Einwohnerzahl geben. Auch werden die realen Kosten von der Datengrundlage (sind z.B. objektbezogene Absatzdaten der örtlichen Energieversorger verfügbar?), dem erwünschten Detaillierungsgrad und den letztlich erwünschten Funktionalitäten abhängen.

Die Erstellung kommunaler Wärmepläne wird bei vorhandenen Hilfestellungen des Landes, z.B. bei der Datenakquise oder durch einen Wärmeversorgungskatalog (siehe dazu Ausführung in Abschnitt 6.2.5), kostengünstiger zu realisieren sein.

Gemäß [45] sollte für die Erstellung eines Energienutzungsplans (inkl. Analyse des Stromsektors) für Gemeinden und kleine Städte mit bis zu 20.000 Einwohnern ein Zeitrahmen von drei bis neun Monaten ab Beschluss bzw. Beauftragung veranschlagt werden. Andere Schätzungen gehen von einem zeitlichen Rahmen von etwa zwei Jahren aus.

Zur Vermeidung von Doppelarbeiten kann es sinnvoll sein, **kommunale Wärmepläne in etwaig bestehende Klimaschutzkonzepte zu integrieren**, um damit auch die Qualität und Datentiefe der heute gängigen kommunalen Klimaschutzkonzepte zu verbessern.

6.2.5 Anregungen aus Dänemark für Baden-Württemberg

Das Beispiel Dänemarks (siehe Infobox 2) zeigt, welche interessanten Perspektiven eine konsequente, langfristig orientierte Wärmepolitik für den Ausbau der KWK, der Wärme-

²⁰ Art. 71 Abs. 3 der Verfassung des Landes Baden-Württemberg vom 11. November 1953: „*Den Gemeinden und Gemeindeverbänden kann durch Gesetz die Erledigung bestimmter bestehender oder neuer öffentlicher Aufgaben übertragen werden. Gleichzeitig sind Bestimmungen über die Deckung der Kosten zu treffen. Führen diese Aufgaben, spätere vom Land veranlasste Änderungen ihres Zuschnitts oder der Kosten aus ihrer Erledigung oder spätere nicht vom Land veranlasste Änderung der Kosten aus der Erledigung übertragener Pflichtaufgaben nach Weisung zu einer wesentlichen Mehrbelastung der Gemeinden oder Gemeindeverbände, so ist ein entsprechender finanzieller Ausgleich zu schaffen. Die Sätze 2 und 3 gelten entsprechend, wenn das Land freiwillige Aufgaben der Gemeinden oder Gemeindeverbände in Pflichtaufgaben umwandelt oder besondere Anforderungen an die Erfüllung bestehender, nicht übertragener Aufgaben begründet. [...]*“

²¹ Erfahrungswert nach W. Schulz (Fraunhofer IFAM) und M. Nast (DLR)

²² Im BMU-Programm „Klimaschutz-Teilkonzepte“, Programmteil „Integrierte Wärmenutzung in Kommunen“ sind die zuwendungsfähigen Brutto-Ausgaben für fachkundige Dritte für Kommunen mit 10.000 bis 30.000 Einwohner auf maximal 30.000 € beschränkt.

netze und der EE bieten kann. An diesen dänischen Erfahrungen könnte sich Baden-Württemberg gut orientieren. Folgende Besonderheiten des dänischen Systems müssen jedoch beachtet werden, welche die **Übertragbarkeit** auf Baden-Württemberg **einschränken**:

- Besteuerung fossiler Brennstoffe in Dänemark

In Dänemark werden innerhalb der EU die höchsten Steuern und Abgaben auf fossile Brennstoffe erhoben. So entfiel im Jahr 2013 mehr als die Hälfte (56 %) des Erdgaspreises für Haushaltskunden in Dänemark auf Steuern und Abgaben. In Deutschland betrug der gesamte Steuersatz im gleichen Zeitraum lediglich knapp 25 % [70]. Neben den geringen Verlegekosten der Fernwärmesysteme, der genossenschaftlichen Strukturen und der günstigen Voraussetzungen für den Betrieb (niedrige Netztemperaturen) ist aus diesen steuerrechtlichen Gründen Fernwärme z.B. auf Basis von EE oder hocheffizienter KWK in Dänemark wirtschaftlich – selbst bei niedrigen Wärmedichten und hohen Wärmenetzverlusten. Hierzulande ist eine Konkurrenz zu fossil befeuerten Einzelversorgungslösungen selbst unter Berücksichtigung einer Wärmenetzförderung häufig nicht gegeben.

- Wärmeversorgung = Daseinsvorsorge

In Dänemark handelt es sich bei der Wärmeversorgung viel mehr um eine Aufgabe der Daseinsvorsorge als um ein Geschäftsfeld. Die Wärmeversorgungsunternehmen sind traditionell zumeist genossenschaftlich organisiert und dürfen keinen Gewinn erzielen. Auch werden staatliche Eingriffe in diese Daseinsvorsorge gesellschaftlich akzeptiert. Aufgrund der hierzulande häufig vorherrschenden privatwirtschaftlich organisierten Wärmeversorgung wäre eine Übertragung des dänischen Modells auf Baden-Württemberg bzw. Deutschland nur mit größerem unternehmerischem Spielraum möglich (vgl. [56]).

- Historisch gewachsene Strukturen

In Dänemark wurden Wärmenetze bereits zur Zeit der Ölkrise massiv ausgebaut (während Deutschland zur selben Zeit die Erdgasversorgung ausweitete). Erdgasnetze waren zu der Zeit in Dänemark noch quasi unbekannt. Spezifische Akzeptanzprobleme gab es daher in Dänemark nicht. In Dänemark nimmt der Wert eines Gebäudes sogar zu, wenn es an die Fernwärme angeschlossen wird [72]. Wärmenetze sind deshalb heute in Dänemark bereits weit verbreitet, weswegen dort die Einbindung von KWK, Biomasse und Solarthermie in die Wärmeversorgung einfacher, kostengünstiger und in größerem Umfang als hierzulande möglich ist. In Deutschland sind hingegen noch beträchtliche Anstrengungen erforderlich, um den Wandel weg von konventionellen Einzelversorgungen hin zu einer stärker gemeinschaftlich orientierten Wärmeversorgung voranzutreiben.

- Wärmesatzungen

Eine hohe Anschlussdichte, die zudem rasch nach Errichtung eines Wärmenetzes erreicht werden muss, ist häufig Voraussetzung für den wirtschaftlichen Betrieb von

Nahwärmenetzen. In Dänemark wurde dieses marktwirtschaftliche Hemmnis zu Lasten der Wärmenetze sowie potentielle Konflikte zwischen Gas- und Fernwärmeversorgern entschärft, indem vorab von den Kommunen in Abstimmung mit den übergeordneten Behörden geregelt wurde, in welchen Gebieten mit Gas und wo mit Fernwärme versorgt wird. In Deutschland und speziell Baden-Württemberg sind solche ordnungsrechtlichen Instrumente zur Ausweisung von Vorranggebieten für Nah- bzw. Fernwärme, z.B. Wärmesatzungen, noch wenig verbreitet.

- Datenschutz

In Dänemark werden mitunter Maßnahmen zur Effizienzsteigerung von Wärmenetzen getroffen, welche hierzulande als unkonventionell einzustufen wären und höchstwahrscheinlich aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht umgesetzt werden könnten. Beispielsweise werden in einigen Kommunen die mit Fernwärme beheizten Gebäude auf einer Karte unter Angabe der jeweiligen Vor- und Rücklaufemperatur im Internet veröffentlicht²³. Damit sollen die Kunden zu einer hohen Temperaturspreizung motiviert werden. Es werden also nicht nur gebäudescharfe Daten veröffentlicht, sondern es lassen sich auch Rückschlüsse auf das Nutzerverhalten der einzelnen Bürger ziehen.

Im Unterschied zu oben genannten, limitierenden Faktoren in Bezug auf die Übertragbarkeit des dänischen Systems auf Baden-Württemberg gibt es auch Faktoren, die eine Einführung einer ähnlichen Wärmepolitik hierzulande eher **begünstigen**:

- Förderung

In Deutschland bzw. Baden-Württemberg gibt es gute Fördermöglichkeiten insbesondere für Wärmenetze und Heizzentralen basierend auf erneuerbaren Energien sowohl über Bundesprogramme (KWKG und MAP) als auch über Landesförderprogramme (vgl. Kapitel 3.2.3). In Dänemark werden Wärmenetze heutzutage hingegen nicht subventioniert [64]. Auch für die dort stark wachsende Solare Nahwärme werden kaum öffentliche Gelder vergeben [71].

- Siedlungsstrukturelle Bedingungen

Die starke Verbreitung von Wärmenetzen in Dänemark ist umso erstaunlicher, wenn man bedenkt, dass die siedlungsstrukturellen Rahmenbedingungen in Dänemark für Nah- und Fernwärme eher ungünstig sind. Tabelle 19 zeigt die Siedlungsdichten von Dänemark und Baden-Württemberg (vgl. [72]). Daraus wird ersichtlich, dass in Baden-Württemberg die Siedlungsdichte mehr als doppelt so hoch ist wie in Dänemark.

²³ Siehe z.B. <http://ims02.esbjergkommune.dk/forbrugerinfo/Vejledning/Vejledning.htm>

Tabelle 19: Vergleich der Siedlungsdichten in Dänemark und Baden-Württemberg auf Basis [73] und [74].

	Einheit	Dänemark	Baden-Württemberg
Einwohner	Tsd.	5.627	10.786
Gebäude- und Freifläche	km ²	3.155	2.774
Siedlungsdichte	1/km ²	1.784	3.888

Aus diesen Gründen sollte Fern- bzw. Nahwärme auf Basis von KWK und/oder EE in Baden-Württemberg aufgrund der bestehenden Förderpolitik und aus struktureller Sicht eher günstiger darstellbar sein als in Dänemark. Einschränkend können sich allerdings ungünstigere topografische Gegebenheiten und hochverdichtete, bereits mit zahlreichen Versorgungsleitungen versehenen Siedlungsgebiete auswirken.

Insgesamt ergeben sich auf Basis der Erfahrungen aus Dänemark folgende **Lehren** für Baden-Württemberg:

- Kommunale Wärmeplanung
Kommunale Wärmepläne sind eine entscheidende Voraussetzung dafür, geeignete Gebiete für einen gezielten strukturellen Wandel hin zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung auf Basis dezentraler KWK-Anlagen, vorhandener Abwärmequellen und EE zu identifizieren.
- Planungshilfen für Kommunen
Für eine erfolgreiche kommunale Wärmeplanung ist eine funktionierende Kooperation zwischen den verschiedenen administrativen Ebenen genauso notwendig wie eine gute Unterstützung der Kommunen durch die übergeordnete Ebene [57], vgl. erste Begleitkreissitzung. Wichtig ist es, Doppelarbeiten in den Kommunen zu vermeiden, indem durch die übergeordnete Instanz Planungshilfen zur Verfügung gestellt werden. Diese Planungshilfen können, angelehnt an die dänischen Erfahrungen, Folgendes umfassen:
 - Wärmeversorgungskatalog mit technischen und wirtschaftlichen Angaben über Anlagen zur Wärmeversorgung, mit organisatorischen Hinweisen, mit Angaben über Brennstoffe und deren Preisentwicklungen, mit Methoden zur Berechnung der Dimensionierung der Versorgungsanlagen, mit Angaben zur Finanzierung und zu Fördermöglichkeiten, etc. (vgl. [46]). Die Wärmeversorgungskataloge werden zu verschiedenen Themen von der dänischen Energieagentur laufend aktualisiert online zur Verfügung gestellt.²⁴ Für die Erstellung eines Wärmeversorgungskatalogs für Baden-Württemberg erscheinen 100 k€ pro Katalog eine realistische Kostenschätzung. Die baden-württem-

²⁴ Aktuelle Kataloge aus Dänemark sind unter <http://www.ens.dk/info/tal-kort/fremskrivninger-analyser-modeller/teknologikataloger> zu finden.

bergischen Kataloge könnten dann allerdings auch bundesweit genutzt werden.

- Einheitliches GIS-Werkzeug mit georeferenzierten Daten zur Landnutzungs- und Siedlungsstruktur und ggf. mit Hilfe von Fernerkundungsmethoden ermittelten Wärmebedarfsdichten. In Baden-Württemberg bietet es sich an, den LUBW-Energiewendeatlas entsprechend weiter auszubauen. Gemäß [75] können für die Nutzung von aufbereiteten Laserscanning-Daten (vgl. Abschnitt 6.2.4) Kosten von 20 - 40 € je 1.000 Einwohner veranschlagt werden.
- Genossenschaften
Genossenschaftliche Konzepte führen in Dänemark dazu, dass das gesamte Wärmeversorgungssystem aus Erzeugung, Verteilung und Kundenanlagen als ein Ganzes betrachtet wird. Dadurch ist eine Kostenoptimierung leichter möglich, als wenn Kunden und Heizwerker unterschiedliche Interessen verfolgen. Dies steigerte wiederum die Akzeptanz bei den Endverbrauchern. Zukünftige Nahwärmekonzepte in Baden-Württemberg sollten solche Organisationsstrukturen stets prüfen. Gute Ansätze dafür gibt es bereits im Bereich der Bioenergiedörfer, bei denen insbesondere in Baden-Württemberg die genossenschaftliche Organisation vorherrscht [76].
- Datentransparenz und Visualisierung
Im Fernwärmebereich besteht in Dänemark eine hohe Transparenz. Aus Datenschutzgründen dürften hierzulande womöglich keine gebäudescharfen Daten auf ähnliche Weise wie in Dänemark veröffentlicht werden. Es ist aber denkbar und sinnvoll, dass Wärmeversorgungsunternehmen zentrale Betriebsdaten des Wärmenetzes wie Energieeinsatz, Netzverluste und Pumpstromeinsatz im Vergleich zu landes- oder bundesweiten Durchschnittswerten veröffentlichen. Eine solche Datentransparenz ist auch hilfreich für eine kundenseitige Akzeptanz der Nah- bzw. Fernwärmeversorgung (vgl. [40]). Außerdem könnten GIS-Planungsdaten z.B. in Form von Wärmebedarfsdichten, Abwärmepotentialen und der linienscharfen Lage von Wärmenetzen beispielsweise auf Basis des LUBW-Energiewendeatlas je nach Sensibilität der Daten mit abgestuften Zugangsberechtigungen zur Verfügung gestellt werden.
- Technische Aspekte zu Wärmenetzen
In Dänemark vollziehen sich aktuell einige neue Entwicklungen in der Fernwärmeversorgung, die auch für baden-württembergische Planer und Betreiber von Wärmenetzen von Interesse sein könnten. Dazu gehören u.a.:
 - Neue Wärmenetze werden in Dänemark i.d.R. als Twinrohre mit gemeinsamen Rohrmantel für Vor- und Rücklauf verlegt. Dadurch können nicht nur die Investitionskosten, sondern auch die Wärmeverluste erheblich gesenkt werden.
 - Alterungsprozesse an Fernwärmerohren können deren Wärmeschutzwirkung maßgeblich beeinträchtigen. Aus diesem Grund versehen dänische Hersteller die Kunststoffmantelrohre und PEX-Rohre (Polyethylenrohre)

- mit einer Aluminiumkaschierung unter der PE-Außenhülle, die für einen dauerhaften Einschluss der wärmeisolierenden Porengase sorgt [56].
- Über die Optimierung der Netzhydraulik und der Warmwasserbereitung auf Endkundenseite werden in Dänemark weitere Vorkehrungen zur Begrenzung der Wärmeverluste im Netz getroffen. Siehe dazu [56] und [62].
 - Solare Nahwärme

Während sich in Deutschland der Solarthermiemarkt sehr schlecht entwickelt und keine Kostensenkungen in Sicht sind, gibt es in Dänemark auf diesem Markt einen regelrechten Boom. Solare Nahwärmesysteme werden in Dänemark zu etwa einem Viertel des Preises der hieszulande üblichen Dachsysteme installiert; die Wärmepreise liegen im Bereich von 3 bis 4 ct/kWh [77]. Damit ist Solarthermie auf dem besten Wege, sich zu einer Standardkomponente in dänischen Nahwärmenetzen zu etablieren. Zwar sind in Dänemark bessere Voraussetzungen für die Einbindung von solarer Wärme in Wärmenetze gegeben, wie generell niedrige Netztemperaturen, die Verbreitung von Wärmenetzen selbst in ländlichen Gebieten und die bereits realisierte Kopplung von Strom- und Wärmemarkt aufgrund des hohen Anteils von Windstrom im Energiesystem (vgl. Infobox 1). Dennoch haben sich in Baden-Württemberg die Rahmenbedingungen für den Bau Solarer Nahwärme verbessert; erste aussichtsreiche Beispiele sind bereits in Betrieb²⁵. Dennoch ist Solare Nahwärme hieszulande noch relativ unbekannt. Die positiven Erfahrungen aus Dänemark hinsichtlich dieser vielversprechenden Technologie sollten daher stärker publik gemacht werden. Ein Ansatzpunkt dafür bieten die gerade in Baden-Württemberg geleisteten Vorarbeiten bei der Entwicklung saisonaler Wärmespeicher und der Errichtung von großen Solarwärme-Pilotanlagen (u.a. Crailsheim).
 - Kopplung von Strom- und Wärmemarkt

In Dänemark hat die starke Entwicklung der Windstromerzeugung auch interessante Perspektiven für den Wärmemarkt eröffnet, wie z.B. die Einbindung von solarer Wärme und EE-Strom (Power to heat). Der Einbau großer Wärmespeicher in die Fernwärmesysteme hat sich als No-Regret-Maßnahme erwiesen. Hiesige Fernwärmeversorger können sich an dieser Entwicklung ein Beispiel nehmen.

Abschließend sei erwähnt, dass es in Baden-Württemberg bereits einige vorzeigbare Realisierungen von KWK-Anlagen gibt, die sich zumindest teilweise an den dänischen Erfahrungen orientieren. Zu nennen sind hier vor allem die Stadtwerke Schwäbisch Hall, die an etwa 18 Standorten Heiz(kraft)werke auf Erdgas- und Biogasbasis in Verbindung mit Nahwärmenetzen [78] und darüber hinaus noch zahlreiche BHKW zur Versorgung von Einzelobjekten betreiben [79]. Die einzelnen Nahwärmegebiete werden kontinuierlich miteinander verbunden, um einen optimierten Betrieb des Wärmenetzes zu gewährleisten (siehe Abbildung 29).

²⁵ Siehe z.B. <http://www.bioenergiedorf-buesingen.de/>



Abbildung 29: Wärmeverbund in Schwäbisch Hall [78].

Die Region Schwäbisch Hall verfolgt die Vision, bis zum Jahr 2030 ihren Strom- und Wärmebedarf fast zur Gänze aus erneuerbaren Energien zu decken [80]. Um diese Vision zu erreichen, verfolgen die Stadtwerke Schwäbisch Hall als Partner der Region die Strategie, die Erdgasversorgung zugunsten der Nahwärme zurückzubauen und die Nahwärmesysteme fortlaufend zu einem leistungsfähigen Fernwärmenetz zusammenzuschließen. Dazu sollen dezentrale BHKW verstärkt auf zentrale KWK-Anlagen umgestellt werden, welche wiederum zunehmend mit Biokraftstoffen betrieben werden sollen. Bestandteil der Wärmeversorgungsstrategie der Stadtwerke Schwäbisch Hall ist auch, die Nahwärmesysteme im Zuge von ohnehin fälligen Sanierungsmaßnahmen der Infrastruktur in Bestandsgebieten (Abwasser, Strom, Telekommunikation etc.) zu verlegen. Dabei sollen die Hausanschlüsse zunächst auf Kosten der Stadtwerke eingebaut und diese den Gebäudeeigentümern erst bei Umstellung auf Fernwärme in Rechnung gestellt werden. Energieintensive kommunale Liegenschaften sowie private Betriebe sollen über Contracting an die zentrale Fernwärmeversorgung angeschlossen werden [81]. Die Stadtwerke Schwäbisch Hall kooperieren hinsichtlich des Betriebs ihrer Wärmenetze sowie dem Management der KWK-Anlagen mit dänischen Unternehmen und Wissenschaftlern. Zudem wurde von den Stadtwerken Schwäbisch Hall bereits eine Fachtagung in Zusammenarbeit mit der AGFW, dem Danish Board of District Heating und der Dänischen Botschaft ins Leben gerufen²⁶.

²⁶ Fachkonferenz „Innovative Fernwärmelösungen aus Dänemark – Antworten auf die Energie-wende“ am 26. Juni 2014 in Schwäbisch Hall.

6.2.6 Zwischenfazit

Der Wärmemarkt in Deutschland und speziell in Baden-Württemberg wird heute von dezentralen Einzelheizungen dominiert. Ein großer Teil davon ist noch älteren Datums und nutzt den eingesetzten Brennstoff wenig effizient. Sollen die Klimaschutzziele der Landesregierung erreicht werden, muss der Anteil der KWK im Wärmemarkt, sowohl in der Objektversorgung und in der Industrie, als auch in Verbindung mit Wärmenetzen, und unter Nutzung von EE, stark wachsen.

Die Kenntnis von Wärmebedarfen und -potentialen ist die entscheidende Voraussetzung dafür, den gezielten Strukturwandel hin zur effizienten und nachhaltigen Wärmeversorgung auf Basis dezentraler KWK-Anlagen, vorhandener Abwärmequellen und EE einzuleiten. Diesem Zweck dienen **Quartierskonzepte (auf Projektebene) und kommunale Wärmepläne (zur strategischen Planung)**. In Quartierskonzepten und kommunalen Wärmeplänen sind dezentrale KWK-Einsatzmöglichkeiten der Prüfung von Wärmenetz- ausbaumöglichkeiten gleichzustellen. Ein sorgfältiger Vergleich der einzelnen Optionen kann dann auch die Entscheidungsfindung in den entsprechenden Siedlungsquartieren erleichtern.

Da von EU-Seite bereits die Aufstellung nationaler Wärme- und Kältepläne gefordert wird, würde Baden-Württemberg als Vorreiter einer kommunalen Wärmeplanung die sich ohnehin abzeichnende Entwicklung vorwegnehmen und könnte somit auch deutlich schneller davon profitieren.

Damit Kommunen dieser Aufgabe gerecht werden können, ist es zunächst notwendig, dort Sinn und Nutzen von Wärmeplänen nahe zu bringen sowie die notwendige personelle und infrastrukturelle Kompetenz aufzubauen. Dazu sollte den Kommunen eine Bandbreite an Hilfestellungen angeboten werden, die ihrerseits vom Land kommen. Perspektivisch sollte eine solche kommunale Wärmeplanung auch durch die Gesetzgebung abgesichert werden.

7 Landesmaßnahmen

Aufbauend auf den vorangegangenen Kapiteln werden nachfolgend Maßnahmen abgeleitet. Dabei wurde die Zielsetzung verfolgt, einen **umsetzungsorientierten Katalog von Landesmaßnahmen** mit einer Einordnung zur Zielerreichung und Zeitschiene vorzulegen.

Die vorgeschlagenen Landesmaßnahmen können jedoch nur dann ihre volle Wirkung entfalten, wenn die Rahmenbedingungen auf Bundesebene angemessen ausgestaltet werden. In erster Linie ist die kommende Novellierung des KWKG zu nennen. Die bestehenden Ziele zum KWK-Ausbau in Baden-Württemberg wurden im Zuge der Erstellung des IEKK ausgehend von den Bundeszielsetzungen abgeleitet. Eine Änderung der KWK-Ziele auf Bundesebene würde deshalb erfordern, dass die KWK-Landesziele überprüft und ggf. angepasst werden müssten. Die **Beibehaltung des 25 %-Ziels auf Bundesebene mit zieladäquater Novellierung der KWKG-Förderung ist somit zwingend erforderlich, um die Zielsetzungen des Landes zum KWK-Ausbau beizubehalten und den KWK-Ausbau in Baden-Württemberg umzusetzen**. Ohne eine zieladäquate KWKG-Novellierung werden die hier vorgeschlagenen Landesmaßnahmen die Zielerreichung auf Landesebene alleine nicht gewährleisten können.

Eine weitere Voraussetzung für die Umsetzung der hier vorgeschlagenen Landesmaßnahmen ist die **Verfügbarkeit von Landesmitteln**. Im Rahmen der vorliegenden Arbeiten konnte nicht im Detail untersucht werden, welche Kosten für die Umsetzung einzelner Maßnahmen seitens der Landesregierung zu erwarten sind. Zur ungefähren Einordnung wurde jedoch eine qualitative Abschätzung des Aufwands für die Maßnahmen vorgenommen. Darüber hinaus war es nicht Bestandteil des Auftrags, eine Kosten- und Wirtschaftlichkeitsbewertung des KWK-Ausbaupfads vorzunehmen. Dazu wird insbesondere auf die aktuelle Kosten-Nutzen-Analyse in [11] verwiesen, die in die Evaluierung und Weiterentwicklung des KWKG einfließen wird.

Weiterhin ist für eine erfolgreiche, effiziente und effektive Umsetzung der Landesmaßnahmen unumgänglich, dass die von der Landesregierung Baden-Württemberg initiierten **Maßnahmen von der Branche und den Akteuren mitgetragen und unterstützt werden**. Deshalb wurde bereits im Zuge der Erstellung des vorliegenden Konzepts ein Begleitkreis von Experten und Akteuren eingesetzt, mit dem die hier vorgeschlagenen Maßnahmen diskutiert wurden. Den beteiligten Akteuren des Begleitkreises kommt deshalb über die Phase der Erstellung des KWK-Landeskonzepts insbesondere im Hinblick auf die Umsetzung eine wichtige **Multiplikatorenrolle** zu.

Die Erstellung und Umsetzung des Landeskonzepts KWK ist Teil des IEKK-Maßnahmenpakets (IEKK-Maßnahme M 19). Das Landeskonzept KWK als wichtige IEKK-Maßnahme sollte – einschließlich der KWK-Maßnahmen – nach seiner Verabschiedung laufend einem Monitoring, einer Erfolgskontrolle und ggf. einer Fortschreibung unterzogen werden.

Kriterien zur Einordnung und Priorisierung der Maßnahmen

Neben einer Beschreibung und Konkretisierung wurden die einzelnen Maßnahmen auf der Basis der folgenden Kriterien eingeordnet und priorisiert:

- Handlungsfeld: Die Maßnahmen wurden nach übergeordneten Handlungsfeldern gruppiert: Bundesinitiativen; Information, Beratung und Unterstützung; Förderung; Ordnungsrecht; Vorbildfunktion des Landes.
- Einwirkung auf die Zielsetzung: beschreibt die zu erwartende Wirkung einer Maßnahme zur Umsetzung des KWK-Ausbaupfads bis 2020 in Baden-Württemberg. Ausprägungen: gering/indirekt (z.T. mit Multiplikatoreffekt), mittel, hoch.
- Aufwand für die Umsetzung: qualitative Abschätzung des Aufwands, der für die Landesregierung mit der Umsetzung der Maßnahme verbunden ist. Ausprägungen: gering, aufwändig, aufwändiger, sehr aufwändig.
- Erforderlicher Maßnahmenbeginn: beschreibt den zur erfolgreichen Durchführung der Maßnahme erforderlichen Umsetzungsbeginn. Je nach Maßnahme sind z.T. umfangreichere Vorarbeiten erforderlich. Ausprägungen: sofort umzusetzende Maßnahme, mittelfristig umzusetzende Maßnahme.
- Wirkungshorizont der Maßnahme: beschreibt qualitativ die zeitliche Wirkung der Maßnahmen unter Berücksichtigung von Vorarbeiten bzw. Multiplikatoreffekten. Ausprägungen: kurz-, mittel-, langfristig.
- Zielgruppe (und Akteure): Spezifikation der Akteure, auf die die Maßnahme abzielt, die in die Umsetzung eingebunden werden müssen und die als Multiplikatoren agieren sollen. Die Zuordnung der Akteure erfolgt auf Basis der KWK-Akteursmatrix.
- Betroffene Anwendungsbereiche: Spezifikation des KWK-Anwendungsbereichs, auf den die Maßnahme abzielt. Die Zuordnung zu den Anwendungsbereichen erfolgt auf Basis der KWK-Akteursmatrix.

Maßnahmenübersicht nach Handlungsfeldern

Die vorgeschlagenen 22 Maßnahmen wurden in fünf übergeordnete Handlungsfelder eingeordnet. Um Überschneidungen mit der Nummerierung des IEKK zu vermeiden, wurden die Maßnahmen mit dem Vorsatz KWK durchnummeriert (KWK 1, KWK 2, ...). Die Maßnahmen werden nachfolgend aufgelistet, gefolgt von der Kategorisierung und Zuordnung in Kategorien. Im Anschluss folgt die detaillierte Maßnahmenbeschreibung.

Bundesinitiativen

- KWK 1: Bundesinitiative KWKG
- KWK 2: Bundesratsinitiative für eine zügige und anspruchsvolle Umsetzung der EU-Energieeffizienz-Richtlinie

- KWK 3: Gesetzesinitiative zur Erstellung kommunaler Wärmepläne auf Bundesebene einfordern
- KWK 4: Einsatz der Landesregierung für einen funktionierenden Emissionshandel

Information, Beratung und Unterstützung

- KWK 5: KWK-Informationskampagne und KWK-Landesportal
- KWK 6: Voraussetzungen für standardisierte Wärmepläne und Versorgungskonzepte schaffen
- KWK 7: Unterstützung bei der Realisierung von KWK-Projekten durch BHKW-Lotsen
- KWK 8: Verbesserung der Datenbasis zu Nah- und Fernwärmenetzen, innovativen KWK-Objektversorgungen und industrieller KWK-Nutzung in Verbindung mit der Darstellung von Wärmebedarfsdichten
- KWK 9: Abwärmepotenziale erheben und Marktmodell schaffen (IEKK-Maßnahmen: M 59 und M 60)
- KWK 10: Einrichtung einer KWK-Austauschplattform
- KWK 11: KWK-Know-how der regionalen Energieagenturen, Handwerker, Quartiersmanager, Klimaschutzmanager und Umweltämter stärken
- KWK 12: Wohnungsgesellschaften, Wohnungsbaugenossenschaften und Wohnungseigentümergeinschaften mobilisieren

Förderung

- KWK 13: Landeseigene Fördermittel für KWK und Wärmenetze an stringente Zusatzbedingungen knüpfen
- KWK 14: Wärmenutzung bestehender Biogasanlagen verbessern: Förderung von Bioenergiedörfern fortsetzen und um innovative Elemente ergänzen
- KWK 15: Zuschüsse für KWK-Anlagen im Rahmen KfW-geförderter integrierter Quartierskonzepte vergeben
- KWK 16: Wettbewerb KWK-Modellkommune: Unterstützung für Kommunen ohne Stadtwerke
- KWK 17: Fortsetzung und Weiterentwicklung von Landesförderprogrammen (insb. „Klimaschutz-Plus“ für die Förderung von Wärmeplänen) sowie deren öffentlichkeitswirksame Darstellung und Evaluierung
- KWK 18: Pilotprojekte für residuallastangepasste KWK-Konzepte fördern und einem Monitoring unterziehen

Ordnungsrecht

- KWK 19: KWK im EWärmeG als gleichberechtigte Erfüllungsoption umsetzen
- KWK 20: Verpflichtung zur Entwicklung kommunaler Wärmepläne und Versorgungskonzepte prüfen

Vorbildfunktion des Landes

- KWK 21: KWK-Projekte in Landesliegenschaften umsetzen und landeseigene KWK-Maßnahmen stärker öffentlichkeitswirksam präsentieren
- KWK 22: Prüfung und verstärkter Einsatz von KWK in Landesliegenschaften

Gesamtübersicht nach Kategorien

Die vorgeschlagenen Maßnahmen wirken sich unterschiedlich stark auf den zur Zielerreichung erforderlichen KWK-Zubau aus. Darüber hinaus ist die Vorbereitung und Umsetzung der Maßnahmen mit unterschiedlich hohem Aufwand bzw. Zeitbedarf verbunden. Um die Handhabung und praktische Umsetzung der Maßnahmen zu operationalisieren, werden sie nachfolgend in **drei Kategorien** eingruppiert.

Im Fokus der Umsetzung seitens der Landesregierung sollten zunächst die Maßnahmen der Kategorie 1 stehen. Diese umfasst Landesmaßnahmen, die kurzfristig umgesetzt werden können und für die ein vergleichsweise geringer Umsetzungsaufwand zu erwarten ist. Maßnahmen der Kategorie 2 erfordern im Vorfeld deutlich mehr Vorbereitungsaufwand bzw. Vorlaufzeit. Trotzdem sind diese Maßnahmen bzw. die entsprechenden Vorarbeiten und Vorbereitungen zeitnah anzugehen, damit die Umsetzung mit Blick auf 2020/2022 rechtzeitig erfolgen kann. In Kategorie 3 wurden jene Maßnahmen eingruppiert, die eine flankierende Rolle bei der Umsetzung spielen. Sie wirken i.d.R. indirekt auf die Zielsetzung ein, können aber zu einem großen Teil eine wichtige Multiplikatorfunktion einnehmen und sind darüber hinaus überwiegend mit geringem Aufwand seitens der Landesregierung umzusetzen.

Kategorie 1: Landesmaßnahmen, die kurzfristig und mit geringem Aufwand umsetzbar sind

- KWK 1: Bundesinitiative KWKG
- KWK 2: Bundesratsinitiative für eine zügige und anspruchsvolle Umsetzung der EU-Energieeffizienz-Richtlinie
- KWK 13: Landeseigene Fördermittel für KWK und Wärmenetze an stringente Zusatzbedingungen knüpfen
- KWK 14: Wärmenutzung bestehender Biogasanlagen verbessern: Förderung von Bioenergiedörfern fortsetzen und um innovative Elemente ergänzen
- KWK 15: Zuschüsse für KWK-Anlagen im Rahmen KfW-geförderter integrierter Quartierskonzepte vergeben
- KWK 19: KWK im EWärmeG als gleichberechtigte Erfüllungsoption umsetzen
- KWK 22: Prüfung und verstärkter Einsatz von KWK in Landesliegenschaften

Kategorie 2: Mit erhöhtem Aufwand bzw. zeitlichem Vorlauf umsetzbare Maßnahmen

- KWK 3: Gesetzesinitiative zur Erstellung kommunaler Wärmepläne auf Bundesebene einfordern
- KWK 5: KWK-Informationskampagne und KWK-Landesportal
- KWK 6: Voraussetzungen für standardisierte Wärmepläne und Versorgungskonzepte schaffen
- KWK 7: Unterstützung bei der Realisierung von KWK-Projekten durch BHKW-Lotsen

- KWK 8: Verbesserung der Datenbasis zu Nah- und Fernwärmenetzen, innovativen KWK-Objektversorgungen und industrieller KWK-Nutzung in Verbindung mit der Darstellung von Wärmebedarfsdichten
- KWK 9: Abwärmepotenziale erheben und Marktmodell schaffen (IEKK-Maßnahmen: M 59 und M 60)
- KWK 12: Wohnungsgesellschaften, Wohnungsbaugenossenschaften und Wohnungseigentümergeinschaften mobilisieren
- KWK 16: Wettbewerb KWK-Modellkommune: Unterstützung für Kommunen ohne Stadtwerke
- KWK 20: Verpflichtung zur Entwicklung kommunaler Wärmepläne und Versorgungskonzepte prüfen

Kategorie 3: Flankierende Maßnahmen

- KWK 4: Einsatz der Landesregierung für einen funktionierenden Emissionshandel
- KWK 10: Einrichtung einer KWK-Austauschplattform
- KWK 11: KWK-Know-how der regionalen Energieagenturen, Handwerker, Quartiersmanager, Klimaschutzmanager und Umweltämter stärken
- KWK 17: Fortsetzung und Weiterentwicklung von Landesförderprogrammen (insb. „Klimaschutz-Plus“ für die Förderung von Wärmeplänen) sowie deren öffentlichkeitswirksame Darstellung und Evaluierung
- KWK 18: Pilotprojekte für residuallastangepasste KWK-Konzepte fördern und einem Monitoring unterziehen
- KWK 21: KWK-Projekte in Landesliegenschaften umsetzen und landeseigene KWK-Maßnahmen stärker öffentlichkeitswirksam präsentieren

Beschreibung der Maßnahmen im Handlungsfeld Bundesinitiativen

KWK	1	Bundesinitiative KWKG	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> <u>sehr hoch</u>		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> gering	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort		<i>Wirkungshorizont:</i> mittelfristig	
<i>Zielgruppe:</i> alle Akteure		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> alle	
<p><i>Beschreibung der Maßnahme:</i></p> <p>Um die in Baden-Württemberg gesteckten Ausbauziele im Bereich KWK bis 2020/2022 erreichen zu können, ist eine dem 25 %-Bundesziel entsprechende Novellierung des KWKG unbedingt erforderlich. Ohne eine solche zieladäquate KWKG-Novellierung können die hier vorgeschlagenen Landesmaßnahmen die Zielerreichung alleine nicht gewährleisten.</p> <p>Um die im Jahr 2015 geplante KWKG-Novelle aktiv mitgestalten zu können, sollte die Landesregierung zeitnah einen Entwurf der Bundesregierung einfordern. Ein Hauptaugenmerk sollte dabei auf der Erhaltung der Ausbaudynamik im Bereich der Objektversorgung gelegt werden. Dazu wird eine finanzielle Kompensation der im Zuge der EEG-Novelle 2014 eingeführten Umlage auf eigenverbrauchten Strom notwendig sein.</p> <p>Darüber hinaus sind die Auswirkungen der in den letzten Jahren stark gesunkenen Börsenstrompreise auf die Wirtschaftlichkeit des KWK-Betriebs zu ermitteln und über eine entsprechende Erhöhung der Zuschläge (auch für Bestandsanlagen) zu kompensieren. Berücksichtigt werden sollte</p>			

dabei die Effizienzsteigerung und der CO₂-Vorteil der KWK-Stromerzeugung, insbesondere der erdgasgefeuerten Anlagen, im Vergleich zu Kraftwerken im Kondensationsbetrieb. Weiterhin sollten hemmende Regelungen abgeschafft werden (z.B. Förderbruch bei 50 kW oder die Begrenzung auf 30.000 Volllaststunden bzw. 10 Jahre).

Zur Anreizung einer stärker bedarfsorientierten Fahrweise sollten die KWK-Zuschläge strommarkt-orientiert dynamisiert werden. Das bedeutet, dass sich die Höhe der Zuschläge an den Spotmarktpreisen orientiert und in Niedrigpreisphasen geringer ausfällt als in Hochpreisphasen. Damit würde eine hohe Stromproduktion in Hochpreisphasen angereizt und die Vorhaltung von entsprechend höherer Leistung wirtschaftlich ermöglicht. Daneben sollten Investitionen in flexibel verfügbare Leistung über eine Flexibilitätsprämie ähnlich der für Biogasanlagen im EEG honoriert werden, was eine größere Auslegung der BHKW-Leistung anreizen und diese vom eigenbedarfsorientierten Grundlastproduzenten zum flexiblen residuallastabhängigen Erzeuger wandeln würde.

Die Deckelung der KWK-Förderung in einer Höhe von 750 Mio. €/a sollte im Blick behalten und ggf. frühzeitig eine Anhebung eingefordert werden. Im Bereich der Wärmenetzförderung sollte auf eine Vereinfachung der Antrags- und Genehmigungsverfahren hingewirkt werden. Die Fortsetzung der Förderung von Wärmespeichern ist sicherzustellen.

KWK	2	Bundesratsinitiative für eine zügige und anspruchsvolle Umsetzung der EU-Energieeffizienz-Richtlinie	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> hoch		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> gering	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort		<i>Wirkungshorizont:</i> langfristig	
<i>Zielgruppe:</i> Contracting-Unternehmen, Kommunen/Stadtwerke, Versorgungsunternehmen, Stadtwerkeverbände/Große Energieversorger		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> alle Anwendungsbereiche, insbesondere Nah- und Fernwärme	
<i>Beschreibung der Maßnahme:</i>			
<p>Die EU-Energieeffizienz-Richtlinie liefert wichtige Impulse, die die verstärkte Nutzung von KWK (in allen Anwendungsbereichen) und/oder der Fernwärme unterstützen. Unter anderem fordert sie die Mitgliedsstaaten dazu auf, ausgehend von einer umfassenden Potentialstudie und einer Kosten-Nutzen-Analyse Maßnahmen zur Entwicklung der hocheffizienten KWK – im Wohnungssektor, in der Industrie sowie zur Fernwärme- und Fernkälteversorgung – zu ergreifen. Daneben bieten diverse andere Regelungen der Richtlinie günstige Rahmenbedingungen für KWK und Fernwärme.</p> <p>Die Bundesregierung hat die EU-Energieeffizienz-Richtlinie nach Ablauf der Frist (05. Juni 2014) erst teilweise umgesetzt. Im Besonderen wurden die Gestaltungsspielräume, die bei der Umsetzung in nationales Recht bestehen, noch nicht ausreichend für die Belange der KWK und Wärmenetze genutzt. Die Landesregierung sollte sich im Bundesrat für eine zügige und anspruchsvolle Umsetzung der Richtlinie einsetzen. Dabei sollen insbesondere nationale Anforderungen an die Erstellung, Umsetzung und Fortschreibung kommunaler Wärmepläne Berücksichtigung finden.</p>			

KWK	3	Gesetzesinitiative zur Erstellung kommunaler Wärmepläne auf Bundesebene einfordern	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> mittel		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> aufwändig	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> mittelfristig		<i>Wirkungshorizont:</i> langfristig	
<i>Zielgruppe:</i> Kommunen/Stadtwerke		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> Kommunen, Stadtwerke (Anreize für alle Anwendungsbereiche)	

Beschreibung der Maßnahme:

Von Seiten der EU (Erneuerbare-Energien-Richtlinie, Energieeffizienz-Richtlinie), aber auch von Seiten des Bundes (Erfahrungsbericht zum EEWärmeG) und der Länder gibt es Impulse, die die Einführung kommunaler Wärmepläne unterstützen. Diese werden aber nur mit wenigen Ausnahmen von den Ländern aufgegriffen. Beispielsweise enthält § 4 des Gesetzentwurfs des Thüringer Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetzes vom Januar 2013 die Verpflichtung der Erarbeitung einer kommunalen Wärmeanalyse und -strategie. Mit der Etablierung dieses Instruments soll explizit die Entwicklung und Umsetzung lokaler Wärmeconzepte gefördert werden, wobei sich der Gesetzentwurf auf Art. 13 Abs. 3 der EE-Richtlinie bezieht und die Bedeutung kommunaler Wärmepläne für den Ausbau der KWK ausdrücklich adressiert. Es verwundert jedoch nicht, dass die Länder in diesem juristischen Bereich der konkurrierenden Gesetzgebung insgesamt eine eher abwartende Haltung einnehmen, da eine Bundesregelung etwaige Landesgesetze brechen würde. In diesem Sinne ist wohl auch die Aufforderung der 81. Umweltministerkonferenz (UMK) an die Bundesregierung, die rechtlichen Rahmenbedingungen zur Ermächtigung der Länder zur Aufstellung von kommunalen Wärmeplänen zu prüfen, zu verstehen. Um Doppelarbeiten zu vermeiden, sollte aus Landessicht zunächst das Ergebnis der Prüfung auf Bundesebene abgewartet werden.

Die Landesregierung sollte die dazu bestehenden Aktivitäten fortführen und auf Bundesratsebene im Einvernehmen mit anderen Bundesländern Vorschläge für entsprechende Gesetzesinitiativen des Bundes einfordern bzw. initiieren.

KWK	4	Einsatz der Landesregierung für einen funktionierenden Emissionshandel	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> indirekt		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> gering	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort		<i>Wirkungshorizont:</i> mittelfristig	
<i>Zielgruppe:</i> am Strommarkt tätige KWK-Akteure		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> insb. erdgasbetriebene KWK und Fernwärme	
<i>Beschreibung der Maßnahme:</i>			
<p>Die Landesregierung sollte darauf hinwirken, dass durch eine Verknappung der CO₂-Zertifikate das Emissionshandelssystem (ETS) seine Lenkungswirkung zurückerhält. Der Strommarkt ist prinzipiell u.a. dazu geeignet, als Signalgeber für einen residuallastabhängigen Betrieb der KWK zu fungieren. Allerdings führen niedrige Preise für Kohle im Vergleich zu Erdgas sowie für CO₂-Emissionsrechte dazu, dass die Erdgas-KWK ihre Vorteile hinsichtlich Klima- und Ressourcenschonung nicht ausspielen kann und im direkten Wettbewerb verdrängt wird. Somit ist ein funktionierender ETS für die Konkurrenzfähigkeit der KWK im Strommarkt von entscheidender Bedeutung. Nur bei einem ausreichend hohen CO₂-Preis kann die gasgefeuerte KWK die Effizienzvorteile gegenüber der ungekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung auch in wirtschaftliche Vorteile ummünzen und sich in der Merit-Order direkt hinter die erneuerbaren Energien einordnen.</p> <p>Sollten diese Bemühungen nicht zum Erfolg führen oder sich der Erfolg erst langfristig abzeichnen, sollte verstärkt darauf gedrängt werden, dass die Klimaschutzwirkung der KWK in den Fördersätzen des KWKG (Maßnahme KWK 1) abgebildet wird, unter Berücksichtigung einer entsprechenden Differenzierung zwischen Gas- und Kohle-KWK.</p>			

Beschreibung der Maßnahmen im Handlungsfeld Information, Beratung und Unterstützung

KWK	5	KWK-Informationskampagne und KWK-Landesportal	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> indirekt, aber hoher Multiplikatoreffekt		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> aufwändiger	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort, umfangreiche Vorarbeiten erforderlich		<i>Wirkungshorizont:</i> mittelfristig	
<i>Zielgruppe und Akteure:</i> alle KWK-Akteure		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> alle, einschl. Industrie	
<p><i>Beschreibung der Maßnahme:</i></p> <p>Mit einem KWK-Landesportal können alle Aktivitäten, Informationen und KWK-relevante Themen einschließlich Informationen zum Thema Wärmenetze gebündelt präsentiert werden. Das Portal soll als Anlaufstelle für KWK-Interessenten, Betreiber, Hersteller, sowie für die interessierte Öffentlichkeit dienen. Als Vorbild für ein KWK-Landesportal kann die Website des Landes Nordrhein-Westfalen dienen. Das Portal wird von der EnergieAgentur.NRW betreut und mit Inhalten gefüllt. Auf dem KWK-Landesportal können zahlreiche weitere Maßnahmen, Informationen, Ergebnisse, Veranstaltungshinweise und Förderübersichten verankert und präsentiert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationsmaterial: KWK-Leitfaden (vgl. Maßnahme KWK 11), Material zu Wärmeversorgungskonzepten, Material zu Nah- und Fernwärme (u.a. Nutzung bestehender Materialien der damaligen Nahwärme-Kampagne, Informationen zu innovativen Netzversorgungslösungen), Veranstaltungskalender • Fördermöglichkeiten: Einbettung des Wettbewerbs KWK-Modellkommune (Maßnahme KWK 16), Links zu Förderprogrammen, Förderrechner, BHKW-Rechner • Verknüpfung mit den Aktivitäten der KEA: Contracting, Nahwärme, Quartierskonzepte • Konkrete Unterstützung bei der Umsetzung: Verankerung des BHKW-Lotsen (Maßnahme KWK 7), Darstellung von Leuchtturm- und best-practice-Projekten, Gründerfibel Energiegenossenschaften • Einbettung des Arbeitskreis Dezentrale Energietechnik (DEZENT) • Branchenübersicht KWK in BW: Übersicht über KWK-Fachunternehmen, Hersteller, Contractoren, Handwerk etc. • Information über die Austauschplattform KWK BW (vgl. Maßnahme KWK 10) und Verlinkung bei Onlineverfügbarkeit analog zur „Smart Grids-Plattform Baden-Württemberg“ • Interaktive Wärmenetzkarte, auf der alle Wärmenetze Baden-Württembergs zusammen mit ihren wichtigsten Eigenschaften eingetragen sind (Vorbild Wärmenetzkarte Schleswig-Holstein, siehe Maßnahme KWK 8) <p>Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beteiligung und Mitwirkung der Akteure und Branche • Fachlich kompetente Betreuung des Portals • Laufende Aktualisierung und Pflege mit entsprechender finanzieller und personeller Ausstattung <p>Diese Maßnahme sollte ohne Zeitverzug in Angriff genommen werden, da vor dem Start des Portals Vorarbeiten erforderlich sind. Im Zuge der Vorbereitung sollte zeitnah mit den Initiatoren und Betreibern des KWK-Portals in NRW Kontakt aufgenommen werden, um von deren Erfahrungen Gebrauch zu machen.</p>			

KWK	6	Voraussetzungen für standardisierte Wärmepläne und Versorgungskonzepte schaffen	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> indirekt, unterstützend		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> aufwändiger	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort, ggf. umfangreiche Vorarbeiten erforderlich		<i>Wirkungshorizont:</i> mittel- bis langfristig	
<i>Zielgruppe:</i> Kommunen/Stadtwerke		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> alle Anwendungsbereiche	
<p><i>Beschreibung der Maßnahme:</i></p> <p>Kommunale Wärmepläne und Versorgungskonzepte können wesentlich dazu beitragen, die politischen Akteure vor Ort für effiziente KWK und Wärmenetze, aber auch für Klimaschutz im Allgemeinen zu sensibilisieren. Damit liefern sie auch günstige Voraussetzungen für eine gute Projektplanung. Da es auf EU-Ebene und im Bund bereits einige Impulse gibt, die die Einführung von kommunalen Wärmeplänen unterstützen, ist abzusehen, dass die Erstellung solcher Wärmepläne mittelfristig auch vom Gesetzgeber stärker forciert wird. Daher sollte die Landesregierung dafür Sorge tragen, dass bereits heute die Weichen für eine etwaige gesetzliche Verpflichtung gestellt werden, und die Kommunen vorausschauend zur Erstellung von Wärmeplänen ermutigen.</p> <p>Viele Fragen und Probleme, die bei der Ausfertigung von Wärmeplänen und Versorgungskonzepten anfallen, werden dabei in den verschiedenen Kommunen in ähnlicher Form auftreten. Es ist nicht sinnvoll, wenn Doppelarbeit, z.B. bei der Recherche von Kostendaten, geleistet wird. Von Seiten des Landes sollten daher Planungshilfen zur Verfügung gestellt werden. Wesentlich sind hierbei Leitfäden zur Erstellung kommunaler Wärmepläne und Versorgungskonzepte (vgl. „Leitfaden Energienutzungsplan“ des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit), welche ein standardisiertes Analyse- und Ergebnistraster vorsehen und damit auch eine gewisse Mindestqualität der Konzepte vorgeben. Die Planungshilfen könnten außerdem, nach dem Vorbild Dänemarks, Kataloge zu Kosten und technischen Parametern von KWK-Anlagen, Energieeffizienzmaßnahmen und erneuerbaren Energien darstellen. Zudem sollte das Land die Kommunen bei der Bestandsaufnahme unterstützen, indem diesen GIS-basierte Daten zur Landnutzung, zur Siedlungsstruktur und zu Wärmebedarfsdichten zur Verfügung gestellt werden. Hierzu bietet sich ein einheitliches Portal (z.B. der LUBW-Energiewendeatlas) an, welches die Kommunen nutzen können (siehe Maßnahme KWK 8). Außerdem sollte das Land die Kommunen dabei unterstützen, Instrumente zur Sicherung der Anschlussdichte von Nah- und Fernwärmeversorgungen zu erlassen. Dies kann in Form von Muster-Wärmesatzungen geschehen, welche Regelungen zum Anschlussrecht, zur Anschluss- und Benutzungspflicht (im Rahmen der wirtschaftlichen Zumutbarkeit) und entsprechende Ausnahmeregelungen berücksichtigen.</p> <p>Für eine erfolgreiche Umsetzung ist eine geeignete finanzielle und personelle Ausstattung, eine fachlich kompetente Vorbereitung sowie die Beteiligung und Mitwirkung der Akteure und Branche erforderlich.</p>			

KWK	7	Unterstützung bei der Realisierung von KWK-Projekten durch BHKW-Lotsen	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> mittel		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> aufwändig	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort		<i>Wirkungshorizont:</i> mittelfristig	
<i>Zielgruppe und Akteure:</i> Wohneigentümergeinschaften, Hauseigentümer insb. Besitzer von Mehrfamilienhäusern, GHD, EVU (insb. Stadtwerke), Industrie (KMU)		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> Objektversorgung (Einzelgebäude)	

Beschreibung der Maßnahme:

Die Einrichtung eines BHKW-Lotsen nach dem Vorbild von proKlima - Der enercity-Fonds, Hannover ist eine wesentliche Maßnahme, um das Landeskonzept im Bereich der Objektversorgung (Einzelgebäude) umzusetzen. Dieser übernimmt die ordnungsgemäße Anmeldung und notwendige Abwicklung zur vollständigen Vergütung eines BHKW vor Auftragsvergabe und der Inbetriebnahme, sowie innerhalb des ersten Betriebsjahres.

Vom AK DEZENT wurden bereits erste Vorschläge eines BHKW-Lotsen BW von der KEA BW bewertet, die dahingehend vervollständigt werden sollten, dass die Aufgaben des BHKW-Lotsen von proKlima vollständig auf BW übertragen werden, so dass neben der Übernahme bürokratischer Formalia sowohl die Erstberatung über die Eignung und Modulauswahl sowie Unterstützung bei Förderanträgen als auch die Begleitung während oder nach Inbetriebnahme integriert ist. Es ist darauf zu achten, dass die Aufgabe des BHKW-Lotsen von einem unabhängigen und erfahrenen Berater/Experten wahrgenommen wird.

Die Maßnahme BHKW-Lotse sollte zum nächst möglichen Zeitpunkt in Angriff genommen werden, da der Informations- und Unterstützungsbedarf bei Zielgruppe und Akteuren als sehr umfangreich und dadurch als großes Hemmnis einzuordnen ist. Eine Verknüpfung mit der Maßnahme KWK 12 (Wohnungsgesellschaften, Wohnungsbaugenossenschaften und Wohnungseigentümergeinschaften mobilisieren) wird empfohlen. Die Möglichkeit einer Inanspruchnahme der BHKW-Lotsen BW sollte auch im Landesleitfaden zur KWK an prominenter Stelle aufgeführt werden.

KWK	8	Verbesserung der Datenbasis zu Nah- und Fernwärmenetzen, innovativen KWK-Objektversorgungen und industrieller KWK-Nutzung in Verbindung mit der Darstellung von Wärmebedarfsdichten	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> unterstützend, indirekt		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> sehr aufwändig	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort		<i>Wirkungshorizont:</i> mittelfristig	
<i>Zielgruppe:</i> Contracting-Unternehmen, Energiegenossenschaften, Kommunen/Stadtwerke, Entsorgungsunternehmen, Stadtwerkeverbände/Große Energieversorger		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> Objektversorgung, Inselnetze, Nahwärme, Fernwärme, Industrie,	
<i>Beschreibung der Maßnahme:</i>			
<p>Zur Beurteilung des Stands der Markteinführung der KWK und der Prognose der zukünftigen Entwicklungen ist eine solide Datenbasis eine grundsätzliche Voraussetzung. Daher sollten die Datenlücken, die insbesondere hinsichtlich Nah- und Fernwärmenetzen bestehen, geschlossen werden. Die Landesregierung sollte hierzu veranlassen, dass bestehende Nah- und Fernwärmenetze in einem Atlas, z.B. im Energiewendeatlas der LUBW, erfasst werden, welcher sodann online zur Verfügung gestellt wird. Sinnvollerweise sollte im Rahmen einer solchen Erhebung angestrebt werden, dass wichtige Daten des Wärmenetzes miterfasst werden, wie Länge, Anschlussleistung, Art der Wärmequelle, Wärmeabsatz, Wärmeabsatzdichte, Wärmeverluste, Primärenergiefaktor. Die damit erreichte Datentransparenz kann auch die Akzeptanz bei potentiellen Kunden steigern. Eine derartige Wärmenetzkarte kann aber auch wesentliche Erkenntnisse für Investoren der Wohnungswirtschaft oder der Kommunalverwaltungen im Hinblick auf die optimale Verzahnung von Gebäudeeffizienzmaßnahmen einerseits und der Art der Wärmeversorgung andererseits liefern, denn der anzugebene Primärenergiefaktor ist für die Erbringung gesetzlicher Pflichten im Wärmemarkt (insb. EnEV) relevant.</p> <p>Auch ausgewählte Beispiele innovativer KWK-Objektversorgungen und industrieller KWK-Nutzungen sollten aufgeführt werden, um die gesamte Bandbreite von KWK-Technologien abzubil-</p>			

den und attraktive Alternativen zu einer KWK-Wärmeversorgung ohne Netze aufzuzeigen. Die zu erfassenden Daten können entweder direkt von den Wärmenetzbetreibern abgefragt werden, oder lassen sich gegebenenfalls aus den Datenblättern der 4. BImSchV entnehmen. Die zu erstellende Wärmenetzkarte kann sich hinsichtlich der zu erfassenden Merkmale an dem Vorbild Schleswig-Holsteins orientieren (http://www.schleswig-holstein.de/Waermenetzkarte/DE/Waermenetzkarte_node.html). Anders als bei der schleswig-holsteinischen Wärmenetzkarte sollte aber möglichst der genaue Verlauf der Wärmenetze bzw. das damit versorgte Gebiet linien- bzw. flächenscharf hinterlegt werden

Durch den systematischen Abgleich von Wärmebedarf und -nachfrage z.B. im Zuge einer kommunalen Wärmeplanung lassen sich geeignete Standorte für KWK-Anlagen identifizieren. Eine solide Datengrundlage kann derartige Planungen erheblich erleichtern. Das Land sollte daher die im IEKK definierte Maßnahme M 62: Erstellen von Wärme- und Kälteplänen zügig umsetzen und die Wärmebedarfsdichten im Land möglichst in einem einheitlichen, GIS-basierten Atlas, z.B. dem LUBW-Energiewendeatlas, zur Verfügung stellen. Aus Gründen des Datenschutzes sollten abgestufte Zugangsberechtigungen an die Daten des Atlas geknüpft werden.

Für eine erfolgreiche Umsetzung ist eine geeignete finanzielle und personelle Ausstattung, eine fachlich kompetente Vorbereitung sowie die Beteiligung und Mitwirkung der Akteure und Branche erforderlich.

KWK	9	Abwärmepotenziale erheben und Marktmodell schaffen	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> mittel		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> hoch	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort		<i>Wirkungshorizont:</i> mittel- bis langfristig	
<i>Zielgruppe und Akteure:</i> Industrieunternehmen		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> Fern- und Nahwärme	
<p><i>Beschreibung der Maßnahme:</i></p> <p>Nach der im IEKK vorgesehenen Maßnahme M 59 sollen bisher ungenutzte Wärmepotenziale aus industrieller Abwärme systematisch erfasst und geprüft werden, ob regionale Wärme-senken vorhanden sind, die eine Nutzung der Wärme durch Dritte ermöglichen. In der ebenfalls nach IEKK vorgesehenen Maßnahme M 62 „Erstellung von Wärme- und Kälteplänen“ sollen der Bedarf an Wärme/Kälte mit dem Ort der Erzeugung (Kraftwerksstandorte, industrielle Abwärme, lokale Netze) abgeglichen werden. Durch die Verzahnung dieser beiden Maßnahmen mit dem laut M 19 (IEKK) zu erarbeitenden Wärme- und Kälteatlas (Energieatlas) ist eine Darstellung des Abwärmepotenzials prinzipiell möglich und sollte aufgrund der Bedeutung einer transparenten vollständigen Darstellung vorhandener Wärmesenken zeitnah in Angriff genommen werden. Inwieweit rechtliche Restriktionen aufgrund des Datenschutzes einer flächendeckenden Darstellung des Abwärmepotenzials entgegenstehen, sollte vorab geprüft werden ebenso in Abstimmung mit der Industrie (IHK) die Umsetzungsmöglichkeiten einer möglichst vollständigen praxis- und lösungsorientierten Erfassung einschließlich der wichtigsten Parameter (Mengen, Leistungen und Temperaturniveau). Im Hinblick auf den Datenschutz sollten unterschiedliche abgestufte Zugangsmöglichkeiten zu den jeweiligen Daten eingerichtet werden.</p> <p>Der im Energieportal Sachsen aufgeführte Abwärmeatlas kann für die Umsetzung in die Praxis als Vorbild dienen. In dem unter Maßnahmen KWK 3 bzw. KWK 20 aufgeführten Gesetzentwurf des Thüringer Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes wird in § 4 Kommunale Wärmeanalyse und -strategie auch ein Verfahren zur Erfassung der Abwärme von Gewerbe- und Industriebetrieben adressiert.</p> <p>Das nach M 60 (IEKK) vorgesehene Marktmodell zur Einspeisung von Abwärme in Wärmenetze ist zu befürworten, nach dem für die Einspeisung von Industrieabwärme in Wärmenetze der öffentli-</p>			

chen Versorgung praxisorientierte Marktmodelle für einen fairen Interessenausgleich zwischen Einspeiser und Netzbetreiber geschaffen werden sollen.

Die genauen Voraussetzungen für eine Darstellung des industriellen Abwärmepotenzials sollten zeitnah geklärt werden und parallel eine Vorgehensweise zur möglichen Erfassung und Integration dieser Angaben in den zu erstellenden Energieatlas BW verfolgt werden. Die genauen Voraussetzungen für eine Implementierung des Marktmodells sollten ebenfalls parallel erfasst werden.

KWK	10	Einrichtung einer KWK-Austauschplattform	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> indirekt, aber hoher Multiplikatoreffekt		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> aufwändig	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort, ggf. umfangreiche Vorarbeiten erforderlich		<i>Wirkungshorizont:</i> mittelfristig	
<i>Zielgruppe und Akteure:</i> Stadtwerke, Energieversorger, Kommunen, Wohnungswirtschaft, GHD, Industrie (KMU) Verbände,		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> alle, einschl. Industrie	
<i>Beschreibung der Maßnahme:</i>			
<p>Mit einer KWK-Austauschplattform, die wiederum in einzelne Arbeitskreise/Wirkungsbereiche untergliedert sein sollte, können sowohl zielgruppenspezifisch als auch generell die in BW relevanten Akteure vernetzt und an einen Tisch gebracht werden. Dieses Dialog- und Kooperationsforum mit entsprechenden Workshops, Veranstaltungen, runden Tischen (einschließlich der Initiierung von Veranstaltungen auf regionaler/lokaler Ebene) etc. kann für die Umsetzung des Landeskonzepts KWK einen entscheidenden Beitrag leisten. Als Vorbild kann die „Smart Grids-Plattform Baden-Württemberg“ dienen. Der AK DEZENT mit seinen Aktivitäten (Sitzungen, Teilnehmerkreis, jährliche Fachtagung) sollte ebenso wie bestehende Plattformen (z.B. des BHKW-Infozentrums) eingebunden bzw. berücksichtigt werden. Eine Verknüpfung mit dem KWK-Landesportal (vgl. Maßnahme KWK 5) kann dazu beitragen, den Multiplikatoreffekt und die Akzeptanz von KWK-Anlagen zu erhöhen.</p> <p>Diese Maßnahme sollte ohne Zeitverzug in Angriff genommen werden, da vor dem Start der Austauschplattform Vorbereitungen und Vorarbeiten erforderlich sind.</p>			

KWK	11	KWK-Know-How der regionalen Energieagenturen, Handwerker, Quartiersmanager, Klimaschutzmanager und Umweltämter stärken	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> indirekt, aber hoher Multiplikatoreffekt		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> mittel	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort		<i>Wirkungshorizont:</i> mittelfristig	
<i>Zielgruppe und Akteure:</i> Regionale Energieagenturen, Handwerk, Planer, Kommunen, Behörden, Akteure der Energie- und Baubranche		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> alle, einschl. Industrie	
<i>Beschreibung der Maßnahme:</i>			
<p>Energieagenturen, Handwerker, Quartiersmanager, Klimaschutzmanager und Umweltämter stellen fachkundige Personen bzw. Einrichtungen dar, die mit der Umsetzung von Energieeinsparungs- und Klimaschutzmaßnahmen befasst sind. Im Rahmen der Diskussion im Begleitkreis wurden sie als wichtige Akteure im Bereich der KWK identifiziert.</p> <p>Für die Umsetzung von KWK-Projekten und die erforderliche Steigerung der Dynamik beim Zubau</p>			

von KWK-Anlagen ist es unerlässlich, dass diese Personen bzw. Einrichtungen umfassend und aktuell zum Thema KWK informiert sind und diese Informationen zielgerichtet weitergeben.

In nahezu allen Regionen bzw. Kreisen des Landes sind regionale Energieagenturen präsent. Unter dem Motto „Aus der Praxis für die Praxis“ stellt die KEA BW ihr Energie-Wissen im Rahmen von Ausbildungen und Tagesseminaren auch für die Zielgruppe der **regionalen Energieagenturen** zur Verfügung. In diesem Fortbildungsangebot sollte die Vermittlung von Kenntnissen über die Eignung, Auslegung und Vorteile von KWK-Anlagen fester Bestandteil sein.

Ebenso ist die Erstellung eines „**Leitfadens KWK Baden-Württemberg**“ mit best practice-Anlagen einschließlich Fördermaßnahmen des Bundes und des Landes zu empfehlen, der gerade auch den regionalen Energieagenturen sowie allen an KWK Interessierten in kompakter gebündelter Form als Informationsquelle dienen kann. Aufbauend auf der bereits vorhandenen Broschüre „KWK – Gute Beispiele in der Praxis!“ des AK DEZENT und beispielsweise unter Einbeziehung der Broschüre „KWK-Ratgeber - Informationen zum Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung“ des niedersächsischen Umweltministeriums vom November 2012, des von der ASUE im Mai 2014 herausgegebenen „Leitfaden zur Anmeldung und steuerlichen Behandlung von Mikro-BHKWs bis zu 5 kW“ und den beim B.KWK vorhandenen Leitfäden könnte ein derartiger Leitfaden für BW mit relativ geringem Aufwand zeitnah erstellt werden.

Im Rahmen der Qualifizierungskampagne „**Energie – aber wie**“ des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, die über den Einsatz erneuerbarer Energien und über Techniken der rationellen Energienutzung informiert, könnten verstärkt Fachseminare und Fortbildungsangebote mit Zertifizierung für Akteure der Energie- und Baubranche, insb. das Handwerk mit Bezug zur KWK angeboten werden. Dabei sollten im Hinblick auf bestehende Angebote von Verbänden und Handwerk Synergien genutzt bzw. Überschneidungen vermieden werden.

In Zusammenarbeit mit dem Gemeinde- und Städtetag bietet sich an, die bereits laufende Aktivitäten, vorliegende Inhalte und Fortbildungsangebote gezielt den Kommunen und Behörden bekannt zu machen. Zu nennen sind insbesondere die **Aktivitäten der KEA zu kommunalem Energiemanagement, zum Contracting und zur Versorgung mit Nahwärme**. Regionale Energieagenturen und ihr jeweiliges Informations- und Schulungsangebot sollten dabei berücksichtigt werden.

Die obigen Maßnahmen sollten ohne Zeitverzug in Angriff genommen werden, denn zum einen erfordert ein verstärkter Ausbau der KWK eine qualifizierte Umsetzung in der Praxis und zum anderen tragen diese dazu bei, das Informations- und Akzeptanzdefizit zu beseitigen.

KWK	12	Wohnungsgesellschaften, Wohnungsbaugenossenschaften und Wohnungseigentümergeinschaften mobilisieren	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> mittel		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> gering	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort		<i>Wirkungshorizont:</i> mittelfristig	
<i>Zielgruppe:</i> Wohnungswirtschaft, Contractoren, Eigentümergeinschaften		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> Objektversorgung, Inselnetze, Nah- und Fernwärme	
<i>Beschreibung der Maßnahme:</i>			
<p>Der Wohngebäudebestand in Baden-Württemberg besteht zu über 80 % aus Ein- und Zweifamilienhäusern [42]. Diese eignen sich prinzipiell auch zum Einsatz von KWK-Anlagen. Im Hinblick auf Kosten- und Effizienzvorteile von KWK-Anlagen rücken jedoch Mehrfamilienhäuser in den Fokus, die knapp 20 % am Landesbestand von Wohngebäuden ausmachen. Obwohl KWK-Anlagen ausgereift sind und i.d.R. ein wirtschaftlicher Anlagenbetrieb realisiert werden kann, sind KWK-Anlagen in Mehrfamilienhäusern noch nicht weit verbreitet [41].</p> <p>Im Bereich der Mehrfamilienhäuser sind als wichtige Akteure insbesondere Wohnungsbaunehmen, Wohnungsbaugenossenschaften, Eigentümergeinschaften sowie Contractoren zu</p>			

nennen. Zum Geschäft von Unternehmen der Wohnungswirtschaft gehört häufig auch der Betrieb der jeweiligen Heizungsanlagen, die in den meisten Fällen Gas- oder Ölheizungen sind. Der Betrieb einer KWK-Anlage weist höhere Anforderungen hinsichtlich Betrieb und Abrechnung auf (insb. wenn der Strom an die Mieter verkauft wird). Unternehmen der Wohnungswirtschaft sind häufig Eigentümer von nahe beieinander liegenden Gebäuden, so dass Quartiere ggf. auch mit Inselnetzen versorgt werden können.

Im Bereich privat vermieteter Mehrfamilienhäuser und für kleinere Wohnungsunternehmen ist Contracting oder der Anschluss an ein bestehendes Wärmenetz eine Alternative zum eigenen Betrieb von Heizungsanlagen. Contractoren sind mit KWK-Anlagen vertraut und können einen professionellen und (kosten)effizienten Anlagenbetrieb gewährleisten. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für eine betriebskostenneutrale Umstellung der Wärmeversorgung auf eine gewerbliche Wärmelieferung.

Informationen zu den Einsatzmöglichkeiten von KWK-Anlagen in Einzelobjekten oder in Wärmenetzen für Mehrfamilienhäuser sollten gebündelt bereitgestellt werden. Dazu bietet sich das KWK-Landesportal (vgl. Maßnahme KWK 5) an. Folgende relevanten Inhalte mit Bezug zur Wohnungswirtschaft sollten aufgegriffen werden:

- Darstellung von best-practice-Beispielen aus der Wohnungswirtschaft (einschl. Contracting)
- Informationen für Eigentümergemeinschaften und private Vermieter von Mehrfamilienhäusern zum Thema Contracting (Verknüpfung mit der Contracting-Offensive Baden-Württemberg und den Tätigkeiten der KEA)
- Informationen zum Vorgehen bei der Errichtung eines BHKWs oder beim Anschluss an ein (Fern)Wärmenetz
- Vorstellung erfolgreicher Betreiber- und Wirtschaftlichkeitsmodelle

U.a. verfügt die Fernwärmegesellschaft Baden-Württemberg (fbw) im Projektbereich der Landesliegenschaften über hohe Erfahrung und Know-How. Die Landesregierung sollte daher prüfen, ob und inwieweit das Projektgeschäft der fbw auf Wohnungsbaugesellschaften geöffnet werden kann.

Beschreibung der Maßnahmen im Handlungsfeld Förderung

KWK	13	Landeseigene Fördermittel für KWK und Wärmenetze an stringente Zusatzbedingungen knüpfen	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> mittel		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> gering	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> mittelfristig		<i>Wirkungshorizont:</i> mittelfristig	
<i>Zielgruppe:</i> Wohnungsbaugesellschaften/-genossenschaften, Contracting-Unternehmen, Landesliegenschaften/öffentliche Gebäude, Kommunen/Stadtwerke, Entsorgungsunternehmen		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> Anreize für alle Anwendungsbereiche	
<i>Beschreibung der Maßnahme:</i>			
<p>KWK-Anlagen und Wärmenetze können ihre klimaschonende Wirkung erst dann voll entfalten, wenn sie unter Berücksichtigung der langfristigen Entwicklungen, in welchen die Gebäude bzw. Siedlungsquartiere stehen, und im Gesamtkontext der Stadtentwicklung und der Entwicklungen im Energiesystem installiert werden. Daher ist es ratsam, Landesfördermittel für KWK und Wärmenetze an entsprechende Zusatzbedingungen zu knüpfen. Hierzu sollte die Landesregierung Fördermittel vornehmlich für Projekte vergeben, die auf Grundlage von kommunalen Wärmeplänen und Versorgungskonzepten entwickelt werden. Gleichzeitig sollte das Land geeignete Instrumente in Aussicht stellen, welche zur Erstellung der für die Förderung notwendigen kommunalen Pläne und</p>			

Konzepte motivieren. Neben umfangreichen Unterstützungsleistungen seitens des Landes (siehe Maßnahme KWK 6) bietet sich eine Bezuschussung kommunaler Wärmepläne und Versorgungskonzepte an (siehe Maßnahme KWK 17). Unabhängig davon, ob ein kommunaler Wärmeplan bzw. ein kommunales Versorgungskonzept erstellt wurde oder nicht, sollte eine Förderung für **innovative Pilotprojekte**, z.B. flexible, residuallastangepasste KWK-Konzepte (siehe Maßnahme KWK 18), in Aussicht gestellt werden. Wärmenetze sollten nur dann von der Landesregierung gefördert werden, sofern es sich um Niedrigtemperatur-Wärmenetze (**LowEx-Wärmenetze**) handelt.

KWK	14	Wärmenutzung bestehender Biogasanlagen verbessern: Förderung von Bioenergiedörfern fortsetzen und um innovative Elemente ergänzen	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> mittel		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> gering	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort		<i>Wirkungshorizont:</i> mittelfristig	
<i>Zielgruppe:</i> Kommunen, Stadtwerke, Energiegenossenschaften		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> Inselnetze und Nahwärme	
<i>Beschreibung der Maßnahme:</i>			
<p>Aufgrund der Regelungen des novellierten EEG kann davon ausgegangen werden, dass in den kommenden Jahren nur noch vereinzelt neue Biogasanlagen errichtet werden. Der Anlagenbestand bietet jedoch großen Spielraum zur nachträglichen Erhöhung des KWK-Anteils: Mehr als die Hälfte der in Baden-Württemberg befindlichen Biogasanlagen weisen einen KWK-Anteil von weniger als 10 % und damit eine vernachlässigbar geringe Wärmenutzung auf. Zur nachträglichen wärmeseitigen Einbindung von Biogasanlagen hat das Landesförderprogramm Bioenergiedörfer bereits Impulse gesetzt: Mitte 2014 waren 59 Bioenergiedörfer in Betrieb, 15 im Bau. 50 % der Bioenergiedörfer decken ihren Wärmebedarf vollständig, 35 % anteilig aus Biogasanlagen. Bestandsanlagen, die vor 2012 in Betrieb genommen wurden, können bei einer entsprechenden Nachrüstung die Flexibilitätsprämie bzw. den KWK-Bonus nach dem EEG in Anspruch nehmen. Zum Stand Mitte 2014 ist das Förderprogramm Bioenergiedörfer jedoch geschlossen, neue Anträge können nicht eingereicht werden. Um zu der zur Zielerreichung erforderlichen Ausweitung der KWK-Stromerzeugung im Land beizutragen, sollte das Landesförderprogramm jedoch zeitnah fortgesetzt, verstetigt und die bisherigen Ansätze weiterentwickelt werden.</p> <p>Die Weiterentwicklung sollte innovative Elemente einbeziehen, z.B. die Förderung von LowEx-Wärmenetzen mit niedrigen Vorlauftemperaturen, eine erhöhte Förderung für Wärmenetze mit hohen Dämmstandards und die Einbeziehung von Abwärme.</p>			

KWK	15	Zuschüsse für KWK-Anlagen im Rahmen KfW-geförderter integrierter Quartierskonzepte vergeben	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> mittel		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> gering	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort		<i>Wirkungshorizont:</i> kurz- bis mittelfristig	
<i>Zielgruppe:</i> Wohnungsbaugesellschaften, Energiegenossenschaften, Contracting-Unternehmen, Landesliegenschaften, Kommunen/Stadtwerke		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> vorwiegend Inselnetze und Nahwärme	
<i>Beschreibung der Maßnahme:</i>			
<p>Energetische Quartierskonzepte dienen dazu, unter Berücksichtigung städtebaulicher, denkmalpflegerischer, baukultureller, wohnungswirtschaftlicher und sozialer Belange Energie- und CO₂-Einsparpotentiale in einem Gebäudequartier zu analysieren und geeignete Maßnahmen zur Realisierung zu ermitteln.</p>			

sierung dieser Potentiale einzuleiten. Quartierskonzepte sind zugleich der Einstieg in eine kommunale Wärmeplanung. Im Rahmen des Förderprogramms *Energetische Stadtsanierung - Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager* (Nr. 432) vergibt die KfW Zuschüsse für die Erstellung solcher Quartierskonzepte und darüber hinaus für Sanierungsmanager, welche die Planung sowie die Realisierung der in den Konzepten vorgesehenen Maßnahmen begleiten und koordinieren. Antragsberechtigt sind kommunale Gebietskörperschaften sowie deren rechtlich unselbstständige Eigenbetriebe. Diese sind sodann berechtigt, die Fördergelder an privatwirtschaftlich organisierte oder gemeinnützige Akteure, welche in eigener Verantwortung ein auf die städtebaulichen Ziele der Kommune abgestimmtes Konzept der energetischen Quartierssanierung planen, weiterzuleiten.

Die Landesregierung sollte dieses Förderprogramm zu Gunsten des KWK-Ausbaus im Land nutzen und den Antragsstellern eine zusätzliche Förderkomponente gewähren, sofern als Ergebnis dieses Quartierskonzeptes in eine KWK-Anlage investiert wird. Die Integration dieses Vorschlags in bestehende Landesförderprogramme sollte geprüft werden.

Im Zuge der Vorbereitung sollte geprüft werden, ob und inwieweit für Wärmenetze zusätzliche Landesmittel zur BAFA- bzw. KfW-Förderung erforderlich bzw. im Hinblick auf die Beihilfegrenzen realisierbar sind.

KWK	16	Wettbewerb KWK-Modellkommune: Unterstützung für Kommunen ohne Stadtwerke	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> mittel, hohe Multiplikatorwirkung		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> sehr aufwändig	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort		<i>Wirkungshorizont:</i> mittelfristig	
<i>Zielgruppe:</i> Kommunen, aber auch Energiegenossenschaften, Contracting-Unternehmen, Wohnungsunternehmen		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> Inselnetze und Nahwärme	
<p><i>Beschreibung der Maßnahme:</i></p> <p>Ein wesentliches Hemmnis, das auf kommunaler Ebene dem KWK-Ausbau entgegensteht, ist das Fehlen eines geeigneten und sachkundigen Akteurs. Dies trifft in vielen Fällen auf Kommunen ohne eigene Stadtwerke zu. Landesmaßnahmen sollten deshalb besonders diese Konstellation aufgreifen und Unterstützung gewährleisten. Je nachdem, wie der bereits existierende Wettbewerb „Klimaneutrale Kommune“ zukünftig ausgestaltet sein wird, bietet sich ggf. eine stärkere Berücksichtigung der KWK bzw. eine Herauslösung des KWK-Teils und Umsetzung des hier vorgeschlagenen Wettbewerbs an.</p> <p>Vorgeschlagen wird eine Förderung von Kommunen ohne eigene Stadtwerke im Rahmen eines Wettbewerbs „KWK-Modellkommunen“. Ein solcher Wettbewerb ist aufgrund der erforderlichen Vorauswahl und Konzepterstellung über eine Laufzeit von mehreren Jahren durchzuführen und kann sich an den Wettbewerb des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen anlehnen („KWK-Modellkommunen NRW“, http://www.kwk-kommunen.nrw.de).</p> <p>Angelehnt an das NRW-Programm sollten grundsätzlich folgende Schritte vorgesehen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stufe 1 (Vorauswahl): interessierte Kommunen können Grobkonzepte zur Berücksichtigung der KWK und Steigerung des KWK-Anteils einreichen. Eine Jury oder ein geeigneter Akteur (z.B. KEA) wählt die besten und aussichtsreichsten Grobkonzepte aus. Die entsprechenden Kommunen werden anschließend um die Ausarbeitung eines Feinkonzepts gebeten. • Stufe 2 (Ausarbeitung der Feinkonzepte): Die Kommunen, die die Vorauswahl erfolgreich durchlaufen haben, sollen nun auf Basis der Grobkonzepte vertiefte und detaillierte Feinkon- 			

zepte erstellen. Um den dafür erforderlichen Aufwand zu honorieren, sollten den Kommunen Landesmittel zur Verfügung gestellt werden.

- Stufe 3 (Bewertung der Feinkonzepte): Eine Expertenjury bewertet die Feinkonzepte und wählt die besten (3 bis 5) Konzepte aus. Die Preisträger-Kommunen erhalten zur Umsetzung eine zusätzliche Projektförderung.

Der Wettbewerb erfüllt im Wesentlichen zwei Funktionen: zunächst werden Kommunen animiert, sich überhaupt mit dem KWK auseinanderzusetzen und Grobkonzepte zu erstellen. Die Preisträger-Kommunen sollen eine Vorbildfunktion für ähnliche Kommunen einnehmen und damit eine wichtige Multiplikatorfunktion erfüllen.

Im Rahmen des Wettbewerbs könnten zusätzliche Anreize zu Strukturänderungen der Wärmeversorgung geschaffen werden (z.B. Austausch von Nachtspeicherheizungen oder fossil befeuerten Einzelöfen).

KWK	17 Fortsetzung und Weiterentwicklung von Landesförderprogrammen (insb. „Klimaschutz-Plus“ für die Förderung von Wärmeplänen) sowie deren öffentlichkeitswirksame Darstellung und Evaluierung
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> mittel	<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> gering
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort	<i>Wirkungshorizont:</i> mittelfristig
<i>Zielgruppe und Akteure:</i> Kommunen, KMU, GHD	<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> Objektversorgung, Inselnetze, Nahwärme
<p><i>Beschreibung der Maßnahme:</i></p> <p>Das etablierte Landesförderprogramm Klimaschutz-Plus sollte zeitnah fortgesetzt, verstetigt und die bisherigen Ansätze weiterentwickelt werden. Die Weiterentwicklung sollte zum einen innovative Elemente berücksichtigen (wie z.B. die Abwärmenutzung von bestehenden Biogasanlagen mit ORC-Turbinen einbeziehen, wenn keine Möglichkeiten der direkten Wärmenutzung vorliegen).</p> <p>Zum anderen sollte die Erstellung von kommunalen Wärmeplänen im Teil B) Kommunales Struktur-, Qualifizierungs- und Beratungsprogramm des kommunalen Programmteils als neue Fördermaßnahme aufgenommen werden. Laut der IEKK-Maßnahme M 61 „Unterstützung lokaler und regionaler Wärmekonzepte“ soll die Erstellung von langfristig angelegten Wärmeversorgungskonzepten auf lokaler oder regionaler Basis unterstützt werden. Vor dem Hintergrund in weiten Teilen Baden-Württembergs bereits bestehender kommunaler Klimaschutz- und/oder Energiekonzepte sollte im Rahmen der Evaluierung dieser Konzepte die Erstellung von Wärmeplänen aufgenommen, initiiert und unterstützt werden, sofern diese derzeit noch nicht Bestandteil der Konzeption ist. Mit dieser Vorgehensweise ist es möglich, einen integrativen Ansatz zu verfolgen und auf kommunaler Ebene vorhandene Aktivitäten einzubeziehen.</p> <p>Eine öffentlichkeitswirksame Präsentation und Evaluierung der Landesförderprogramme kann nicht nur die Programme allgemein bekannter machen, sondern darüber hinaus vorbildliche geförderte Projekte präsentieren und damit Anreize zur Nachahmung schaffen.</p> <p>Da die Landesförderprogramme KWK vielfach berücksichtigen, aber nicht auf diese beschränkt sind, richtet sich die vorliegende Empfehlung auf alle Landesprogramme im Energie- und Effizienz-bereich.</p> <p>Eine geeignete Grundlage bieten die Aktivitäten des Informationszentrums Energie, im speziellen die angebotene Förderberatung und der Überblick über die öffentlichen Förderprogramme. Diese vorliegende Plattform kann genutzt werden, um Evaluierungen von Landesförderprogrammen und Vorbildprojekte transparent und öffentlichkeitswirksam darzustellen.</p>	

KWK	18	Pilotprojekte für residuallastangepasste KWK-Konzepte fördern und einem Monitoring unterziehen	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> indirekt, aber Multiplikatoreffekt		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> mittel	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort		<i>Wirkungshorizont:</i> kurz- bis mittelfristig	
<i>Zielgruppe:</i> alle Akteure im Bereich der Siedlungs-KWK		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> Objektversorgung und Inselnetze	
<p><i>Beschreibung der Maßnahme:</i></p> <p>Um den Betrieb und die Wirkungsweise flexibler, residuallastangepasster KWK-Konzepte auf das Stromsystem zu demonstrieren, sollte die Landesregierung innovative Pilotprojekte fördern und einem wissenschaftlichen Monitoring unterziehen. Neben virtuellen Kraftwerken mit KWK-Komponenten sind auch hybride KWK-Systeme, wie die Kombination aus BHKW, Wärmepumpe und elektrischem Durchlauferhitzer als Power-to-Heat-Option, insbesondere, wenn sie in einem Nah- oder Fernwärmenetz eingebunden sind, untersuchenswert. Ein Beispiel für ein solches System ist das hybride Heizwerk, welches zur Versorgung einer Liegenschaft der Bereitschaftspolizei in Biberach errichtet wird.</p>			

Beschreibung der Maßnahmen im Handlungsfeld Ordnungsrecht

KWK	19	KWK im EWärmeG als gleichberechtigte Erfüllungsoption umsetzen	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> mittel		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> gering	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort		<i>Wirkungshorizont:</i> kurz- bis mittelfristig	
<i>Zielgruppe:</i> Alle Akteure im Bereich der Siedlungs-KWK; indirekt auch alle Akteure im Bereich der Nahwärme		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> Objektversorgung, indirekt auch Inselnetze und Nahwärme	
<p><i>Beschreibung der Maßnahme:</i></p> <p>In seiner ursprünglichen Fassung aus dem Jahr 2007 wurden die Belange der KWK im EWärmeG nicht ausreichend berücksichtigt, da aufgrund der „Ankerttechnologie“ Solarthermie die Installation einer solarthermischen Anlage der Ersatzmaßnahme KWK häufig vorgezogen wurde. Zudem wurde das für die KWK wichtige Segment der Nichtwohngebäude bis dato durch das EWärmeG nicht adressiert. Der aktuelle Gesetzesentwurf des novellierten EWärmeG vom Juli 2014 trägt diesem Umstand Rechnung, indem nur noch gleichwertige Erfüllungsoptionen genannt sind und die Nutzungspflicht auf Nichtwohngebäude ausgeweitet wird. Die Landesregierung sollte an diesem KWK-freundlicherem Gesetzesentwurf festhalten und diesen bald verabschieden.</p>			

KWK	20	Verpflichtung zur Entwicklung kommunaler Wärmepläne und Versorgungskonzepte prüfen	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> hoch		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> aufwändiger	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> mittelfristig		<i>Wirkungshorizont:</i> langfristig	
<i>Zielgruppe:</i> Kommunen/Stadtwerke		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> alle Anwendungsbereiche	
<p><i>Beschreibung der Maßnahme:</i></p> <p>Mit der Unterstützung der Kommunen bei der Erstellung kommunaler Wärmepläne (siehe Maß-</p>			

nahme KWK 6) sowie der flankierenden Förderung (siehe Maßnahme KWK 13) sollte das Land in einem ersten Schritt die notwendigen Voraussetzungen schaffen, welche das Wachstum von Wärmeversorgungen auf Basis KWK im Bereich der kommunalen Planung und Durchführung von Bauvorhaben befördern. Mit Hilfe dieses Maßnahmen-Mixes aus Information und Förderung können wertvolle Erfahrungen gesammelt, und das Instrument der kommunalen Wärmeplanung zur Erstellung von eindeutigen Empfehlungen hinsichtlich der geeignetsten Versorgungsoption (grundsätzliche KWK-Eignung, Objektversorgung, Wärmenetze, zusätzliche Nutzung von EE usw.) etabliert werden.

Es ist jedoch zu erwarten, dass eine hohe Wirksamkeit und Verbindlichkeit kommunaler Wärmepläne bzw. Versorgungskonzepte erst mit einer entsprechenden gesetzlichen Verpflichtung einhergeht. Die Landesregierung sollte hierzu in einem zweiten Schritt die eigenen rechtlichen Spielräume prüfen und eine Verpflichtung zur Erstellung kommunaler Wärmepläne, ähnlich § 4 des Gesetzentwurfs des Thüringer Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetzes vom Januar 2013, in Erwägung ziehen. Dabei sollten Interdependenzen mit etwaigen Bundesregelungen berücksichtigt werden (konkurrierende Gesetzgebung, vgl. Maßnahme KWK 3). Zwar sollte eine derartige landesgesetzliche Regelung nicht der Umsetzung der EU-Energieeffizienz-Richtlinie in nationales Recht vorgreifen, eine entsprechende Initiativaktivität kann aber u.U. die bundesweite Gesetzgebung dazu beschleunigen.

Beschreibung der Maßnahmen im Handlungsfeld Vorbildfunktion des Landes

KWK	21	KWK-Projekte in Landesliegenschaften umsetzen und landeseigene KWK-Maßnahmen stärker öffentlichkeitswirksam präsentieren	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> indirekt, aber Multiplikatoreffekt		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> gering	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort		<i>Wirkungshorizont:</i> mittelfristig	
<i>Zielgruppe:</i> alle Akteure im Bereich der Siedlungs-KWK		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> Objektversorgung und Inselnetze	
<i>Beschreibung der Maßnahme:</i>			
<p>Im Bereich der landeseigenen Liegenschaften wurden in den vergangenen Jahren zahlreiche KWK-Anlagen errichtet (von 2000 bis 2012 Zubau von rd. 20 MW_{el}; Stand 2012: KWK-Anlagen mit 70 MW_{el} einschl. Universitäten und Universitätskliniken). Weitere Anlagen sind in den kommenden Jahren geplant (Steigerung auf >80 MW_{el}). Diese Aktivitäten finden jedoch weitgehend unbemerkt von der Öffentlichkeit statt.</p> <p>Diese Landesaktivitäten können eine Vorbildfunktion für andere Akteure im Bereich der Siedlungs-KWK darstellen. Erforderlich ist eine deutlich stärkere und öffentlichkeitswirksame Vermittlung dieser Aktivitäten. Dies kann z.B. über die Veröffentlichung von Pressemeldungen und Anlagensteckbriefen, die Anlageninbetriebnahme mit politischen Vertretern oder die Veröffentlichung von Anlagendaten im Zuge eines Anlagenmonitorings erfolgen.</p> <p>KWK-Leuchtturmprojekte der öffentlichen Hand können insbesondere im Hinblick auf nicht alltägliche Anwendungsbereiche eine wichtige Signalwirkung gewährleisten. Zu nennen sind in erster Linie denkmalgeschützte Gebäude bzw. Gebäudekomplexe oder Altstadtquartiere</p> <p>Insbesondere bei denkmalgeschützten Gebäuden stellt die Minderung des Energieverbrauchs zur Wärmebereitstellung eine große Herausforderung dar. Oft ist die Vereinbarkeit von Denkmal- und Klimaschutz schwierig, da energetische Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle nicht möglich sind und damit der Energieverbrauch nicht gemindert werden kann. Wenn darüber hinaus kei-</p>			

ne Versorgung mit Fernwärme möglich ist, bietet insbesondere die dezentrale KWK Chancen zur energieeffizienten Versorgung des Gebäudes.

Die öffentlichkeitswirksame Präsentation der Landesaktivitäten im KWK-Bereich sowie KWK-Leuchtturmprojekte sollte mit der Maßnahme KWK 5 (KWK-Landesportal) verknüpft werden und auch in den Landesleitfaden zur KWK (vgl. Maßnahme KWK 11) einfließen.

KWK	22	Prüfung und verstärkter Einsatz von KWK in Landesliegenschaften	
<i>Einwirkung auf Zielsetzung:</i> indirekt, aber Multiplikatoreffekt		<i>Aufwand für die Umsetzung:</i> gering	
<i>Erforderlicher Maßnahmenbeginn:</i> sofort		<i>Wirkungshorizont:</i> mittelfristig	
<i>Zielgruppe:</i> alle Akteure im Bereich der Siedlungs-KWK		<i>Betroffene Anwendungsbereiche:</i> Objektversorgung und Inselnetze	
<p><i>Beschreibung der Maßnahme:</i></p> <p>Das Land nimmt seine Vorbildfunktion im Bereich Landesliegenschaften aktiv wahr. Der Einsatz von KWK-Anlagen bei allen Landesbaumaßnahmen wird geprüft. Bei großen Baumaßnahmen werden Energiekonzepte erstellt und im Rahmen der Entscheidung über das Energieversorgungskonzept der KWK-Einsatz geprüft und bei Eignung realisiert, Damit werden einerseits KWK-Anlagen in Landesliegenschaften errichtet, andererseits agiert das Land als Multiplikator.</p> <p>Bei Neubaumaßnahmen und im Zuge der Sanierung von Bestandsgebäuden wird weiterhin geprüft, ob der Einsatz von KWK-Anlagen in Landesliegenschaften durchführbar ist und diese ökonomisch betrieben werden können. Gebäude, die bereits mit Fernwärme oder erneuerbaren Energien versorgt werden bzw. Neubauten in Gebieten mit Fernwärmeversorgung werden dabei berücksichtigt.</p>			

Anhang 1: Struktur der KWK in Baden-Württemberg

Tabelle 20: Struktur der KWK in Baden-Württemberg.

Größe - Siedl. - KWK	Objektversorgung (Einzelgebäude)	Inselnetze (Gebäudegruppen)	Nahwärme (Siedlungsquartiere)	Fernwärme (Stadtteile)
Energieträger	Biomasse (fest, flüssig, gasförmig)			
	Erdgas	Mineraböl	Abfall, Reststoffe, Abwärme	Steinkohle
Technologien	Flüssiggas			
	Mikro-KWK (bis 5 kW)			
	Klein-BHKW (bis 50 kW)	BHKW (bis 1 MW)	BHKW/GuD (1 - 10 MW)	GuD-HKW Dampf-HKW
Akteurs- und Betreiberstruktur Siedlungs - KWK	Hauseigentümer / Eigentümergees.			
	Mieter GbR			
	Wohnungsbaugesellschaften			
	Contracting-Unternehmen			
	Energiegenossenschaften			
	Gewerbe-/Handels-/Dienstleistungsunternehmen			
	Landesliegenschaften/ Öffentliche Gebäude			
	Kommunen/Stadtwerke		Entsorgungsunternehmen Stadtwerkeverbände/Große Energieversorger	
Industriebetriebe (Eigenversorgung ohne/mit Netzen; teilweise Auskopplung von Wärme in öffentliche Netze)				

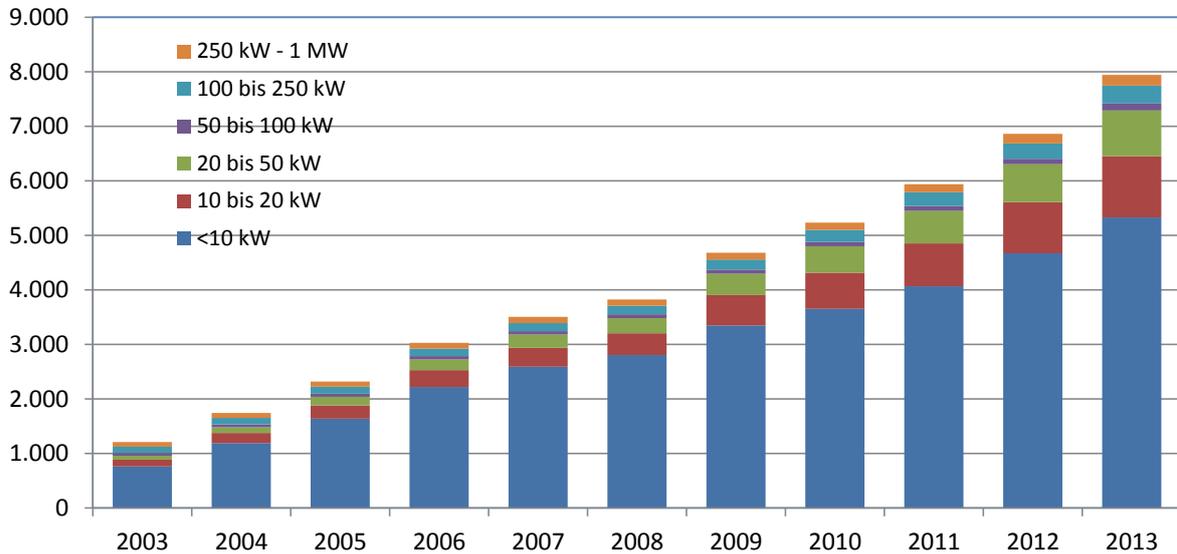


Abbildung 30: Entwicklung des Bestands (Anzahl) der nach KWKG zugelassenen KWK-Anlagen in Baden-Württemberg bis zu einer elektrischen Leistung von 1 MW.

Quellen: BAFA [4], eigene Berechnungen

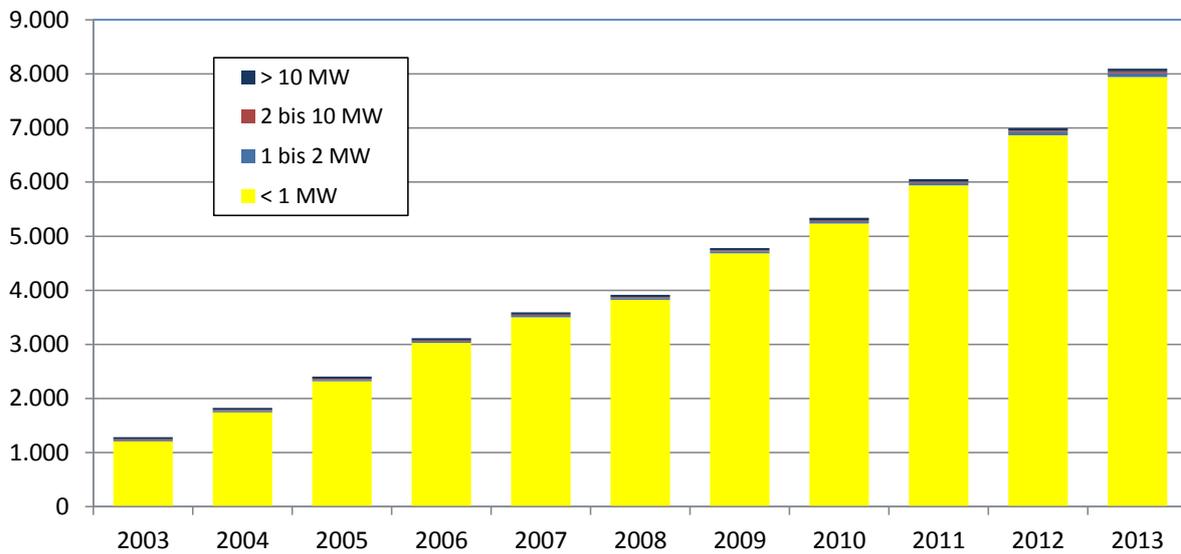


Abbildung 31: Entwicklung des Bestands (Anzahl) der nach KWKG zugelassenen KWK-Anlagen in Baden-Württemberg.

Quellen: BAFA [4], eigene Berechnungen

Anhang 2: Hemmnis-Fragebogen

Wir bitten Sie, diese Liste ausgefüllt zum Workshop mitzubringen, sie wird vom Projektkonsortium im Nachgang im Detail ausgewertet.

Wie bewerten Sie den Stellenwert der unten genannten Hemmnisse? Bitte ranken Sie die Hemmnisse nach Relevanz (0: nicht relevant, ... 5: Sehr relevant). Gerne können Sie weitere, nicht genannte Hemmnisse ergänzen und bei Bedarf Ihre Bewertung unter der Rubrik „Bemerkung“ erläutern bzw. konkretisieren.

Hemmnis	Relevanz des Hemmnisses für ...				Bemerkung
	Objekt- versorgung (Private Wohnungs- wirtschaft)	Objekt- versorgung/ Inselnetze (Öffentliche Liegenschaf- ten)	KWK in In- dustrie und Gewerbe	KWK in Ver- bindung mit Nah- und Fernwärme	
Energiepolitische und -rechtliche Rahmenbedingungen					
Gep plante Belastungen durch das EEG (Eigenstromerzeugung, Biomasse-Deckel)					
Begrenzung der Förderung durch KWKG auf 10 Jahre bzw. 30.000 Betriebsstunden					
Mangelnde Planungssicherheit wegen sich ändernder Gesetzeslage					
Ordnungsrecht (EnEV, EWärmeG, EEWärmeG) begünstigt Alternativen zu KWK und Wärmenetzen					
EEG-Umlage für Contractoren					
Wirtschaftlichkeitsaspekte					
Investitionshürde					
Sinkende Erlöse an Strombörse/ abnehmender KWK-Index					

Hemmnis	Relevanz des Hemmnisses für ...				Bemerkung
	Objekt- versorgung (Private Wohnungs- wirtschaft)	Objekt- versorgung/ Inselnetze (Öffentliche Liegenschaften)	KWK in In- dustrie und Gewerbe	KWK in Ver- bindung mit Nah- und Fernwärme	
Anreizwirkung der Förderung zu gering					
Mangelnde Wirtschaftlichkeit und Planungssicherheit wegen energetischer Gebäudesanierung					
Komplexität					
Verwaltungsaufwand, Bürokratie bzgl. Anmeldung und Betrieb <i>(Regelungsumfeld der Stromvermarktung, Netzentgelte, Steuern, Abgaben etc.)</i>					
Verwaltungsaufwand, Bürokratie bzgl. Förderung <i>(insb. KWKG)</i>					
Mangel an qualifizierten Fachhandwerkern					
Technische Restriktionen					
Rechtliche Hemmnisse					
Wohneigentums-/Mietrecht					
Kommunalrecht (kommunale Schuldendeckel)					
Sonstige Hemmnisse					
Akzeptanz					
Informationsdefizite					

Welche Zielgruppe vertreten Sie?

- Hersteller
- Planung / Beratung
- Betreiber (KWK)
- Betreiber (Wärmenetze)
- Handwerk
- Kommunen
- Wissenschaft
- Private Wohnungswirtschaft
- Sonstige, bitte angeben: _____

Literatur

- [1] Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg (IEKK). Beschlussfassung vom 15. Juli 2014.
- [2] Schmidt, M.; Staiß, F.; Nitsch, J.: „Gutachten zur Vorbereitung eines Klimaschutzgesetzes für Baden-Württemberg.“ Untersuchung im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. Stuttgart, Dezember 2011; (sowie aktuallisierter Datenanhang vom Juni 2012).
- [3] Statistisches Landesamt-Baden-Württemberg: Nettostromerzeugung bzw. Nettowärmeerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). http://www.statistik-bw.de/UmweltVerkehr/Landesdaten/EN_ET_NW.asp, http://www.statistik-bw.de/UmweltVerkehr/Landesdaten/EN_ET_NS.asp, Stuttgart, 2014.
- [4] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: Daten zur baden-württembergischen KWK-Anlagen und Wärmenetzen im KWKG.
- [5] Kelm, T.; Taumann, M.: Entwicklung der gekoppelten Strom- und Wärmebereitstellung aus Biomasse in Baden-Württemberg. Stuttgart, Oktober 2013.
- [6] Umweltbundesamt (Hrsg.): KWK-Ausbau: Entwicklung, Prognose, Wirksamkeit der Anreize im KWK-Gesetz unter Berücksichtigung von Emissionshandel, Erneuerbare-Energien-Gesetz und anderen Instrumenten. Dessau-Roßlau, Februar 2014.
- [7] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg: Evaluierung der inländischen KfW-Programme zur Förderung Erneuerbarer Energien. Evaluierungen der Förderjahrgänge 2009 bis 2012.
- [8] J. Nitsch, H. Bradke, F. Staiß u.a.: „Struktur und Entwicklung der zukünftigen Stromversorgung Baden-Württembergs.“ Eine Untersuchung im Auftrag des Wirtschaftsministeriums; DLR Stuttgart, Fraunhofer-ISI Karlsruhe, ZSW Stuttgart, März 2002.
- [9] W. Fichtner, M. Genoese u.a.: „Die Weiterentwicklung der Energiewirtschaft in Baden-Württemberg bis 2025 unter Berücksichtigung der Liefer- und Preissicherheit.“ Studie im Auftrag des Baden-Württembergischen Industrie- und Handelstags; KIT, Institut für Industriebetriebslehre und industrielle Produktion, Karlsruhe, Februar 2012.
- [10] GKM: „Der neue Block 9 – Kurzbeschreibung“ Großkraftwerk Mannheim AG.
- [11] Prognos, Fraunhofer IFAM, IREES, BHKW-Infozentrum: Potenzial- und Kosten-Nutzen-Analyse zu den Einsatzmöglichkeiten von Kraft-Wärme-Kopplung (Umsetzung der EU-Energieeffizienzrichtlinie) sowie Evaluierung des KWKG im Jahr 2014. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Endbericht vom 01. Oktober 2014.
- [12] BMWi-Pressemeldung, abgerufen am 10. Juli 2014 von <http://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2014/18/Meldung/energieeffizienzrichtlinie-umsetzungsmittteilung-an-die-eu-kommission.html>
- [13] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. Baugenehmigung / Baufertigstellung, Art der Erfüllung des EEWärmeG. Persönliche Mitteilung von Frau Könecke, 17.07.2014.
- [14] Statistisches Bundesamt. Bautätigkeit und Wohnungen. Fachserie 5 Reihe 1. Wiesbaden, 2013.

- [15] Umweltbundesamt (Hrsg.): KWK-Ausbau: Entwicklung, Prognose, Wirksamkeit der Anreize im KWK-Gesetz unter Berücksichtigung von Emissionshandel, Erneuerbare-Energien-Gesetz und anderen Instrumenten. Dessau-Roßlau, Februar 2014.
- [16] Baden-Württemberg Staatsministerium. Pressestelle der Landesregierung. Eckpunkte für eine Novellierung des EWärmeG nach Kabinettsbeschluss vom 11. Juni 2013.
- [17] Baden-Württemberg Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft. Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Wärme-Gesetz Baden-Württemberg. Kabinettdfassung. Juli 2011.
- [18] AGFW Anschluss- und Benutzungszwang. <https://www.agfw.de/recht/anschluss-und-benutzungszwang/> Abgerufen am 10. Juli 2014.
- [19] Prognos: Maßnahmen zur nachhaltigen Integration von Systemen zur gekoppelten Strom- und Wärmebereitstellung in das neue Energieversorgungssystem. Berlin, 11. Juli 2013.
- [20] Gesetz über die energetische Modernisierung von vermietetem Wohnraum und über die vereinfachte Durchsetzung von Räumungstiteln (Mietrechtsänderungsgesetz) vom 11. März 2013.
- [21] Verordnung über die Umstellung auf gewerbliche Wärmelieferung für Mietwohnraum (Wärmelieferverordnung - WärmeLV) vom 07. Juni 2013.
- [22] Gemeinsame Stellungnahme von AGFW, ASEW, B.KWK, VfW und ZVEI zum Entwurf einer Mietwohnraum-Wärmelieferungsverordnung vom 13.02.2013. Berlin, Frankfurt/Main, Hannover, Köln, März 2013.
- [23] Goldbach, A.: Kraft-Wärme-Kopplung als Zukunft. Europa braucht den KWK-Ausbau. Erschienen in: Heizungsjournal 1-2.2014. S. 104-111.
- [24] Fachkonferenz Mini-KWK – Energie effizient nutzen. Berlin, 21.11.2013.
- [25] Grashof, K.; Hauser, E.; Guss, H.: Aktionsprogramm flexible Kapazitäten. Saarbrücken, 11 Oktober 2013.
- [26] Henßler, M., Eltrop, L.; Härdtlein, M.: Kosten-Nutzen-Analyse der Speicherung und flexiblen Vermarktung von Biogas und Biomethan in Baden-Württemberg im Rahmen des EEG 2012 - BiogasFlex BW. Stuttgart, August 2013.
- [27] Deutsches Biomasseforschungszentrum: Stromerzeugung aus Biomasse (Vorhaben IIa). Leipzig, Juni 2014.
- [28] Borggrefe, F., Pregger, T., Gils, H.C., Cao, K.-K., Deissenroth, M. (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt), Bothor, S., Blesl, M., Fahl, U., Steurer, M., Wiesmeth, M. (Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung), Kurzstudie zur Kapazitätsentwicklung in Süddeutschland bis 2025 unter Berücksichtigung der Situation in Deutschland und den europäischen Nachbarstaaten im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stuttgart, 17.09.2014.
- [29] Krzikalla, N.; Achner, S.; Brühl, S.: Möglichkeiten zum Ausgleich fluktuierender Einspeisungen aus Erneuerbaren Energien - Studie im Auftrag des Bundesverbandes Erneuerbare Energie. Aachen: Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH (BET), 2013.
- [30] Connect Energy Economics: Leitstudie Strommarkt. Arbeitspaket Optimierung des Strommarktdesigns. Berlin, 2. Juli 2014.
- [31] Krägenow, T.: Britische Gaskraftwerke booten Kohle aus, in: Energie & Management (2014), Nr. 15-16/14, S. 3.

- [32] Gores, S.; Harthan, R.; Hermann H.; Loreck, C.; Matthes, C.: Perspektiven der Kraft-Wärme-Kopplung im Rahmen der Energiewende. Berlin, 10 April, 2013.
- [33] Fraunhofer IWES: Power-to-Heat zur Integration von ansonsten abgeregeltem Strom aus Erneuerbaren Energien. Kassel, Juni 2014.
- [34] Höfling, H.; Capota, M.; Jachmann, H.: Dynamische Simulation der Ausbauszenarien für erneuerbare Stromversorgung in Baden-Württemberg bis 2050 nach dem Gutachten zur Vorbereitung eines Klimaschutzgesetzes. Stuttgart, Dezember 2013.
- [35] ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.: BHKW-Kenndaten 2011. Module Anbieter Kosten. Berlin, Juli 2011.
- [36] Stadtwerke Tübingen: Stadtwerke nutzen Regelenergie mit neuem Elektro-Erhitzer (Pressemittteilung), 2013.
- [37] Miller, J.: Energiewende braucht Wärmenetze, in: Energie & Management (2014), Nr. 15-16/14, S. 19.
- [38] Broekmans, V.; Krämer, L-M.: Beitrag von zentralen und dezentralen KWK-Anlagen zur Netzstützung, Berlin, Mai 2014.
- [39] Nitsch, J.: Kraft-Wärme-Kopplung und Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg. 3. Fachtagung des AK Dezent „Kraft-Wärme-Kopplung in kommunalen Gebäuden“. Stuttgart, 21.10.2013.
- [40] Kienzlen, V.; Böhnisch, H; Bieber, H. et al.: Bedeutung von Wärmenetzen für die Energiewende. Positionspapier 3/2014. http://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/pdf/Artikel%20von%20KEA-Kollegen/Positionspapier_zu_Nahwaerme_krz.pdf
- [41] Thomas, B.: Auslegung und Einsatzmöglichkeiten von KWK-Anlagen in der Wohnungswirtschaft. BKWK-Workshop: Dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung in der Wohnungswirtschaft, Dresden, 5.12.2012.
- [42] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg: Indikatoren zum Thema Industrie, Handwerk, Bauen und Wohnen. Einfamilienhausanteil. Stand 2012. http://www.statistik-bw.de/ProdGew/Indikatoren/BW-BT_einfamilienhaeuser.asp
- [43] Dettli, R.: Fernwärme, die naheliegende Alternative! Was können Gemeinden tun? Uzwil, September 2010.
- [44] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG-Erfahrungsbericht). Dezember 2012.
- [45] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (Hrsg.): Leitfaden Energienutzungsplan. München, Februar 2011. <http://www.energieatlas.bayern.de/kommunen/energienutzungsplan.html>
- [46] Krawinkel, H.: Wir brauchen ein integriertes Wärmeversorgungsgesetz! EuroHeat&Power 37 (2008), Heft 1-2, S. 38-41.
- [47] Radloff, R.: Optionen kommunaler Wärmeplanung. Wärmewende-Info 06, August 2014 http://www.aktivregion-shs.de/fileadmin/download/Entwicklungsstrategie_2014/Handlungsoptionen__Kommunale_Waermeplanung.pdf

- [48] Kahl, W.; Schmidtchen, M.: Kommunale Wärme- und Klimaaktionspläne. EurUP 3 (2013), S. 184-196.
- [49] Klima-Bündnis: Kommunaler Planungsassistent für Energie und Klimaschutz. Abgerufen am 21.08.2014 von <http://www.klimabuendnis.org/klimaschutz-planer.html?&L=1>
- [50] Eikmeier, B.: Digitale Wärmebedarfskarte: Ein innovatives Planungswerkzeug für die Erstellung von Energieversorgungskonzepten. 13. Symposium Energieinnovation. Graz, 12.-14. Februar 2014.
- [51] Danish Board of District Heating: District heating – Danish and Chinese experience, abgerufen am 11.08.2014 von http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/energistyrelsen/Nyheder/district_heating_danish-chinese_experiences.pdf
- [52] Böhnisch, H.; Nast, M.; Stuible, A.: Entwicklung und Umsetzung eines Kommunikationskonzepts als Anschlag zur Nahwärmeversorgung in Landgemeinden. Endbericht. Stuttgart, März 2001.
- [53] Brinkmann, L.: Intelligente Energie-Städte. Fachforum des Hamburg Instituts: „Fernwärme mit erneuerbaren Energien. Was können wir von Dänemark lernen?“ Kiel, 23. Oktober 2012.
- [54] Nast, M.: Kommunale Wärmeleitpläne. Erschienen in: Erneuerbare Energien unterstützt durch GIS und Landmanagement, Seiten 398-404, Wichmann Verlag. Oktober 2012.
- [55] Danish Energy Agency: Energy Policy in Denmark. Dezember 2012.
- [56] Nast, M.; Schulz, W.; Steinbach, J.; Bürger, V.; Klinski, S.: Folgevorhaben zu "Ergänzende Untersuchungen und vertiefende Analysen zu möglichen Ausgestaltungsvarianten eines Wärmegesetzes". Projektbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Stuttgart, Dezember 2010. <http://elib.dlr.de/69183/>
- [57] Sperling, K.: From heat planning to strategic energy planning in Denmark. Scottish-Danish District Heating Seminar. Glasgow, 2.7.2014.
- [58] Energi Styrelsen: Energistatistik 2012. Abgerufen am 12.08.2014 von <http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/dokumenter/publikationer/downloads/energistatistik2012.pdf>
- [59] Nast, M.; Sperber, E.: Entwicklungen beim Wärmenetzausbau und -betrieb. VDI-Fachkonferenz: „Thermische Energiespeicher in der Energieversorgung“, Ludwigsburg, 23.-24. Oktober 2012.
- [60] Solar District Heating: Solare Fernwärme. Wärmeversorgung auf der Basis erneuerbarer und emissionsfreier Solarenergie. Stuttgart, Dezember 2011.
- [61] Nast, M.: Strukturwandel für die Energiewende im Wärmesektor. Fachtagung „Energiewende im Wärmesektor“, Kiel, 12. Februar 2014
- [62] Lund, H.; Werner S.; Wikthshire, R. et al.: 4th Generation District Heating. Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems. Energy 68 (2014) 1-11.
- [63] Hofmeister, M.: District Heating in Denmark. AGFW-Fachforum „Innovative Fernwärmelösungen aus Dänemark. Antworten auf die Energiewende“. Schwäbisch-Hall, 25. - 26. Juni 2014.
- [64] Bjørkvik, R.: DBDH. AGFW-Fachforum „Innovative Fernwärmelösungen aus Dänemark. Antworten auf die Energiewende“. Schwäbisch-Hall, 25. - 26. Juni 2014.

- [65] RICHTLINIE 2009/28/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG.
- [66] 81. Umweltministerkonferenz am 15. November 2013 in Erfurt. Ergebnisprotokoll. http://www.umweltministerkonferenz.de/documents/Gesamt_UMK_2.pdf
- [67] von Le Chevallerie, A.; Ropeter, M.: Rechtliche Möglichkeiten zur Verbesserung der Nutzung von Wärme aus KWK und Abwärme. Vortrag im Rahmen der Veranstaltung "Energieeffizienz und Klimaschutz – zwei Seiten einer Medaille" des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Berliner Energietage; Berlin, 18. Mai 2011.
- [68] Gesetz zum Einsatz Erneuerbarer Energien und zur effizienten Wärmenutzung in Gebäuden im Freistaat Thüringen (Thüringer Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz – ThEEWärmeG). Entwurf des Thüringer Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Technologie. 09. Januar 2013.
- [69] Radloff, R.: Kommunale Wärmeplanung - Hintergrund. Wärmewende-Info 05, August 2014 http://www.aktivregion-shs.de/fileadmin/download/Entwicklungsstrategie_2014/Hintergrund__Kommunale_Waermeplanung.pdf
- [70] Eurostat: Electricity and natural gas price statistics. Abgerufen am 14.08.2014 von http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Electricity_and_natural_gas_price_statistics
- [71] Holm, L. Success factors in Danish District Heating. Fachforum des Hamburg Instituts: „Fernwärme mit erneuerbaren Energien. Was können wir von Dänemark lernen?“ Kiel, 23. Oktober 2012.
- [72] Nast, M.: Chancen und Perspektiven der Nahwärme im zukünftigen Energiemarkt. Fachtagung „Nahwärme 2004“; Osnabrück, 15. September 2004.
- [73] Statistics Denmark: Statistical Yearbook 2014. Kopenhagen, Juni 2014.
- [74] Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch 2013. Deutschland und Internationales. Wiesbaden, Oktober 2013.
- [75] Eikmeier, B.; Klobasa, M.; Toro, F.; Menzler, G. et al.: Potenzialerhebung von Kraft-Wärme-Kopplung in Nordrhein-Westfalen. Abschlussbericht im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Mai 2011.
- [76] Raab, K.: Wärmenutzung aus Biogasanlagen und Bioenergiedörfer – eine Bestandsaufnahme für Baden-Württemberg. Fachtagung „Nahwärme Kompakt“ der KEA. Karlsruhe, 26. Mai 2014.
- [77] Nast, M.: Leitstudie Deutschland. 23. Symposium Thermische Solarenergie. Kloster Banz, Bad Staffelstein. 24.-26.10.2013.
- [78] Hinz, A.J.: Zusammenfassung und Ausblick. Konferenz: „Innovative Fernwärmelösungen aus Dänemark – Antworten auf die Energiewende“. Schwäbisch Hall, 26. Juni 2014
- [79] Stadtwerke Schwäbisch Hall: Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (Stand 06/2013). Abgerufen am 20. Oktober 2014 von http://www.stadtwerke-hall.de/fileadmin/download/UeberSWH/Energieerzeugung/UEbersicht_KWK_StandJuni2013.pdf

- [80] H. J. Pelgrim: 1 x 1 der kommunalen Energiewende am Beispiel der Stadt Schwäbisch Hall – Energiekommune des Jahres 2012. “4. Kongress 100% Erneuerbare-Energien-Regionen”, Kassel, 25.-26. September 2012.
- [81] Van Bergen, J.: KWK-Praxis in Schwäbisch Hall. Warum sind 50 % Eigenstromerzeugung im Wege der Kraft-Wärme-Kopplung in Schwäbisch Hall möglich?
<http://www.bkwk.de/fileadmin/users/bkwk/aktuelles/presse/KWKPraxis.pdf>