

# ZUKUNFT DER KRAFT- WÄRME-KOPPLUNG

## I. Wie kann die Wärmewende gelingen?

Dieses Whitepaper ist der erste Teil einer Serie, die dem Einsatz von zukunftsfähiger Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) zur Unterstützung der Wärmewende gewidmet ist. Da mehr als die Hälfte des Endenergieverbrauchs in Deutschland auf den Wärme- und Kältesektor entfällt, kann die Energiewende nur mit einer umfassenden Wärmewende gelingen. Deshalb sieht die kommunale Wärmeplanung der deutschen Bundesregierung vor, dass der Anteil erneuerbarer Energien im Wärme- und Kältesektor bis 2030 auf 50% steigen soll. Die hocheffiziente KWK ist ein zentraler Baustein zur Erreichung dieses anspruchsvollen Ziels. Diese Publikation richtet sich an alle Akteure, die die Zukunft der Energielandschaft aktiv mitgestalten.



# INHALT

<b>1. ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>2</b>
<b>2. WIE KÖNNEN WIR IN DEUTSCHLAND DIE WÄRMEWENDE SCHAFFEN?</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Ohne Wärmewende keine Energiewende</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Wärme ist nicht gleich Wärme</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Lokale Wärme- und Stromwende</b>	<b>9</b>
2.3.1 Die kommunale Wärmeplanung als Instrument der Wärmewende	9
<b>2.4 Residuallast – Versorgungskriterium der Zukunft schon heute</b>	<b>11</b>
<b>3. WARUM IST DIE KWK HEUTE UND IN ZUKUNFT EIN WICHTIGER PLAYER DER ENERGIEWENDE</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Flexible und wirtschaftliche Fahrweise</b>	<b>13</b>
<b>3.2 KWK zur Unterstützung der Versorgungssicherheit</b>	<b>15</b>
<b>3.3 Die neue Rolle der KWK</b>	<b>16</b>
<b>4. BEST PRACTICE IN DEUTSCHLAND: VIER BEISPIELE</b>	<b>17</b>
<b>5. OUTLOOK WHITEPAPER II</b>	<b>21</b>

## 1. ZUSAMMENFASSUNG

Mehr als die Hälfte des Endenergieverbrauchs in Deutschland entfällt auf den Wärme- und Kältesektor. Die Energiewende kann daher nur mit einer umfassenden Wärmewende gelingen. 2021 lag der Anteil erneuerbarer Energien im Wärme- und Kältesektor noch bei nur rund 17%. Bis 2030 soll er entsprechend der flächendeckenden und verpflichtenden kommunalen Wärmeplanung der deutschen Bundesregierung auf 50% steigen – das ist ein anspruchsvolles Ziel.<sup>1</sup>

In einer kleinen Serie wollen wir beschreiben, wie sich die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) vom wärmegeführten Grundlastbetrieb zukünftig zu dezentralen Einheiten mit hochflexibler Technologie verändert, um damit die erneuerbare Strom- und auch Wärmeerzeugung zu unterstützen und die Versorgungssicherheit in beiden Bereichen zu garantieren. Dies kann in einem weiteren Schritt auch mit dekarbonisierten Kraftstoffen umgesetzt werden, sobald diese verfügbar sind.

Neben der Umsetzung von Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung durch den direkten Einsatz von erneuerbaren Energieträgern (z. B. Solarthermie, Geothermie und Abwärme) gilt es dabei, die Versorgungssicherheit weiterhin zu gewährleisten.

Ein erster Schritt besteht darin, klimaneutrale und erneuerbare, aber auch noch fossile Energie träger mithilfe von KWK möglichst effizient zu nutzen und dadurch im Vergleich zur ungekoppelten Wärmeerzeugung Primärenergie – und damit bei fossilen Kraftstoffen Treibhausgasemissionen – einzusparen. Sobald Wasserstoff (H<sub>2</sub>) und andere Synthesegase in vollem Umfang zur Verfügung stehen, können die KWK-Anlagen auf erneuerbare Energiequellen umgerüstet werden, und der Prozess der Wärmewende ist abgeschlossen.

Zukunftsfähige KWK-Anlagen werden daher nicht mehr wie früher auf die Grundlast des Wärmebedarfs ausgelegt, sondern strommarktoptimiert geplant und betrieben – Erzeugung und Bedarf werden dabei zeitlich entkoppelt. Die modernen Anlagenkonzepte sehen dafür neben (Wärme)-Pufferspeichern vor allem ein intelligentes Energiemanagement vor, das den Einsatz der Anlage zu Hochpreiszeiten am Strommarkt steuert und optimiert. Denn durch größere Leistungen bei gleichzeitig geringeren Laufzeiten lassen sich die gleichen Wärmemengen erzeugen wie mit „kleinen“ Dauerläufern.

Die flexiblen, dezentralen KWK-Anlagen ermöglichen damit die gewohnt hohe Versorgungssicherheit – und das in beiden Energiesektoren: in der Wärmeversorgung, wenn die erneuerbare Wärmeerzeugung nicht ausreicht, und in der Stromversorgung, wenn Wind und Sonne über längere Zeit nicht zur Verfügung stehen (kalte Dunkelflaute). Denn sie können einspringen, sobald die Sonne nicht scheint oder der Wind nicht weht.

<sup>1</sup> Quelle: Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit, [www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag\\_2021-2025.pdf](http://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag_2021-2025.pdf)

# 2.

## WIE KÖNNEN WIR IN DEUTSCHLAND DIE WÄRMEWENDE SCHAFFEN?

### 2.1 OHNE WÄRMEWENDE KEINE ENERGIEWENDE

Die Energiewende schreitet voran, dies bezieht sich derzeit vor allem auf den Stromsektor, der weniger als ein Viertel des Endenergieverbrauchs ausmacht. Mit mehr als der Hälfte des Endenergieverbrauchs besteht im Wärme- und Kältesektor der mit Abstand größte Energiebedarf in Deutschland (siehe untenstehende Tortengrafik).

Betrachtet man den zeitlichen Verlauf des Einzugs der erneuerbaren Energien in den Wärme- und Kältesektor, zeigt sich schnell, dass auf dem Weg zu einem klimaneutralen Deutschland noch einiges zu tun ist. Zwar steigt der Anteil der erneuerbaren Energien laut BMWK in Deutschland seit 1990 kontinuierlich an, jedoch ist er mit 16,5% (Stand 2021) noch viel zu niedrig und liegt sogar hinter dem Energieträger Öl, wie in untenstehender Grafik ersichtlich ist.

Endenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 2019 nach Strom, Wärme und Verkehr



Grafik 1: Agentur für Erneuerbare Energien, Endenergieverbrauch nach Strom, Wärme und Verkehr, [www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/endenergieverbrauch-strom-waerme-verkehr](http://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/endenergieverbrauch-strom-waerme-verkehr), 2020.

<sup>2</sup> Der Stromverbrauch für Wärme und Verkehr ist im Endenergieverbrauch Strom enthalten.

Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte



Grafik 2: Umweltbundesamt, Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte, [www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme#warmeerzeugung-aus-erneuerbaren-energie](http://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme#warmeerzeugung-aus-erneuerbaren-energie), 2022.

<sup>3</sup> vorläufig

## 2.2 WÄRME IST NICHT GLEICH WÄRME

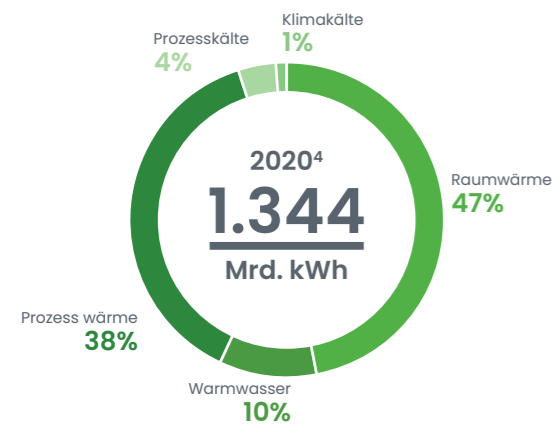
Die Anwendung von Wärme und Kälte lässt sich in fünf Bereiche unterteilen (siehe untenstehende Grafik). Neben den kleineren Bereichen wie Prozess- und Klimakälte entfällt der größte Teil auf Prozess- und Raumwärme sowie Warmwasserbereitstellung (siehe nachfolgende Grafik). Der private Verbrauch (hier: Raumwärme, Klimakälte und anteilig Warmwasser) macht somit mehr als die Hälfte des Wärmeverbrauchs aus.

Die Prozesswärme stellt mit 38% den zweitgrößten Anwendungsbereich dar. INNIO kann in den größten Segmenten des Wärmesektors mit seinen Jenbacher Energielösungen und Services seinen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten. So gut wie in jedem Anwendungsbereich wird die KWK auch heute schon erfolgreich eingesetzt. Wie wir das bewerkstelligen, werden wir im Folgenden näher darlegen.

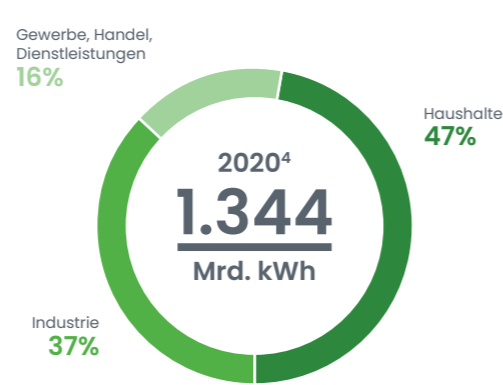
Wie eingangs erläutert, zeigt sich also ein großer Bedarf an nachhaltigen Energielösungen, die bereits heute funktionieren: Um die ehrgeizigen Klimaziele zu erreichen und gleichzeitig eine zuverlässige grüne Energieinfrastruktur aufzubauen, müssen wir vor allem den Wärme- und Kältesektor zeitnah dekarbonisieren. Dies kann nur gelingen, wenn wir neben dem Bau neuer Anlagen auch bestehende Anlagen und Wärmenetze stetig und zügig erneuern und erweitern. Die Einbindung verschiedenster Wärmequellen im kommunalen Bereich ist dabei der richtige Ansatz.

### Betrachtung des Wärmemarktes bezogen auf den Endenergieverbrauch 2020

#### Anwendungsbereiche



#### Verbrauchssektoren



Grafik 3: Bundesverband für Energie- und Wasserwirtschaft e.V., Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Deutschland, [www.bdew.de/media/documents/W%C3%A4rmeverbrauchsanalyse\\_Foliensatz-2022.pdf](http://www.bdew.de/media/documents/W%C3%A4rmeverbrauchsanalyse_Foliensatz-2022.pdf), 2022.

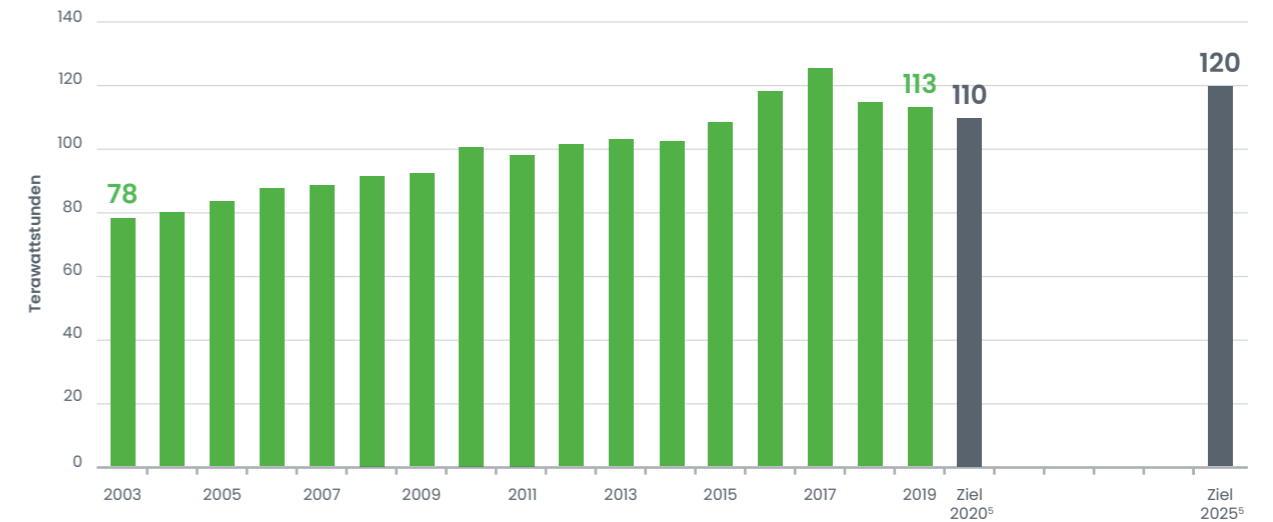
<sup>4</sup> vorläufig; nicht um Lagerstands Aufbau leichtes Heizöl aufgrund geringerer MwSt. bereinigt

### Status Quo der KWK – ein kurzer Überblick

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) bezeichnet ein System, das aus einer Primärenergiequelle gekoppelt Strom (und/oder mechanische Energie) und Wärme bereitstellen kann. Damit ist die KWK ein hocheffizientes System, das höchste Nutzungsgrade und zugleich Kraftstoffflexibilität bietet. Seit Jahrzehnten werden Anlagen mit unterschiedlichen Technologien (Verbrennungsmotor, Dampfturbinen, Gasturbine mit Abhitzeesseln und GuD-Heizkraftwerken, seit neuestem auch Brennstoffzellen) im Energiesystem zur gleichzeitigen Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt.

Die KWK-Nettostromerzeugung entsprach in den vergangenen Jahren in etwa dem im KWK-Gesetz für 2025 festgesetzten Ziel von 120 TWh (siehe nachfolgende Grafik).

### Kraft-Wärme-Kopplung (KWK): Nettostromerzeugung<sup>5</sup>



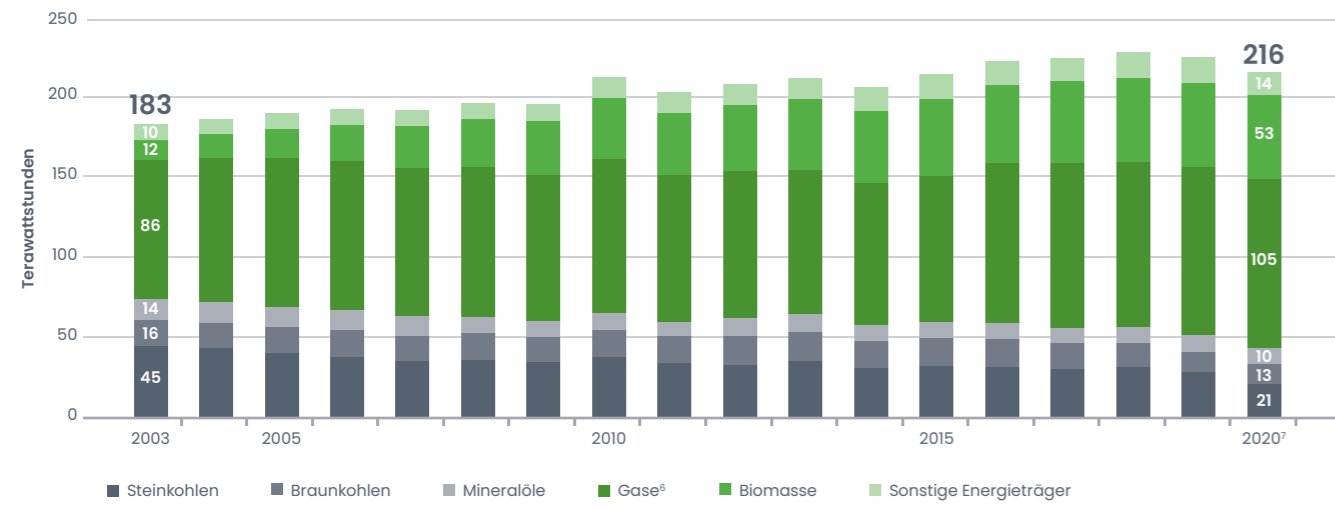
Grafik 4: Statistisches Bundesamt – Umweltbundesamt, [www.umweltbundesamt.de/daten/energie/kraft-waerme-kopplung-kwk#kwk-waermeerzeugung](http://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/kraft-waerme-kopplung-kwk#kwk-waermeerzeugung), 2021.

<sup>5</sup> Ziele für 2020 und 2025 nach KWKG

20% der Nettowärmeerzeugung aus KWK-Anlagen stammten 2020 noch immer aus Kohle und Öl, wie sich aus untenstehender Grafik entnehmen lässt.

Kohlebefeuerte KWK-Anlagen wurden in den vergangenen Jahrzehnten immer weniger eingesetzt und zunehmend durch hochmoderne KWK-Anlagen auf Basis von Erdgas oder auch Biogas bzw. Biomethan ersetzt.

**KWK: Nettowärmeerzeugung nach Energieträgern<sup>6</sup>**



**Grafik 5:** Statistisches Bundesamt – Umweltbundesamt, [www.umweltbundesamt.de/daten/energie/kraft-waerme-kopplung-kwk#wkw-waermeerzeugung](http://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/kraft-waerme-kopplung-kwk#wkw-waermeerzeugung), 2021.

<sup>6</sup> Erdgas, Erdölgas, Kokereigas, Gichtgas, Naturgase, Stadtgas, Konvertgas, Grubengas

<sup>7</sup> vorläufige Daten





## 2.4 RESIDUALLAST

### Versorgungskriterium der Zukunft schon heute

Residuallast ist der Anteil der Leistung, der übrigbleibt, wenn die erneuerbaren Energien (EE) den Strombedarf nicht mehr eigenständig decken können bzw. ausgeschöpft sind. Laut einer Studie der Fraunhofer IFAM zur „Rolle der KWK in der Energiewende“<sup>8</sup> zeigt sich, dass der Bedarf an Residuallast und die dazugehörigen sinnvollen Einsatzzeiten für KWK-Anlagen vom Anteil der EE im Stromsektor abhängen.

Die Studie geht bei einem 100%-igen EE-Anteil von einer Bedarfsabdeckung von 6.000 Jahresstunden aus. Dies bedeutet gleichzeitig, dass eine wirtschaftlich sinnvolle Einsatzzeit für die KWK bei weniger als 3.000 Stunden pro Jahr liegt. Wichtig ist in diesem Zusammenhang zu erwähnen, dass ein zunehmender Ausbau der erneuerbaren Energien die Lastspitzen der Residuallast kaum verringert. Die nötige installierte

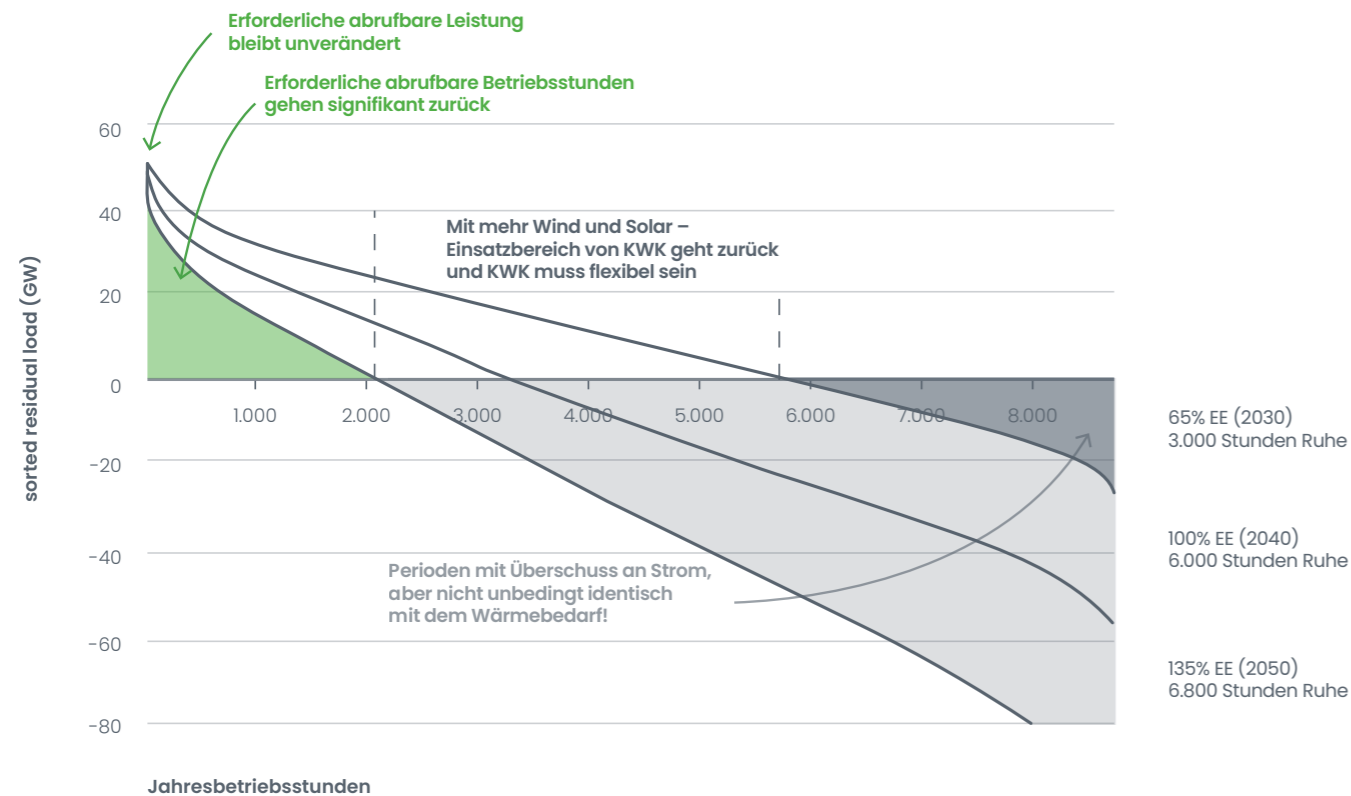
KWK-Leistung müsste somit in allen Szenarien ähnlich hoch sein. Weiters fällt der Zeitpunkt eines Überschusses an Strom aus erneuerbaren Energien nicht zwingend mit den Perioden mit hohem Wärmebedarf zusammen.

Eine weitere Kopplung der Sektoren Verkehr über Ladestationen oder die oben bereits erwähnte Elektrifizierung der Wärmeerzeugung erhöht den Strombedarf noch weiter und erfordert dadurch noch weiter den Ausbau der erneuerbaren Energien. Gleichzeitig erhöht sich dadurch die notwendige Residuallast.

<sup>8</sup> Quelle: B.KWK-Kurzstudie zur Rolle der Kraft-Wärme-Kopplung in der Energiewende, Fraunhofer IFAM, [www.bkww.de/wp-content/uploads/2018/03/B.KWK\\_Studie\\_Perspektiven\\_der\\_KWK\\_in\\_der\\_Energiewende\\_final.pdf](http://www.bkww.de/wp-content/uploads/2018/03/B.KWK_Studie_Perspektiven_der_KWK_in_der_Energiewende_final.pdf), 2018.

#### Trend für die Residuallast

Zeitpunkt der Überschüsse fallen nicht zwingend mit Perioden mit hohem Wärmebedarf zusammen.



Grafik 8: elmlw – Versorgungssicherung als neue Aufgabe für die Kraft-Wärme-Kopplung, Uwe Welteke-Fabrizius, Ausgabe 3, Juni 2019.

# 3.

**WARUM IST DIE KWK HEUTE UND IN ZUKUNFT EIN WICHTIGER PLAYER DER ENERGIEWENDE und wie sieht ihr Einsatz aus?**

## 3.1 FLEXIBLE UND WIRTSCHAFTLICHE FAHRWEISE

### bei Neu- und Bestandsanlagen

Neben der hohen Effizienz kommt der KWK auch ihre Flexibilität zugute. KWK-Anlagen, vor allem Gasmotoren, können systemdienlich eingesetzt werden und damit zur Versorgungssicherheit beitragen,<sup>9</sup> wenn die erneuerbaren Energien im Netz die Residuallast hinterlassen. Wird diese Aufgabe durch eine große Zahl dezentraler Anlagen übernommen, wird die Residuallast effizient, system- und netzdienlich gedeckt.

Dabei bedarf es jedoch der entsprechenden Auslegung der KWK-Anlage: Wo früher KWK-Anlagen auf die Grundlast des Wärmebedarfs ausgelegt wurden, um möglichst hohe Laufzeiten pro Jahr zu erreichen, ist heute der flexible Einsatz einer hohen Leistung angesagt. Die Wärme wird in einem Wärmespeicher gespeichert und dann zur richtigen Zeit verbraucht.

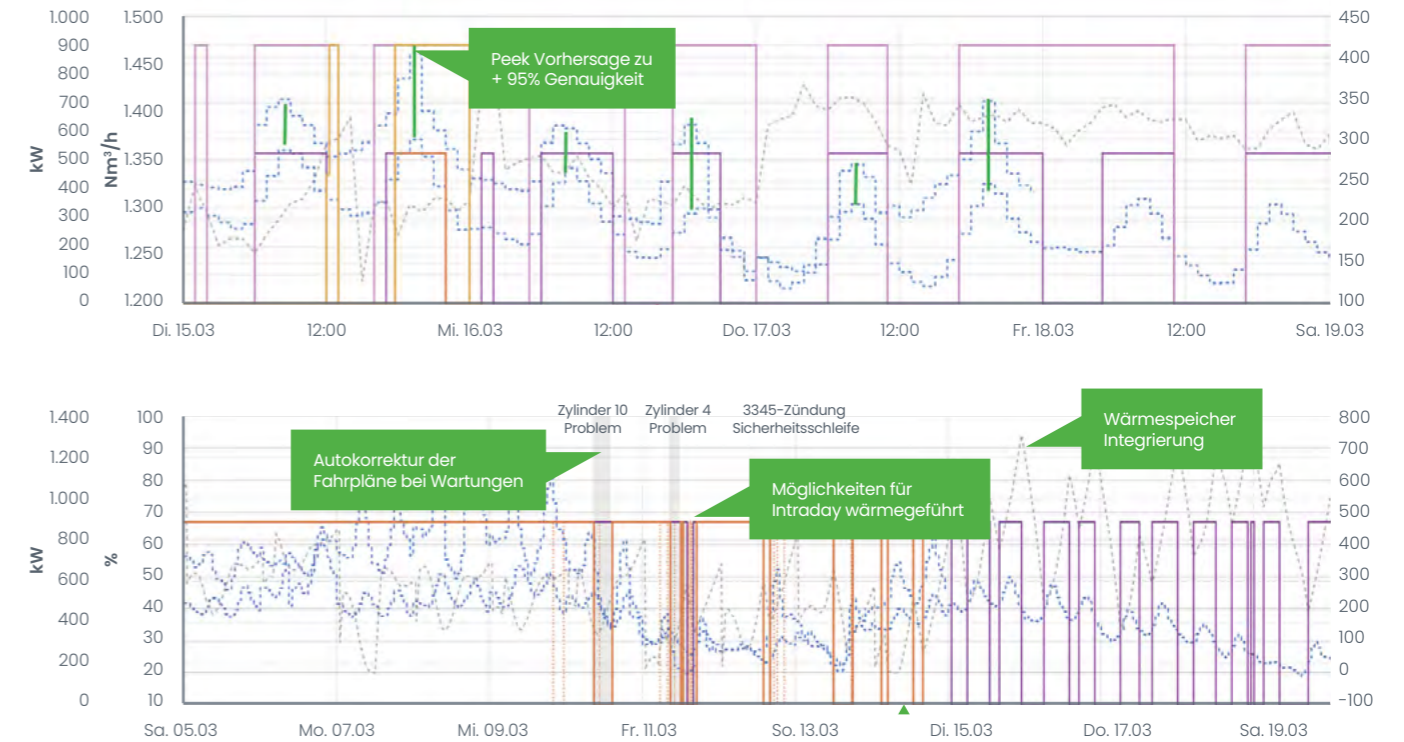
Denn um für die Zukunft aufgestellt zu sein, heißt das Zauberwort: optimierter Betrieb nach dem Bedarf des Strommarkts.

Eine strommarktorientierte Fahrweise bedingt ein grundlegend anderes KWK-Anlagenkonzept. Neben großen (Wärme-)Pufferspeichern für die zeitliche Entkopplung zwischen Bedarf und Erzeugung der Wärme benötigt die Anlage ein intelligentes Energiemanagement, das den Einsatz der Anlage zu den notwendigen Zeiten am Strommarkt einplant und ins Netz bringt. Außerdem ist es sinnvoll, die BHKW-Anlage so flexibel wie möglich zu gestalten, also mit möglichst geringen Start- und Stoppzeiten zu konzipieren. Das gelingt leichter mit hocheffizienten und auf den Day-Ahead und Intraday-Markt angepassten Motoren als mit anderen Optionen.

Durch große installierte Leistungen und niedrigere Laufzeiten der Blockheizkraftwerke (BHKW) lassen sich damit die gleichen Wärmemengen erzeugen wie mit „kleineren“ Dauerläufern. Auf den Betrieb ineffizienter separater Kesselanlagen kann dabei verzichtet werden. Und die höhere Leistung wird durch die flexible Fahrweise zu den Stunden der höchsten Strompreise refinanziert. Die nachfolgende Grafik zeigt ein Beispiel für eine flexible Fahrweise einer BHKW-Anlage, welche die Wirtschaftlichkeit anhand der Marktvorgaben optimiert.

Dass diese Anlagenauslegung nicht nur marktgetrieben ist, zeigen unter anderem die aktuelle Entwicklung der maximal förderfähigen 3.500 Vollbenutzungsstunden (Vbh) für Anlagen in der KWKG-Ausschreibung<sup>10</sup>. Diese jährlichen geförderten Gesamtstunden sollen gesetzlich noch bis auf 2.500 Vbh weiter herabgesetzt werden. Dennoch ist es dem Betreiber erlaubt, seine BHKW-Anlage über die maximal geförderten Stunden hinaus zu besonders wirtschaftlich attraktiven Zeiten zu betreiben.

### Flexible Fahrweise einer BHKW-Anlage: Beispiel



Grafik 9: INNIO intern, 2022

<sup>9</sup> Quelle: Umweltbundesamt, [www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/hgp\\_statusquo\\_kraft-waermekopplung\\_final\\_bf.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/hgp_statusquo_kraft-waermekopplung_final_bf.pdf)

<sup>10</sup> Quelle: Clearingstelle EEG/KWKG, [www.clearingstelle-ee-g-kwkg.de/sites/default/files/2020-09/KWKG-200814-200808-web.pdf](http://www.clearingstelle-ee-g-kwkg.de/sites/default/files/2020-09/KWKG-200814-200808-web.pdf)

## 3.2 KWK ZUR UNTERSTÜTZUNG DER VERSORGUNGSSICHERHEIT

### bei Strom UND Wärme

KWK-Anlagen können also schon heute sowohl in neuen als auch in bestehenden Wärmenetzen zur Dekarbonisierung beitragen. Als flexible und effiziente Begleiterin ermöglicht die KWK den erneuerbaren Erzeugern die Integration in ein Wärmenetz. Gegenwärtig geht es darum, fossile Brennstoffe möglichst effizient zu nutzen, also im Vergleich zur ungekoppelten Wärmeerzeugung Primärenergie – und bei fossilen Brennstoffen damit Treibhausgasemissionen – einzusparen.

Perspektivisch werden die KWK-Anlagen auf erneuerbare Energieträger umgerüstet. Wasserstoff und weitere Synthesegase sind bereits in den Startlöchern, stehen jedoch gegenwärtig noch nicht in vollem Umfang für die Energiewirtschaft zur Verfügung.

Auf dem Land kann die Wärmewende derzeit schon mit hochflexiblen BHKW-Anlagen fortgeschrieben werden, die mit lokal erzeugtem Biogas betrieben werden. Dabei sollte ein Fokus auf der Verwertung der Reststoffe aus der Landwirtschaft gelegt werden. Als Ergebnis wären große Teile der ländlichen Gebiete in Deutschland klimaneutral mit Wärme versorgt!

Der Einsatz von Biomethan ist aus unserer Sicht ein sinnvoller Schritt, da es ohne Umrüstung in die bestehenden Pipelines eingespeist werden kann und für eine erhebliche Dekarbonisierung sorgt. Zudem bietet eine KWK-Anwendung den höchstmöglichen energetischen Nutzungsgrad (von bis zu 95%), der z. B. deutlich über jenem im Transportsektor (rund 25 bis 45%) liegt. Ein weiterer großer Vorteil von zukünftigen KWK-Anlagen besteht darin, dass die bestehenden Anlagenteile weiterverwendet werden können. Mit der Aufrüstung einer Anlage zu einem BHKW wird sie zukunftsfähig, also eine „No-Regret-Entscheidung“.

Seit Anfang 2022 werden Jenbacher Motoren außerdem mit einer „Ready for H<sub>2</sub>“-Option<sup>11</sup> angeboten. Diese Modelle können mit bis zu 25% (vol) H<sub>2</sub> im Gasnetz betrieben werden. Mit der zunehmenden Verfügbarkeit von Wasserstoff können alle „Ready for H<sub>2</sub>“-Neuanlagen und die meisten der derzeit installierten Jenbacher Motoren im Pipelinegasbetrieb auf den Betrieb mit 100% Wasserstoff umgerüstet werden. Die Motoren der Baureihe 4 werden bereits heute für den Betrieb mit 100% Wasserstoff angeboten. Ab 2025 wird voraussichtlich das gesamte Jenbacher Produktportfolio für den Betrieb mit 100% Wasserstoff ausgerollt.

Wir sind davon überzeugt, dass die Wachstumsraten für erneuerbare Energien aus technologischer Sicht nur dann umsetzbar sind, wenn parallel dazu auch die KWK weiter ausgebaut wird, um die Residuallast im Stromsektor abzudecken. Dabei unterstützen wir auch die Kombination von KWK mit lokalen Power-to-Heat- oder Wärmepumpen-Anlagen, um Überschussstrom sinnvoll und kosteneffizient aufzunehmen und Strom speziell dann bereitzustellen, wenn im Markt die höchste Nachfrage besteht. Dadurch können bestehende und neue KWK-Anlagen dazu beitragen, den Wärmesektor zu dekarbonisieren und gleichzeitig die Versorgungssicherheit – im gesamtdeutschen Stromsektor sowie in der lokalen Wärmeversorgung – zu gewährleisten.

## 3.3 DIE NEUE ROLLE DER KWK

### in der Strom- und Wärmewende

Bisher hat man klassisch zwischen der Grundlastversorgung durch große Atom-, Kohle-, aber auch Biomasse-(Heiz-)kraftwerke einerseits und den volatilen Mengen an Wind- und Solarenergie andererseits unterschieden.

Bereits jetzt und in Zukunft noch verstärkt stellen die erneuerbaren Energien die Grundlast dar, die allerdings deutlich volatil erzeugt wird, weshalb flexible Kraftwerke die Versorgungssicherheit gewährleisten werden müssen. Hier stellen dezentrale hocheffiziente BHKWs die bessere Alternative dar, weil sie die Kraftstoffe (derzeit noch Pipelinegas, später klimaneutrale Gase) wesentlich effizienter in KWK nutzen als die getrennte Wärme- und Stromerzeugung. Hier gibt es Aufgaben bei den bestehenden KWK-Anlagenkonzepten als auch bei der Neukonzeption für erweiterte Wärmenetze.

Um diese neue Rolle übernehmen zu können, muss eine KWK-Anlage jedoch auch unter den neuen Rahmenbedingungen betrieben werden können. Dieser flexiblere Einsatz von klassischen BHKW-Anlagen erfordert aufgrund der höheren Komplexität eine technologische Unterstützung durch den Einsatz von Energiemanagementlösungen.

Die hohe Gesamteffizienz einer KWK-Anlage und die unterstützenden Eigenschaften von Jenbacher Energielösungen bieten hier einen Lösungsansatz für zukunftsfähige Anlagen.

INNIO stellt hier eine Lösung bereit, welche die neuesten Ansätze Künstlicher Intelligenz (KI) integriert, um die benötigte Wärme sicherzustellen und gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit einer Anlage zu steigern. Dabei erlernt die intelligente Software nach Aufsetzen einer Gesamtanlage mit Wärmenetz und den Erzeugungsanlagen selbstständig die Optimierungsmöglichkeiten für den täglichen Betrieb.

Wir ermitteln für jedes einzelne Wärmenetzwerk kurzfristige sowie Gesamtjahres-Vorhersagen zu Wärmeverbrauch, Speicherfüllständen und Marktpreisprognosen – maßgeschneidert für die jeweilige Anwendung. Damit bieten wir optimierte Fahrpläne für eine Direktvermarktung und berücksichtigen dabei selbstverständlich auch individuelle Anlagenrestriktionen oder Wärmelieferungsverpflichtungen.



Grafik 11: INNIO intern, 2022

<sup>11</sup> „Ready for H<sub>2</sub>“ bedeutet, dass die Jenbacher Anlage grundsätzlich in Zukunft auf den Betrieb mit bis zu 100% Wasserstoff umgerüstet werden kann. Details wie Kosten und Zeitrahmen für eine solche Umrüstung können variieren und müssen individuell geklärt werden.

# 4.

## BEST PRACTICE IN DEUTSCHLAND: VIER BEISPIELE

### AUF KURS ZUR KLIMANEUTRALITÄT

#### Küstenkraftwerk Kiel als Ersatz von Kohle im großen Maßstab

In Kiel steht eine der modernsten und flexibelsten KWK-Anlagen Europas. Insgesamt 20 Jenbacher Motoren von INNIO erzeugen seit Beginn der Heizsaison 2019/20 Strom und Fernwärme für mehr als 73.500 Kieler Haushalte und tragen gleichzeitig wesentlich zur Netzstabilisierung in Norddeutschland bei.

Durch die stromgeführte Fahrweise des Küstenkraftwerks und die gleichzeitige Nutzung der anfallenden Wärme setzt die Anlage mit einem Gesamtwirkungsgrad von mehr als 92% neue Maßstäbe in der Kraftstoffnutzung. Dabei ermöglichen die eingesetzte Power-to-Heat-Technologie und ein 60 Meter hoher Wärmespeicher eine Entkopplung der Strom- und Wärmebereitstellung und tragen damit zur Flexibilität der Anlage bei. Verglichen mit dem kohlebefeuerten Vorgängerkraftwerk verringerte sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch den Technologiewechsel um 70% – das entspricht einer jährlichen Einsparung von knapp 1 Million Tonnen CO<sub>2</sub> bzw. 500.000 Autos, die nicht mehr auf den Straßen fahren.

Im nächsten Schritt arbeitet INNIO gemeinsam mit den Stadtwerken Kiel daran, das Küstenkraftwerk durch den Einsatz von grünen Gasen mit höherem Wasserstoffanteil in den kommenden Jahren klimaneutral zu machen. Jenbacher Motoren können bereits heute mit Wasserstoff betrieben werden – jetzt bedarf es noch der ausreichenden Verfügbarkeit dieses Energieträgers.



### LEUCHTTURMPROJEKT FÜR DIE ENERGIEWENDE

#### HanseWerk Natur in Hamburg – 100% Wasserstoff realisiert



HanseWerk Natur, ein Unternehmen der E.ON-Gruppe, betreibt ein Flagship-Projekt in Hamburg. Der bestehende Jenbacher J416 Motor wurde von Erdgas auf Wasserstoff umgerüstet und kann nun mit variablen Wasserstoff-Erdgas-Mischungen mit bis zu 100% Wasserstoff betrieben werden.

Mit diesem Leuchtturmprojekt hat INNIO die Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff erstmals bei einem Motor in Industriegröße im Feld umgesetzt.

Das BHKW versorgt 30 Wohngebäude, eine Sport- und eine Kindertagesstätte sowie das Freizeitzentrum Othmarschen Park verlässlich mit jährlich 13.000 Megawattstunden Nahwärme. Der erzeugte Strom wird von Elektroautos in den Ladestationen im Parkhaus Othmarschen „getankt“ und in das örtliche Stromnetz eingespeist.

## EIN „EXOT“ FÜR HÖCHSTE FLEXIBILITÄT

B.E.N.E. Möglingen

Ziel des lokalen Energieversorgers war es, ein komplett neues Nahwärmenetz für die Gemeinde Möglingen zu errichten, das eine Wärmeversorgung etabliert, die extrem ausfallsicher ist und auch auf lange Sicht als optimale Lösung mit hoher Effizienz überzeugen kann.

So wurde in der 11.000-Einwohner-Gemeinde mit dem Jenbacher J320 zunächst ein neues Blockheizkraftwerk mit einer Leistung von 999 kW elektrisch und 1.384 kW thermisch installiert.

Eine Kombination aus BHKW, drei Abgaswärmetauschern und einer Wärmepumpe ermöglicht höchste Flexibilität der Gesamtanlage sowie hohe Versorgungssicherheit.

Das Ergebnis kann sich sehen lassen: Dank eines Groß-Pufferspeichers mit 750 m<sup>3</sup> lässt sich die Flexibilität für den strommarktgeführten Anlagenbetrieb umsetzen. Zudem ermöglichen Digitalisierung und Vollmonitoring eine Versorgungssicherheit von nahezu 100%. Extrem kurze Ausfallzeiten von maximal 30 Minuten garantieren zudem eine sehr hohe Handlungsfähigkeit.

Der Gesamtwirkungsgrad des BHKW samt der Wärmepumpe liegt bei 106,3%. Das BHKW ist im ersten Jahr rund 3.300 Vollbenutzungsstunden gelaufen, die Wärmepumpe etwa 2.300 Stunden. Das BHKW hat somit im ersten Jahr 4,567 Millionen kWh Wärme und die Wärmepumpe zusätzlich 1,016 Millionen kWh bereitstellen können. Zudem hat die Anlage rund 3,3 Millionen kWh Strom produziert.



## FLEXIBEL UND NACHHALTIG MIT BIOMETHAN-BHKW

Stadtwerke Bad Säckingen

Die Stadtwerke Bad Säckingen haben ihr Heizkraftwerk (HKW) Süd um drei Jenbacher Motoren erweitert. Damit kann die Anlage flexibel auf den Strommarkt reagieren und die Wärmenetze versorgen.

Die ursprüngliche Jenbacher BHKW-Anlage des Heizwerks Süd bestand aus einem Jenbacher J312 und einem J416 und wurde rein wärmegeführt, also abhängig vom Wärmebedarf im Fernwärmenetz betrieben. Zu dieser bestehenden Anlage mit insgesamt 1,65 MW elektrischer Leistung im Heizkraftwerk kamen 2020 drei Motoren mit insgesamt 4 MW hinzu. Insgesamt hat das HKW Süd in Bad Säckingen nun eine thermische Leistung von rund 6,2 MW und eine elektrische Leistung von 5,7 MW. Die Anlage läuft im Jahr rund 2.460 Stunden und erzeugt 14 Millionen kWh Strom sowie etwa 15 Millionen kWh Wärme.

Durch die Errichtung eines großen Pufferspeichers mit einem Fassungsvermögen von 1 Million Liter (1.000 m<sup>3</sup>) kann die Anlage nun stromgeführt betrieben werden. Das bedeutet, dass die einzelnen BHKW-Module abhängig vom Strombedarf im öffentlichen Netz und der Einspeisung von Sonnen- und Windstrom zu- bzw. abgeschaltet werden und damit die Stromversorgung auch in einer Dunkelflaute absichern. Denn die erzeugte Wärme kann zwischengespeichert und nach Bedarf in das Fernwärmenetz der Stadtwerke Bad Säckingen eingespeist werden.

Dieser Ausbau der BHKW-Anlage wurde als Flexibilisierungsmaßnahme nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) realisiert. Denn sowohl die bestehenden als auch die neuen BHKW-Module werden mit Biomethan betrieben und sind damit ein großer ökologischer Fortschritt. Der nächste Schritt zum Ziel einer CO<sub>2</sub>-neutralen Stadt ist die Umstellung auf grünen Wasserstoff, sobald dieser in ausreichenden Mengen zur Verfügung steht.

Durch die Erweiterung um drei Jenbacher BHKW der Baureihe 4 verdreifachte sich die Leistung des Heizwerks Süd. Es können nun mehr als 4.000 Haushalte mit Strom und weitere 1.000 Haushalte mit Wärme versorgt werden.

Laut den Stadtwerken Bad Säckingen werden durch die gemeinsame Erzeugung von Strom und Wärme im biomethanbetriebenen Jenbacher BHKW rund 3.600 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber einer konventionellen Wärmeerzeugung mit Heizöl vermieden. Der produzierte Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist, die dabei anfallende Wärmeenergie wird über das bestehende Fernwärmenetz zu den angeschlossenen Wohnungen und öffentlichen Einrichtungen transportiert.



# 5.

## OUTLOOK WHITEPAPER II

### 5. OUTLOOK WHITEPAPER II

#### Wie plane ich eine zukunftsfähige Wärmeversorgung?

Der zweite Teil unserer Publikationsserie zur Zukunft der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) widmet sich ihrem Einsatz zur Unterstützung der Wärmewende. Fokus liegt dabei auf der Herausarbeitung der neuen Aufgaben von zukunftsfähiger KWK-Technologie und einer Identifizierung ihrer Potenziale. Damit richtet sich Whitepaper II an alle, die mit der Planung unserer Energiezukunft befasst sind – also an Planer in Stadtwerken, Kommunen (z. B. in Bauämtern) und Wohnungsbaugesellschaften, an Unternehmensberater sowie an Planer im Bereich Technische Gebäudeausrüstung.

Whitepaper II liefert einen Überblick über die aktuellen regulatorischen Rahmenbedingungen für den Einsatz und die Förderung von KWK-Anlagen in Deutschland als Basis für die Entwicklung oder den klimafreundlichen Umbau einer dezentralen Wärmeversorgung. Danach erfolgt eine Einordnung der KWK im Kontext der übergeordneten Wärmeplanung und die Beantwortung der Frage, wie diese Technologie auch in Zukunft in intelligenten Energiesystemen eingesetzt werden kann.

#### **Flexible, effizient gemanagte strommarktgeführte KWK**

In ihrer bisherigen Fahrweise wurden KWK-Anlagen wärmegeführt betrieben und primär zur Wärmeversorgung von einzelnen Gebäuden oder Industriebetrieben bzw. zur Einspeisung in Nah- und Fernwärmenetze eingesetzt. Ihre zukünftige Nutzung liegt nun in einer flexiblen, effizient gemanagten strom- bzw. strommarktgeführten Betriebsweise, die durch das Zusammenwirken mit weiteren Technologien, z. B. Wärmespeicher und Wärmepumpen, eine bedarfsorientierte und nachhaltige Wärmeversorgung ermöglicht.

Dabei erfordert vor allem die strommarktgeführte Betriebsweise unter Berücksichtigung einer sicheren Wärmeversorgung umfangreiche intelligente Energiemanagement-Lösungen, um die immer komplexer werdenden Anforderungen zu erfüllen. Für eine umfassende zukunftsfähige Wärmelösung sollten KWK-Anlagen deshalb von allen am Planungsprozess Beteiligten als Teil eines sektorübergreifenden Konglomerats unterschiedlicher Technologien gedacht und geplant werden. Hier punktet die KWK-Technologie nicht nur mit ihrer flexiblen Einsetzbarkeit zur Abdeckung der Residuallast, sondern auch durch optimierte Erlöse aus dem Stromverkauf.



**WHITEPAPER II:  
WIE PLANE ICH EINE ZUKUNFTSFÄHIGE  
WÄRMEVERSORGUNG?**

Erfahren Sie in unserem Whitepaper II für Planungsverantwortliche mehr über die neuen Aufgaben von zukunftsfähiger KWK-Technologie und über ihre Potenziale.

Die INNIO Group ist ein führender Anbieter von Energielösungen und Services, der Industrien und Gemeinden schon heute in die Lage versetzt, Energie nachhaltiger zu machen. Mit seinen Produktmarken Jenbacher und Waukesha sowie seiner digitalen Plattform myPlant bietet INNIO innovative Systeme für die Energieerzeugung und die Verdichtung. Damit können die Kund:innen nachhaltig Energie erzeugen und effizient agieren – und dabei erfolgreich durch eine sich schnell ändernde Energielandschaft aus traditionellen und grünen Energiequellen navigieren. Das Angebot ist individuell im Umfang und global im Maßstab. Mit seinen flexiblen, skalierbaren und resilienten Energielösungen und Services ermöglicht INNIO seinen Kund:innen, die Energiewende entlang der Energiewertschöpfungskette in ihrer eigenen Geschwindigkeit zu meistern.

INNIO hat seinen Hauptsitz in Jenbach (Österreich) und verfügt über weitere Hauptbetriebsstätten in Waukesha (Wisconsin, USA) und Welland (Ontario, Kanada). Ein Team aus mehr als 4.000 Expert:innen bietet über ein Servicenetzwerk in mehr als 100 Ländern Life-Cycle-Support für die mehr als 55.000 weltweit ausgelieferten Motoren.

Mit seinem ESG-Risiko-Rating belegte INNIO im März 2023 weltweit den ersten Platz unter den mehr als 500 von Sustainalytics bewerteten Maschinenbauunternehmen.

Weitere Informationen finden Sie auf der Website von INNIO unter [www.innio.com](http://www.innio.com).


Folgen Sie der INNIO Group und ihren Marken auf  (vormals Twitter) und .



## ENERGY SOLUTIONS. EVERYWHERE, EVERY TIME.

© Copyright 2023 INNIO.

Informationsänderungen vorbehalten.

INNIO, **INNIO**, Jenbacher, , myPlant, Waukesha sind in der Europäischen Union sowie in verschiedenen Ländern geschützte und registrierte Marken (NAMEN) und dürfen ausschließlich durch INNIO GmbH & Co OG, deren Tochtergesellschaften und autorisierten Lizenznehmern benutzt werden. Die Liste ist exemplarisch, es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit.

Mit sämtlichen Personenbezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern meinen wir gleichermaßen alle Geschlechter.

„Ready for H<sub>2</sub>“ bedeutet, dass die Jenbacher Anlage grundsätzlich in Zukunft auf den Betrieb mit bis zu 100% Wasserstoff umgerüstet werden kann. Details wie Kosten und Zeiträumen für eine solche Umrüstung können variieren und müssen individuell geklärt werden.

„Optimierung/optimieren“ bezieht sich auf die automatisiert erstellten Handlungsempfehlungen der myPlant Energiemanagement-Lösung zur Verbesserung des Status Quo von Direktvermarktung und ressourcenschonendem Anlagenbetrieb.

Jenbacher is part of the INNIO Group



# ZUKUNFT DER KRAFT- WÄRME-KOPPLUNG

## II. Wie plane ich eine zukunftsfähige Wärmeversorgung?

Dieses Whitepaper ist der zweite Teil einer Serie, die dem Einsatz von zukunftsfähiger Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) als hocheffiziente und flexible Technologie zur Unterstützung der Wärmewende gewidmet ist. Ein wesentliches Ziel dieser Publikation besteht darin, die neuen Aufgaben von zukunftsfähiger KWK-Technologie für Planungsverantwortliche herauszuarbeiten und damit ihre Potenziale zu identifizieren. Sie richtet sich deshalb an alle, die mit der Planung unserer Energiezukunft befasst sind – also an Planer in Stadtwerken, Kommunen (z. B. in Bauämtern) und Wohnungsbaugesellschaften, an Unternehmensberater sowie an Planer im Bereich Technische Gebäudeausrüstung.



# INHALT

<b>1. EINLEITUNG</b>	<b>2</b>
<b>2. ZUSAMMENFASSUNG WHITEPAPER I: WIE KANN DIE WÄRMEWENDE GELINGEN?</b>	<b>3</b>
<b>INFOBOX: FÖRDERPROGRAMME</b>	<b>5</b>
<b>3. PLANUNG EINER ZUKUNFTSFÄHIGEN WÄRMEVERSORGUNG</b>	<b>7</b>
<b>3.1 Die kommunale Wärmeplanung (kWP)</b>	<b>8</b>
3.1.1 Bestandsaufnahme und Potenzialbewertung	8
3.1.2 Konkrete Planungskonzepte	9
<b>3.2 Planung in der Praxis</b>	<b>11</b>
3.2.1 Dimensionierung der KWK-Anlage	11
3.2.2 Kraftstoffflexibilität und klimaneutrale Kraftstoffe	13
3.2.3 Wartung und Inspektion	15
<b>3.3 KWK in Kombination mit ausgewählten anderen Technologien</b>	<b>16</b>
3.3.1 Wärmespeicher	17
3.3.2 Wärmepumpe	18
<b>4. ZUKUNFTSFÄHIGE KWK-ANLAGEN IN DER PRAXIS – JENBACHER PROJEKTBEISPIELE IN DEUTSCHLAND</b>	<b>20</b>
<b>5. ANHANG</b>	<b>25</b>

## 1. EINLEITUNG

Die Energiewende – und damit auch die Wärmewende – stellt uns in Deutschland vor zahlreiche Herausforderungen. Der Nuklear- und Kohleausstieg sowie der wachsende Strombedarf aufgrund der zunehmenden Elektrifizierung müssen miteinander vereinbart werden. Dabei bedeutet die steigende Nutzung von Erneuerbaren Energien (EE) aufgrund ihrer naturgegebenen Volatilität eine zusätzliche Herausforderung für die Netzstabilität. Gleichzeitig müssen Infrastruktur und Verbraucher auf erneuerbare Energieträger umgestellt werden.

Im Zuge des voranschreitenden Ausbaus der EE können flexible, regelbare Kraftwerke – idealerweise hocheffiziente, flexible und wasserstofffähige KWK-Anlagen – einen wichtigen Beitrag zum Gelingen der Wärmewende leisten.

Am Beginn dieser Ausgabe steht ein Überblick über die aktuellen regulatorischen Rahmenbedingungen für den Einsatz und die Förderung von KWK-Anlagen in Deutschland als Basis für die Entwicklung oder den klimafreundlichen Umbau einer dezentralen Wärmeversorgung – vom im Herbst 2023 verabschiedeten Wärmeplanungsgesetz bis zum Erneuerbare-Energien-Gesetz und KWK-Gesetz.

Danach erfolgt eine Einordnung der KWK im Kontext der übergeordneten Wärmeplanung und die Beantwortung der Frage, wie diese Technologie auch in Zukunft in intelligenten Energiesystemen eingesetzt werden kann. Dabei wird insbesondere auf die Systemdienlichkeit der KWK in Kombination mit anderen Technologien, insbesondere mit Wärmespeichern und Wärmepumpen, ausführlich eingegangen. Denn in diesem Zusammenspiel können zukunftsfähige KWK-Anlagen ihre besonderen Stärken als zentraler Baustein einer sicheren und klimafreundlichen Energieversorgung entfalten.

In ihrer bisherigen Fahrweise wurden KWK-Anlagen wärmegeführt betrieben und primär zur Wärmeversorgung von einzelnen Gebäuden oder Industriebetrieben bzw. zur Einspeisung in Nah- und Fernwärmenetze eingesetzt. Ihre zukünftige Nutzung liegt nun in einer flexiblen, effizient gemanagten strom- bzw. strommarktgeführten Betriebsweise, die durch die Erweiterung des Anlagenparks um Wärmespeicher, die überschüssige Wärme für eine spätere Nutzung aufbewahren, ermöglicht wird. Dabei erfordert vor allem die strommarktgeführte Betriebsweise umfangreiche intelligente Energiemanagement-Lösungen, um die immer komplexer werden den Anforderungen zu erfüllen. Für eine umfassende

zukunftsfähige Wärmelösung sollten KWK-Anlagen deshalb von allen am Planungsprozess Beteiligten als Teil eines sektorübergreifend gedachten Konglomerats unterschiedlicher Technologien gedacht und geplant werden. Hier punktet die KWK-Technologie nicht nur mit ihrer flexiblen Einsetzbarkeit zur Abdeckung der Residuallast, sondern auch durch optimierte Erlöse aus dem Stromverkauf. Ein weiterer wichtiger Vorteil von KWK-Anlagen besteht darin, dass sie im Fall eines Blackouts auch im Inselbetrieb eingesetzt werden können.

Um ihre Rolle auch in einem vollständig dekarbonisierten Energiesystem erfüllen zu können, müssen zukunftsfähige KWK-Anlagen perspektivisch auch mit klimaneutralen Energieträgern wie z. B. Biogas, Biomethan, Wasserstoff und ggf. Ammoniak betrieben werden können. Hier bieten kraftstoffflexible KWK-Anlagen einen großen Vorteil gegenüber anderen Technologien, bei denen Stranded Investments entstehen können. Das Umrüsten bestehender KWK-Anlagen auf Wasserstoff ist bereits heute möglich und bietet den Anlagenbetreibern hohe Investitionssicherheit.

# 2.

## ZUSAMMENFASSUNG WHITEPAPER I: WIE KANN DIE WÄRMEWENDE GELINGEN?

Da in Deutschland rund die Hälfte des Energieverbrauchs auf die Erzeugung von Wärme entfällt, ist eine umfassende Wärmewende die Bedingung für ein Gelingen der Energiewende. Ein wichtiger Baustein für die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende ist die zukunftsfähige Kraft-Wärme-Kopplungstechnologie. Die zentrale Frage, der sich das Whitepaper I widmete, lautet deshalb: Was macht zukunftsfähige KWK-Anlagen aus?

Flexible KWK-Anlagen dienen zur Abdeckung der Residuallast, liefern also jene Energiemengen, die von den Erneuerbaren Energien (EE) zu einem gegebenen Zeitpunkt nicht mehr eigenständig bereitgestellt werden können. Damit stehen sie nicht in Konkurrenz zu den EE, sondern werden bei Lastspitzen eingesetzt, um die Versorgungssicherheit bei Strom und Wärme zu ermöglichen.

Zukunftsfähige KWK-Anlagen werden nicht mehr wie früher auf die Grundlast des Wärmebedarfs ausgelegt, sondern strommarktoptimiert geplant und betrieben. Durch die Ausstattung mit großen Wärmespeichern und den Einsatz von intelligenten Energiemanagement-Lösungen können Erzeugung und Bedarf zeitlich entkoppelt werden. Diese Flexibilisierung erlaubt den (kommunalen, regionalen und genossenschaftlichen) Versorgern und Betreibern zusätzliche Einnahmen durch eine optimierte Teilnahme am Strommarkt. Gleichzeitig sind hochflexible KWK-Anlagen unabdingbar für die Netzstabilisierung und tragen damit zur Versorgungssicherheit im gesamten Stromsystem bei.

### Zukunftssichere Investition in flexible, hocheffiziente KWK

Aktuell steht noch die möglichst effiziente Nutzung von fossilen Energieträgern im Fokus. Dabei sparen KWK-Lösungen im Vergleich zur ungekoppelten Wärmeerzeugung wesentliche Mengen an Primärenergie – und damit auch an Treibhausgasemissionen – ein.

KWK-Anlagen können aber bereits heute auch mit EE betrieben werden. So wird z. B. im ländlichen Raum lokal erzeugtes Biogas aus Reststoffen der Landwirtschaft zur nachhaltigen Strom- und Wärmeproduktion genutzt. Neben fest in der Energielandschaft etablierten erneuerbaren Gasen werden KWK-Anlagen perspektivisch auch flexibel mit weiteren erneuerbaren Energieträgern betrieben: Wasserstoff und Synthesegase sind bereits in den Startlöchern, stehen derzeit jedoch noch nicht in vollem Umfang für die Energiewirtschaft zur Verfügung. Mittel- und langfristig gesehen, macht dies die Investition in eine hocheffiziente, wasserstofffähige KWK-Anlage jedenfalls zu einer zukunftssicheren Investition.

KWK-Anlagen sind eine wichtige Säule der zukunftsfähigen Energieversorgung in Deutschland. Denn sie bieten die notwendige Flexibilität, um die Volatilität von Photovoltaik und Windkraft auszugleichen. Integriert in intelligente Gesamtkonzepte, schaffen hocheffiziente KWK-Anlagen – in Kombination mit EE und unter Einbindung von Wärmespeichern, anderen Energieerzeugern, wie etwa Wärmepumpen sowie smarten Steuerungskonzepten – zukunftsfähige Energielösungen. Damit KWK-Anlagen diesen zentralen Beitrag zum Gelingen der Energiewende leisten können, müssen entsprechende regulatorische und förderrechtliche Rahmenbedingungen geschaffen werden.



**WHITEPAPER I:  
WIE KANN DIE WÄRMEWENDE GELINGEN?**  
Erfahren Sie in unserem Whitepaper I mehr darüber, wie Jenbacher KWK-Lösungen die erneuerbare Strom- und Wärmeerzeugung unterstützen.

## FÖRDERPROGRAMME

Die deutsche kommunale Wärmeplanung selbst wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert. Dabei wird die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans über die Kommunalrichtlinie mit besonders attraktiven Förderquoten unterstützt. Bis zum 31. Dezember 2023 können Kommunen 90 % Förderung erhalten, finanzschwache Kommunen und Antragstellende aus Braunkohlerevieren können sogar vollständig gefördert werden. Bei Antragstellung ab dem 1. Januar 2024 beträgt der Zuschuss dann 60 %.

Bestehende Förderprogramme und Planungsinstrumente sollen künftig stärker mit der kommunalen Wärmeplanung verflochten werden. Dazu zählen vor allem die Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze (BEW), die Bundesförderung für Effiziente Gebäude (BEG) und das Gebäudeenergiegesetz (GEG). Die herausragende Rolle der KWK für die Dekarbonisierung des Energiesystems wird dabei auch vom Gesetzgeber dahingehend gewürdigt, dass die erzeugte Wärme aus KWK-Anlagen auch in den deutlich restriktiveren Novellierungen des GEG und Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWKG) förderrechtlich als unvermeidbare Abwärme klassifiziert wird.

### Gesetzliche Pflicht zur Neuaufstellung der Wärmeversorgung

#### – Wärmeplanungsgesetz (WPG)

Im **Wärmeplanungsgesetz (WPG)** werden die Grundlagen für den klimaneutralen Umbau der Heizinfrastruktur in Deutschland festgelegt. Es verpflichtet Länder und Kommunen, konkrete Pläne zur Wärmeversorgung vorzulegen. Großstädte (ab 100.000 Einwohnern – dies betrifft bundesweit 80 Großstädte) sollen dies bis Mitte 2026 tun, während kleinere Städte (bis 100.000 Einwohner – dies betrifft bundesweit 1.522 kleinere Kommunen) dafür zwei Jahre mehr Zeit haben. Für Gemeinden unter 10.000 Einwohner werden erleichterte Verfahren in Aussicht gestellt.

Die kommunalen Wärmepläne werden den Bewohnern eine wichtige Orientierung bieten. Denn hier können sie sich darüber informieren, ob ihre Häuser an ein Fern- oder Nahwärmenetz angeschlossen sind bzw. werden oder ob z. B. die Umrüstung auf eine Wärmepumpe empfehlenswert ist. Das bundesweit geltende Gesetz verpflichtet zur kommunalen Wärmeplanung, die damit von den Bundesländern auf die Kommunen übertragen wird.

#### – Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Das deutsche **Gebäudeenergiegesetz (GEG)** verfolgt das Ziel, den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen von Gebäuden zu reduzieren. Es vereinheitlicht und ersetzt mehrere ältere Gesetze. Zweck des GEG ist es, Energieeffizienz-Standards für Neubau und Sanierung sowie Mindestanforderungen für den Einsatz von Erneuerbaren Energien in Gebäuden festzulegen. Mit seinem Beitrag zur Reduzierung von Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie zur Steigerung der Energieeffizienz in der Bau- und Immobilienbranche unterstützt das GEG den Klimaschutz und die Energiewende im Gebäudesektor.

#### – Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG)

Das deutsche **Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG)** verfolgt das Ziel, die Effizienz der Energieerzeugung zu steigern und den Einsatz von KWK-Anlagen zu fördern. Denn die Nutzung der Abwärme bei der Stromerzeugung in KWK-Anlagen ermöglicht die Einsparung von wesentlichen Mengen an Primärenergie und die Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. Um Investitionen in KWK-Anlagen attraktiver zu machen, legt das Gesetz finanzielle Anreize fest, wie z. B. fixe Einspeisevergütungen oder Zuschläge für den erzeugten Strom. Neben der Förderung von KWK-Anlagen erstreckt sich das KWKG auch auf weitere förderfähige Anlagen, so z. B. innovative KWK-Systeme, Wärme- und Kältespeicher sowie Wärme- und Kältenetze.

#### – Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Das deutsche **Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)** hat das Ziel, den Ausbau und die Nutzung Erneuerbarer Energien zu fördern. Es legt einen verbindlichen Rahmen für die Einspeisung und die Vergütung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen fest und unterstützt insbesondere den Ausbau von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus Windkraft, Photovoltaik, Biomasse, Wasserkraft und Geothermie. Ein Schwerpunkt des EEG liegt dabei auf der Förderung der Stromerzeugung aus Biomasse und Biomethan mit KWK-Anlagen. Hier bietet das EEG finanzielle Anreize, wie Einspeisevergütungen und Zahlungen für flexible Leistungsbereitstellung (so genannter Flexibilitätszuschlag). Das EEG spielt eine bedeutende Rolle bei der Förderung einer nachhaltigen Energieversorgung, der Reduzierung von Treibhausgasemissionen und dem Umstieg von fossilen Brennstoffen auf EE. Insbesondere die Erzeugung von Strom aus Biomasse und Biomethan in KWK-Anlagen trägt dazu bei, Ressourcen effizient zu nutzen und die Energiewende voranzutreiben.



# 3.

## PLANUNG EINER ZUKUNFTSFÄHIGEN WÄRMEVERSORGUNG

3.1 Die kommunale Wärmeplanung (kWP)	8
3.1.1 Bestandsaufnahme und Potenzialbewertung	8
3.1.2 Konkrete Planungskonzepte	9
3.2 Planung in der Praxis	11
3.2.1 Dimensionierung der KWK-Anlage	11
3.2.2 Kraftstoffflexibilität und klimaneutrale Kraftstoffe	13
3.2.3 Wartung und Inspektion	15
3.3 KWK in Kombination mit ausgewählten anderen Technologien	16
3.3.1 Wärmespeicher	17
3.3.2 Wärmepumpe	18

### 3.1 DIE KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG (KWP)

Als zentraler Baustein für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung ist geplant, bis zum Jahr 2024 die kommunale Wärmeplanung (kWP) im Wärmeplanungsgesetz (WPG) bundesweit verpflichtend einzuführen. Wesentliche Treiber für die Umsetzung von klimaneutralen Quartierslösungen und Wärmenetzen sind die Kommunen, die durch die politische Aufforderung bzw. Verpflichtung unmittelbar mit der Planung ihrer Wärmeversorgung adressiert werden. Kommunen können z. B. über Bebauungspläne oder Konzessionsvergaben starken Einfluss auf die Entwicklung der Wärmeversorgungsstruktur nehmen. Ein wichtiger Baustein der kWP ist die Festlegung von Gebieten für bestimmte Heizungsarten (Fernwärmenetze, Wasserstoffnetze oder deren Ausschlussgebiete). Miteinbezogen werden dabei alle maßgeblichen lokalen Akteure, die die Transformation der Wärmeversorgung in ihrem Versorgungsgebiet federführend umsetzen müssen, wie z. B. die Stadtwerke.

#### 3.1.1 Bestandsaufnahme und Potenzialbewertung

Als Grundlage für eine zielführende, förderfähige Wärmeplanung muss für jede Kommune eine räumlich aufgelöste Bedarfs- und Potenzialanalyse erstellt werden. Eine effektive Wärmeplanung in Kommunen erfordert zudem eine detaillierte Analyse von Bedarf und Potenzial. Mithilfe von Energiemanagement-Simulationstools können Erweiterungen geplant werden, die sowohl die Teilnahme am Strommarkt berücksichtigen als auch eine flexible Anpassung an den Bedarf ermöglichen.

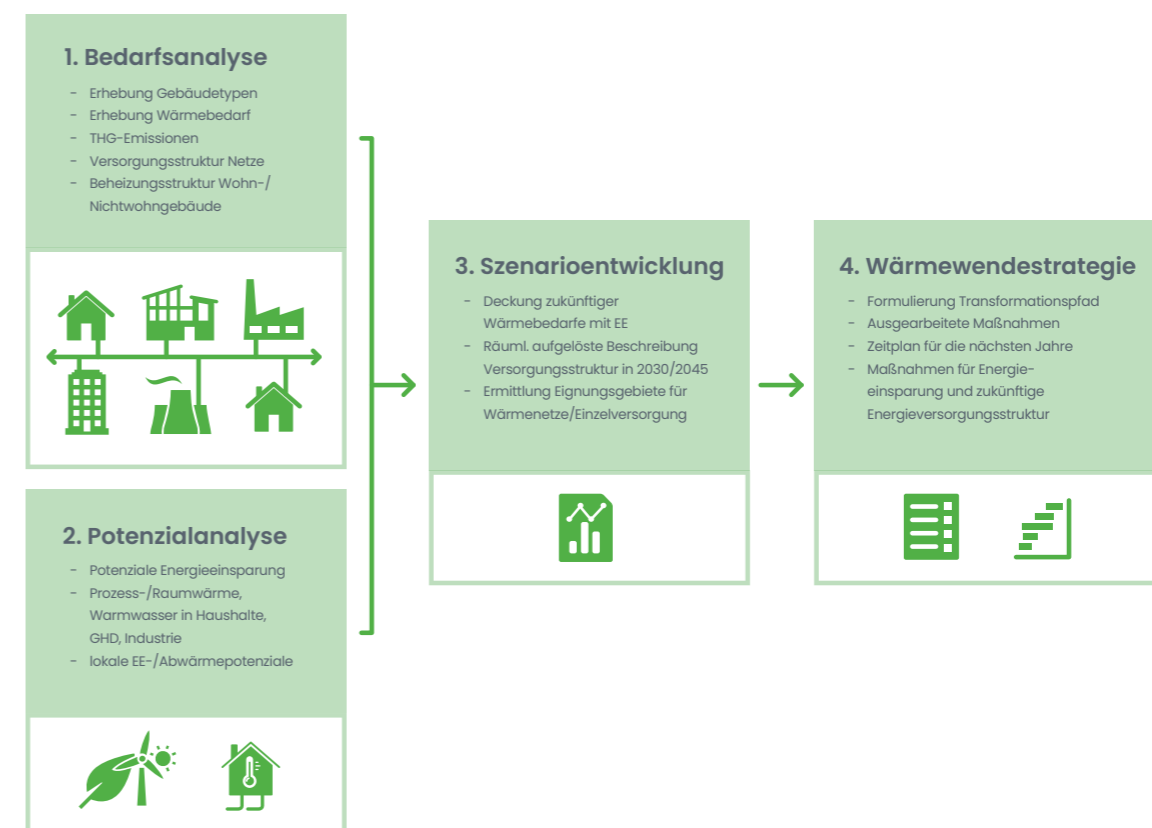


Abbildung 1: Die vier Elemente der Wärmeleitplanung, basierend auf dem Diskussionspapier des BMWK zur flächendeckenden Wärmeplanung

Die Bestandsanalyse beginnt mit der Erhebung aller relevanten Daten zum Gebäudebestand und der Energieinfrastruktur. Darauf aufbauend werden für die bestehende Wärmeversorgung nach Sektoren und Energieträgern aufgeschlüsselte Energie- und Treibhausgasbilanzen erstellt. Diese bilden die Bewertungsbasis für das Erreichen der Klimaschutzziele für die Stützjahre 2030 und 2045 durch Energieeinsparungen und Treibhausgasmindierungen.

Weiters wird eine räumlich aufgelöste Darstellung des Wärmebedarfs der Gebäude benötigt. Zu diesem Zweck sind die Kommunen berechtigt, gebäudespezifische Daten bei Energieunternehmen und Bezirks-Schornsteinfegern zu erheben. Das Ergebnis ist eine geeignete Darstellung der Wärmedichten für die weitere Wärmeplanung.

Für die Potenzialanalyse wird das technische Potenzial aller in der Kommune erschließbaren erneuerbaren Energieträger – z. B. Biomasse, tiefe und oberflächennahe Geothermie, Solarthermie auf Frei- und Dachflächen, Umweltwärme, Abwärme aus der Industrie und kommunale Abwässer – auf Basis öffentlich zugänglicher Datenquellen ermittelt und, soweit möglich, räumlich visualisiert. Dabei sollen gleichzeitig auch die Potenziale von erneuerbarem Strom für Wärmeanwendungen erhoben werden. Teil der Wärmewende-Strategie können dabei, neben Wärmepumpen oder der direkten elektrischen Wärmeeinbringung in Wärmespeichern, z. B. auch KWK über Wärmeverbraucher aus Industrie und Gewerbe oder größeren Wohnkomplexen sein.

**3.1.2 Konkrete Planungskonzepte**

Basierend auf den Ergebnissen der aktuellen Energie- und Treibhausgasbilanz aus der Bestands- und Potenzialanalyse werden mittels Top-down-Ansatz unterschiedliche Szenarien zur Transformation der Wärmeversorgung entwickelt. Dabei werden demografische Entwicklungen, Sanierungsmaßnahmen und Bebauungsentwicklungen abgeschätzt. Darauf aufbauend werden Pfade für Endenergieeinsparungen sowie den Einsatz Erneuerbarer Energien ausgearbeitet und unter ausgewählter Variation der Eingangsparameter in die Zukunft projiziert.

Dabei werden für jedes Szenario die erreichbaren Treibhausgasreduktionen berechnet. Diese Methode ermöglicht eine intensive fachliche Diskussion der erforderlichen Energieeinsparungen und die Nutzung der vorhandenen Potenziale an Erneuerbaren Energien (EE) und Abwärme in der Kommune.

Diese Szenarien müssen mit den Ergebnissen der Bottom-up-Analysen zur Wärmebedarfsentwicklung, zu den lokalen Potenzialen und der zu erwartenden Versorgungsstruktur abgeglichen und gegebenenfalls daran angepasst werden. Resultat ist eine konsistente Energie- und Treibhausgasbilanz

mit detaillierten Zieldefinitionen nach Sektoren und Energieträgern für die Stützjahre 2030 und 2045.

In den kommenden Dekaden werden die Sektoren Strom, Wärme und Mobilität auch regional um die verfügbaren Potenziale Erneuerbarer Energien konkurrieren. Aus diesem Grund kann die Wärmewende nicht unabhängig von der Entwicklung der anderen Sektoren konzipiert und umgesetzt werden. Die sektorübergreifend integrierte Wärmeplanung ist deshalb gekennzeichnet durch eine weitaus höhere Komplexität und stärkere Kopplung zwischen den Sektoren.

Angepasst an die einzelnen Phasen der Wärmewende, z. B. was das EE-Angebot und die Versorgungsinfrastruktur betrifft, bedeutet dies für die KWK als betriebs- und kraftstoff-flexible Sektorkopplungslösung die große Chance, zielgenau bestehende Versorgungs- und Dekarbonisierungslücken dezentral zu schließen. Insbesondere im zunehmend volatilen Stromsektor macht diese Flexibilität die KWK zu einem notwendigen Baustein für das Gelingen der Energiewende, weshalb die Wärmenutzung der KWK als unvermeidbare Abwärme auch zukünftig denselben Nachhaltigkeitsstatus wie erneuerbare Wärme besitzt.

Möglichkeiten für einen systemisch effizienten Ausbau der KWK bestehen beispielsweise darin, diese mit einem Wärmenetz, einem Wärme-/Kältespeicher, einer Großwärmepumpe oder einer Sorptionskältemaschine zu kombinieren. Dadurch kann die Betriebsweise von KWK-Anlagen stromseitig flexibler gestaltet und das Zusammenwirken mit klimaneutralen Wärmequellen wie Solarthermie, erneuerbarem Strom und industrieller Abwärme optimiert werden. Dies steigert die Effizienz- und Umweltvorteile der Technologie und ermöglicht gleichzeitig eine weitere Optimierung der Wärmeversorgung. KWK und darauf basierende Versorgungssysteme spielen bereits heute eine entscheidende Rolle in der Dekarbonisierung der Energieversorgung und der Verknüpfung der Energiesektoren Strom, Wärme und Gas sowie der Integration erneuerbarer Erzeugungssysteme.

Durch das Zusammenspiel von KWK-Anlagen mit Wärmenetzen, Wärmespeichern und Power-to-Heat-Anlagen (P2H-Anlagen) können innovative Versorgungssysteme entwickelt werden. Diese ermöglichen nicht nur einen flexiblen Anlagenbetrieb, sondern reduzieren auch die ungekoppelte Stromerzeugung sowie den Einsatz von fossilen Brennstoffen. Der nicht ins Netz eingespeiste Strom kann dabei direkt zur Unterstützung der Wärmeerzeugung genutzt werden. Dabei kann die Kombination von Photovoltaik und/oder Solarthermie mit KWK zusätzlich zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen. Ein Vorteil besteht darin, dass Photovoltaik und Solarthermie einerseits und KWK andererseits ihr größtes Potenzial in verschiedenen Jahreszeiten entfalten.

Insgesamt trägt KWK nicht nur zur Netzstabilisierung bei, sondern wirkt auch kostendämpfend beim Netzausbau sowie beim saisonalen Ausgleich.

**Was bedeutet das konkret für die Planer?**

Für die Planer von KWK-Projekten bedeuten diese Entwicklungen, dass eine systemisch optimierte Planung zunehmend an Bedeutung gewinnt. Dementsprechend berücksichtigt bereits die Planung die veränderte Rolle der KWK in der Wärmeversorgung über die Lebenszeit der Anlage sowie perspektivische Anpassungen der Energieträger und der Betriebsweise. Ein wesentlicher Beitrag der KWK und der damit verbundenen Infrastruktur aus Speichern und Wärmenetzen besteht in der Verdrängung von ungekoppelten, fossil befeuerten Kraftwerken zugunsten einer hocheffizienten und flexiblen Energiegewinnung. In der fortschreitenden Transformation gewinnt dabei die Systemdienlichkeit von KWK-Anlagen und damit die Bereitstellung gesicherter Erzeugungsleistung in Zeiten positiver Residuallasten zunehmend an

Bedeutung. Eine derartige systemdienliche, integrierte KWK-Konzeption im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung bedeutet in der konkreten Planungsarbeit eine intensivierte Zusammenarbeit in interdisziplinären Projektgruppen. Die in der kommunalen Wärmeplanung vorgesehenen Maßnahmen können nur selten von einem einzelnen Planungsbüro abgedeckt werden, insbesondere wenn der Planungsumfang über die Wärmeplanung hinausgeht und z. B. auch den Stromsektor beinhaltet.

Deshalb stehen insbesondere kommunale Energieversorger in der Pflicht, die Wärmeplanung federführend zu begleiten.

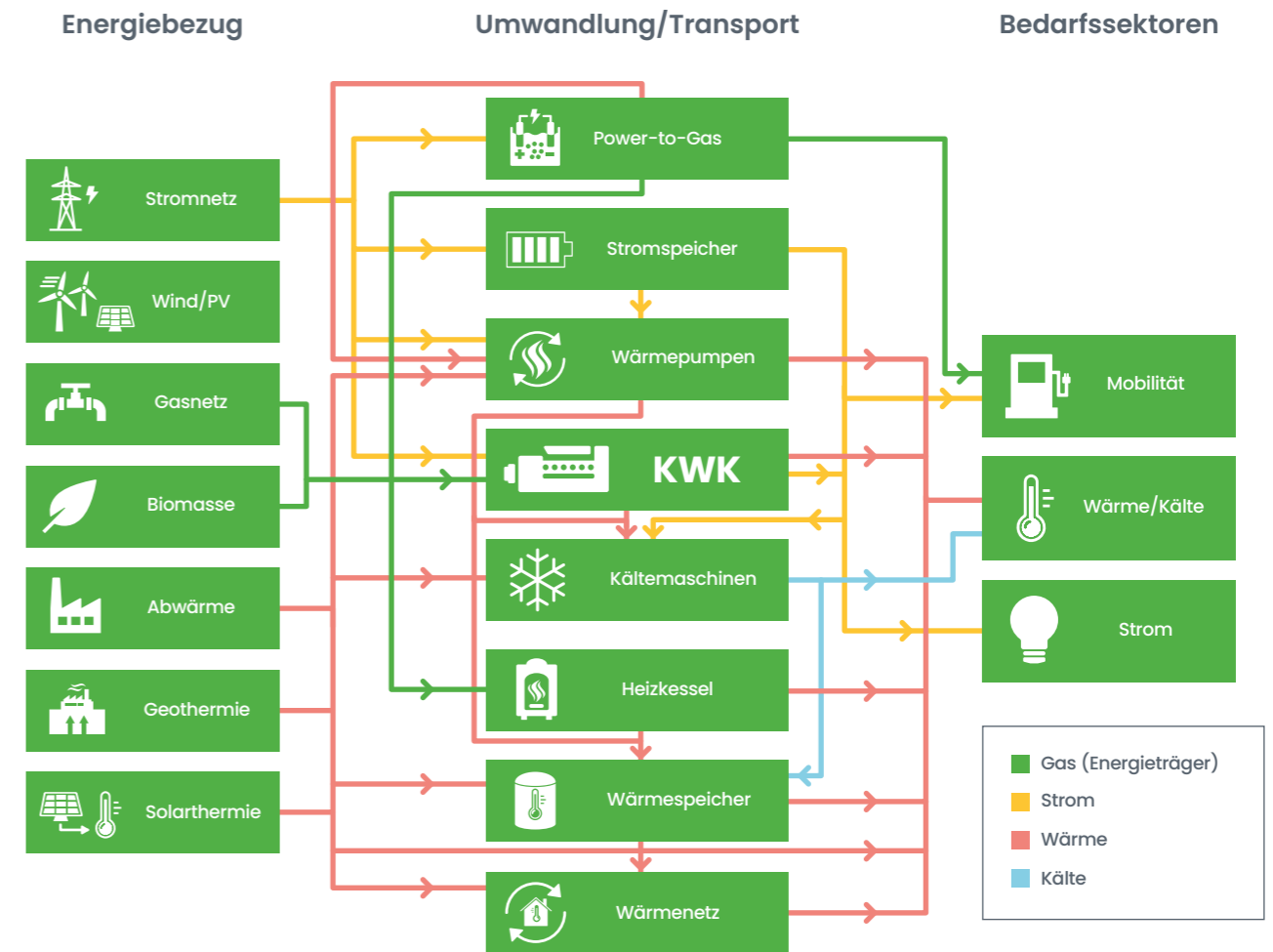


Abbildung 2: KWK als zentraler Systembaustein in einer zunehmend komplexen Energieversorgungsinfrastruktur

## 3.2 PLANUNG IN DER PRAXIS

### 3.2.1 Dimensionierung der KWK-Anlage

#### Grundlagen:

Für die Planung von KWK-Anlagen gibt es keine allgemeine Faustregel, da jedes Projekt individuell betrachtet werden muss. Allgemein kann jedoch gesagt werden, dass sich u. a. Nah- und Fernwärmenetze sowie auch größere Verbrauchereinheiten aus Industrie und Gewerbe grundsätzlich für den Einsatz von KWK-Anlagen eignen.

Bei der Auswahl und Planung einer passenden KWK-Anlage bietet die Richtlinie VDI 3985 Unterstützung. Sie enthält wichtige Informationen zu Planungsgrundsätzen, Konzeptvorstellungen, Variantenrechnungen und zur Wahl der Konzeptvariante.

Bei der Planung und Auslegung von KWK-Anlagen wurden bisher folgende Grundsätze berücksichtigt:

- Voruntersuchung, um den gleichzeitigen Strom- und Wärmebedarf festzustellen
- Lokalisierung aller potenzieller Verbraucher
- Analyse der bestehenden Energieversorgungsstruktur
- Beachtung der energierechtlichen, genehmigungsrechtlichen und energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen (z. B. KWKG, EEG, Genehmigungen gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), Netzanschlussbedingungen)
- Bestandsaufnahme und Energiebedarfsanalyse anhand von Liefer- und Bezugsverträgen oder durch messtechnische Erfassung

Aus diesen Schritten ergaben sich die Lastgang- sowie die Jahresdauerlinien für Wärme und Strom. Dabei ermöglichte die Ermittlung von Art und Menge der benötigten Energien (wie Strom, Wärme, Kälte usw.) eine fundierte Entscheidung über den geeigneten Einsatz einer KWK-Anlage.

Die gewünschte Betriebsart floss ebenfalls in die Dimensionierung der KWK-Anlage ein.

Grundlegend wird zwischen zwei Betriebsarten unterschieden:

1. **Wärmegeführte KWK-Anlagen:** Diese werden primär zur Wärmeerzeugung eingesetzt und reichen von der Versorgung einzelner Gebäude oder Industriebetriebe bis hin zu Nah- und Fernwärmenetzen. Der erzeugte Strom wird in der Regel ins öffentliche Netz eingespeist. KWK-Anlagen dieser Art sind darauf ausgelegt, eine bestimmte Wärmelast zu decken. In der Regel sind dies konservative Konzepte, die sich auf die Grundlast konzentrieren. Mit einer Erweiterung durch Wärmespeicher bzw. modulare Anlagen können die Erzeugung und der Verbrauch zeitlich entkoppelt und die Flexibilität der Anlage erhöht werden.
2. **Stromgeführte bzw. strommarktgeführte KWK-Anlagen:** Die Erweiterung der Anlage um Großwärmespeicher macht es möglich, dass der Strom zeitlich entkoppelt von der Wärmeversorgung erzeugt und attraktiv auf dem Strommarkt vermarktet werden kann. Hier werden vor allem große KWK-Leistungen installiert, die dieselbe Energiemenge in deutlich geringerer Laufzeit erzeugen.

Doch gerade der strommarktgeführte Betrieb bedarf einer Abkehr von der konservativen wärmegeführten Grundlastauslegung hin zu großen und komplexen Anlagenkonzepten.

Wie dies aussehen kann, wird anhand der folgenden beispielhaften thermischen Jahresdauerlinie eines Nahwärmenetzes ersichtlich:

1. **Konservative Auslegung auf die thermische Grundlast:** Die KWK-Anlage wird auf die thermische Grundlast des Wärmenetzes ausgelegt. Durch die langen Laufzeiten sind im Mittel kaum Mehrerlöse aus dem Strommarkt zu erwarten.
2. **KWKG-optimierte Auslegung:** Der Gesetzgeber fördert und wünscht bereits die flexiblere Fahrweise einer KWK-Anlage. Die maximalen jährlichen vergütungsfähigen Vollbenutzungsstunden sind im KWKG je nach Leistungsklasse festgesetzt. Für Anlagen, die über eine Ausschreibung einen Zuschlag erhalten, liegen diese z. B. bei 3.500 Vollbenutzungsstunden pro Jahr. KWK-Anlagen mit erhöhter Leistungsklasse ermöglichen aufgrund ihrer flexiblen Fahrweise entsprechende Mehrerlöse auf dem Strommarkt.

Während diese beiden Strategien in den letzten Jahrzehnten einen zentralen Beitrag zur sektorübergreifenden Dekarbonisierung unseres Energiesystems geleistet haben, werden KWK-Anlagen in der heutigen Energielandschaft, die zunehmend durch das aktuelle Angebot an EE geprägt ist, eine neue Rolle übernehmen.

3. **Zukunftsweisende strommarktorientierte Auslegung:** Die thermische Leistung orientiert sich hier nicht mehr an der Grundlast. Um die Wärmenutzung von der Stromerzeugung zu entkoppeln, wird das Blockheizkraftwerk (BHKW) um einen Großwärmespeicher ergänzt. Je nach gewünschter Laufzeit und benötigter Energiemenge kann

die KWK-Anlage entsprechend groß dimensioniert werden. In Zukunft liegen die prognostizierten Betriebszeiten einer KWK-Anlage bei weniger als 3.000 Betriebsstunden pro Jahr. Dabei sind aufgrund der flexiblen Fahrweise Mehrerlöse auf dem Strommarkt zu erwarten.

In Zukunft (und teilweise auch bereits in der Gegenwart) übernehmen erneuerbare Wärmeerzeuger, wie z. B. Großwärmepumpen, die Grundlastversorgung. Mit einer großen Leistungsdimensionierung und flexiblen Fahrweise sind KWK-Anlagen die perfekte Ergänzung zur Abdeckung der Spitzenlast, z. B. in einem Wärmenetz, und können gleichzeitig Mehrerlöse auf dem Strommarkt erzielen.

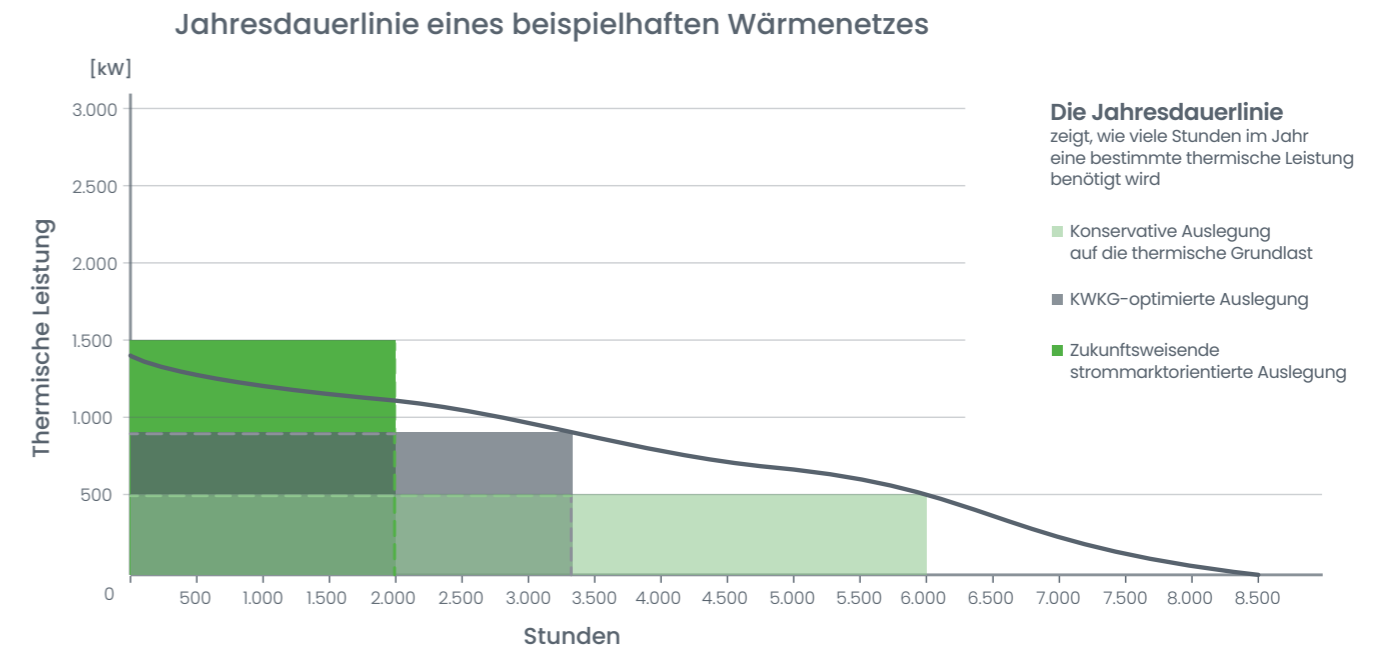


Abbildung 3: Zukunftsfähige Auslegung einer KWK-Anlage

Durch die Spitzenlast-Substitution eines bestehenden Gaskessels punktet die KWK-Anlage gleich doppelt:

- Effiziente und umweltschonende Deckung des Energiebedarfs
- Auffangen und wirtschaftliches Abdecken von Wärme-Spitzenlasten

**3.2.2 Kraftstoffflexibilität und klimaneutrale Kraftstoffe**

Damit die KWK-Anlage diese wesentliche Rolle auch in einem vollständig dekarbonisierten Energiesystem übernehmen kann, muss sie perspektivisch mit klimaneutralen Energieträgern betrieben werden können. Um sogenannte Stranded Investments zu vermeiden, ist im Planungsprozess einer zukunftsfähigen KWK-Anlage auf ihre Kompatibilität mit erneuerbaren Gasen (z. B. Biogas, Biomethan, aber auch Wasserstoff und ggf. Ammoniak) zu achten. Kraftstoffflexible KWK-Anlagen bieten hier einen großen Vorteil gegenüber anderen Technologien.

Mit einer installierten Leistung von fast 6 GW liefern Biogas- und Biomethan-BHKW bereits heute flexible und klimaneutrale Kapazitäten für den Strom- und Wärmesektor.

Für eine bundesweit flächendeckende Einsatzfähigkeit muss eine zukunftsfähige KWK auch wasserstofffähig sein.

Potenzielle Entwicklung des Energieträger-Mix der KWK-Stromerzeugung

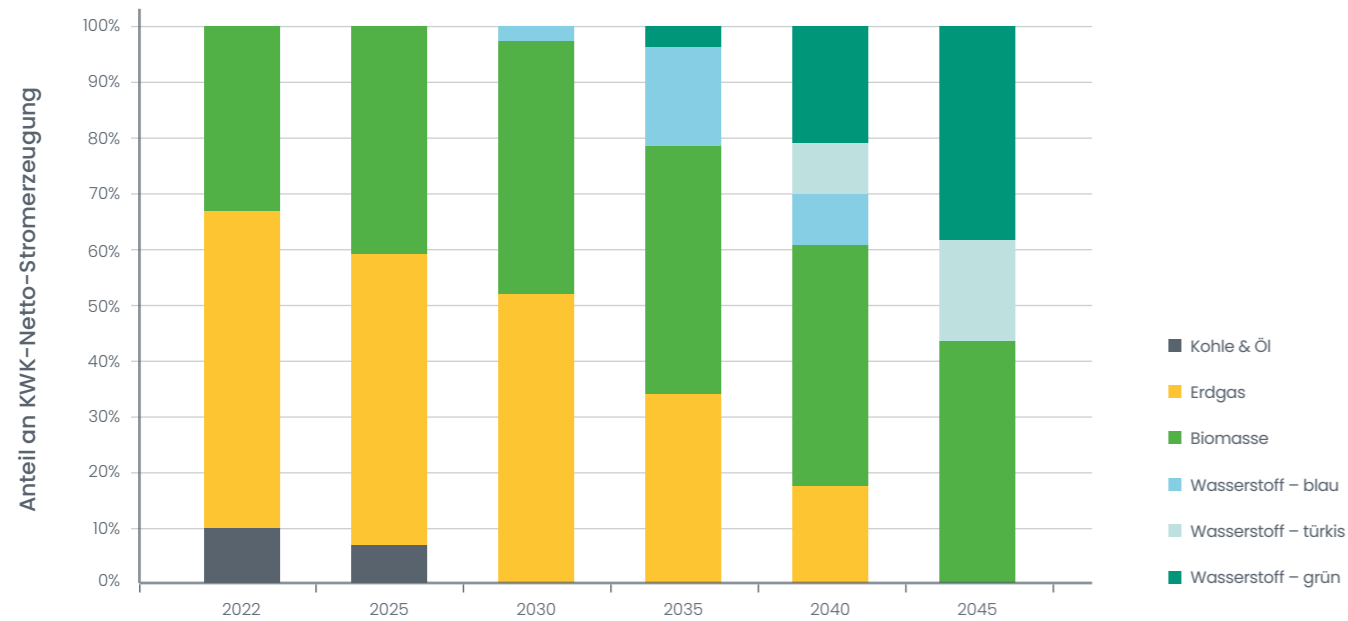


Abbildung 4: Zukünftige Rolle von Wasserstoff als Energieträger in der KWK  
Quelle: Frontier Economics

Dabei sehen die geplanten Ausbaupfade für die inländische Erzeugung, den Import und die Verteilung von klimaneutralem Wasserstoff (H<sub>2</sub>) bundesweit eine sehr heterogene Verfügbarkeit vor. Deshalb ist zu erwarten, dass im unmittelbaren Umfeld von H<sub>2</sub>-Erzeugungszentren und ersten Fernleitungen zu wasserstoffintensiven Industriebetrieben Kapazitäten für einen wirtschaftlichen BHKW-Betrieb mit 100 % Wasserstoff entstehen. Gleichzeitig forcieren zunehmend kommunale Energieversorger und Verteilnetzbetreiber die sukzessive Beimischung von Wasserstoff in bestehende Erdgasverteilnetze.

Für die Planer von KWK-Anlagen bedeutet dies, dass sie die erforderliche Kraftstoffflexibilität über die Lebensdauer der Anlage anhand der regionalen Transformationsentwicklungen (z. B. KWP) berücksichtigen müssen.

Die gasmotorische KWK bietet dabei den großen Vorteil, dass bestehende Anlagen bedarfsorientiert für den vermehrten Einsatz von Wasserstoff umgerüstet werden können.

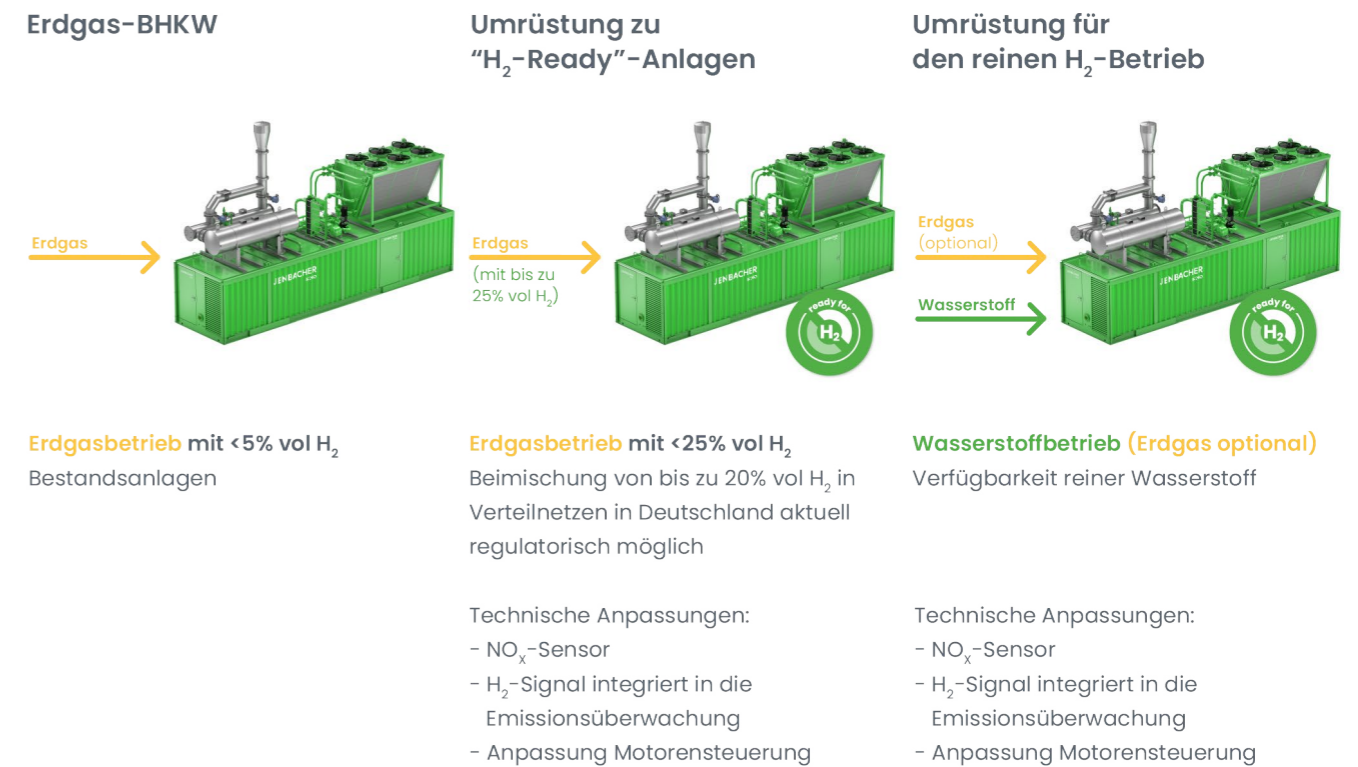


Abbildung 5: Bedarfsorientierte Umrüstung von Jenbacher Motoren auf den Wasserstoffbetrieb

### 3.2.3 Wartung und Inspektion

Wie bereits ausgeführt, verlagert sich die Rolle von KWK-Anlagen zunehmend auf die Bereitstellung von Residuallast und wird durch die Kopplung mit zusätzlichen Strom-/Wärmeerzeugern und -speichern weiter begünstigt. Dies führt insgesamt zu einer Reduktion der Betriebsstunden des BHKW. Gleichzeitig gehen die erhöhten Flexibilitätsanforderungen an den BHKW-Betrieb mit einer zunehmenden Anzahl an Lastabschaltungen und Betriebsstarts während eines

Betriebsjahres einher. Um dauerhaft eine zuverlässige Leistung sicherzustellen, werden deshalb die Wartungs- und Instandhaltungspläne von hochflexiblen KWK-Anlagen auf ihre flexible Fahrweise hin abgestimmt. Der daraus resultierende Anstieg des Quotienten aus Betriebsstunden und Anzahl an Starts als zentrale Kenngröße für die Wartungsintensität des BHKW hat einen signifikanten Einfluss auf die Wartungs- und Instandhaltungskosten über die Lebensdauer des BHKW.

#### Wartungsintensität unterschiedlicher BHKW-Betriebsstrategien

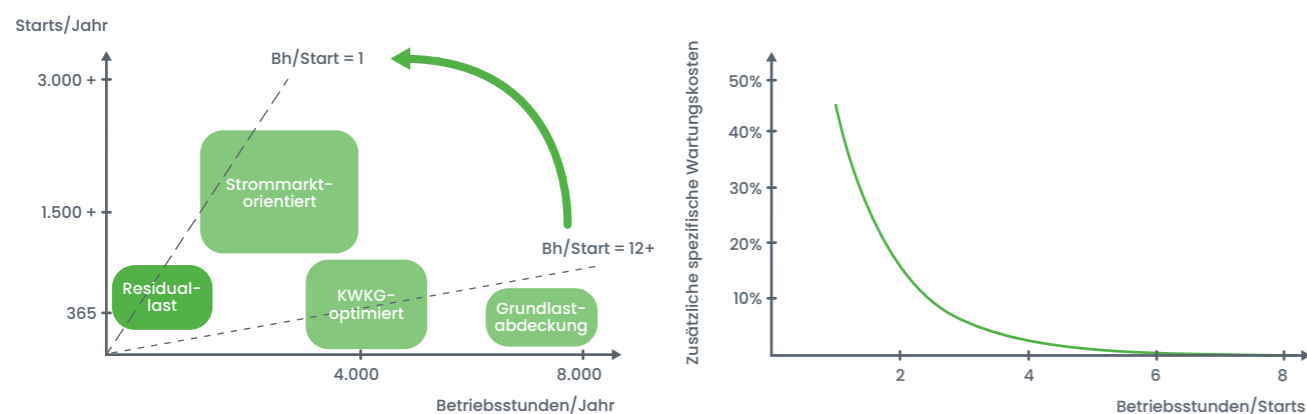


Abbildung 6: Wartungsintensität unterschiedlicher BHKW-Betriebsstrategien

Diese ökonomische Realität sollte von Planern bei der Konzeption der Wärmeversorgung – idealerweise in der kommunalen Wärmeplanung – berücksichtigt werden, indem sie sicherstellen, dass die zusätzlichen Kosten durch Mehrerlöse aus einer intelligenten Betriebsweise bzw. Kosteneinsparungen in der Strom- und Wärmeversorgung gedeckt werden.

## 3.3 KWK IN KOMBINATION MIT AUSGEWÄHLTEN ANDEREN TECHNOLOGIEN

Entsprechend den Ausführungen in Abschnitt 3 muss das Energiesystem der Zukunft im Allgemeinen und die Wärmeversorgung im Besonderen sektorübergreifend über unterschiedliche Technologien verstanden und umgesetzt werden. Dementsprechend ist die Planung von KWK-Anlagen im Zusammenspiel mit diesen Technologien durchzuführen.

Zur Optimierung des Gesamtsystems gibt es schon heute entsprechende digitale Tools als Basis für einen wirtschaftlichen Betrieb. So können diese Gesamtsysteme z. B. durch Energiemanagement-Lösungen smart gemanagt werden.

## ALL-IN-ONE-ENERGIEMANAGEMENT-LÖSUNGEN FÜR EINE ZUKUNFTSFÄHIGE WÄRMEVERSORGUNG

Decarbonisierung, Dezentralisierung und Digitalisierung stellen die Betreiber von KWK-Anlagen heute vor große Herausforderungen. Die INNIO Group erkennt die wachsende Bedeutung komplexer energieerzeugender Anlagen, insbesondere im Kontext sich ständig ändernder regulatorischer Anforderungen. Mit der All-in-One-Energiemanagement-Lösung „myPlant Optimierung“ bietet INNIO ein maßgeschneidertes Tool zur Erhöhung der Gesamtwirtschaftlichkeit durch eine direktvermarktete, nachhaltig flexible und wärme- sowie speicherorientierte Fahrweise unter Einhaltung regulatorischer Anforderungen. Auf Basis präziser Strompreisprognosen sowie Speicher- und Wärmeverhersagen erfolgt die Produktion und Einspeisung von Strom genau dann, wenn dieser im Netz nachgefragt wird. Dies verbessert die Rentabilität der Anlage und Produktivitätsgewinne können durch einen hohen Automatisierungsgrad realisiert werden. Dabei trägt eine präzise Auslegung und Abbildung der verbundenen Speicher- und Wärmenetze zu einer hohen Flexibilität der Stromerzeugung bei. Die intelligente digitale Lösung gleicht hierfür kontinuierlich neue Informationen ab (z. B. neue regulatorische Richtlinien, aktuelle Strom- und Gaspreise, Wetterdaten und errechnete Prognosen sowie Emissionen) und erstellt anhand selbstlernender Algorithmen im Rahmen individueller Vorgaben und Betriebsbedingungen wirtschaftlich optimierte und ressourcenschonende Betriebsstrategien. Mit der Einbindung der innovativen myPlant Optimierung als All-in-One-Energiemanagement-Lösung bietet INNIO Anlagenbetreibern die Chance, bessere Betriebsentscheidungen in einem sich stetig wandelnden Umfeld treffen zu können und zu einer zukunftsfähigen Wärme- und Stromversorgung beizutragen.

myPlant Optimierung der INNIO Group ist in ausgewählten Ländern verfügbar.  
Weitere Informationen unter: <https://www.jenbacher.com/de/service/myplant-em-loesung> <https://myplant.io/en/optimization>

Im Folgenden werden ausgewählte Einzeltechnologien im Hinblick auf ihre Vorteile bei der Integration/Kombination mit einer zukunftsfähigen KWK betrachtet. In der Praxis wird allerdings meist eine Vielzahl von Technologien mit einer KWK-Anlage kombiniert.

### 3.3.1 Wärmespeicher

Ein etablierter Ansatz zur Erschließung der flexibel steuerbaren Versorgung des Strom- und Wärmesektors durch KWK-Anlagen beruht auf angepassten Wärmekonzepten mit der Einbindung von Wärmespeichern und der entsprechenden

Dimensionierung bis hin zu höheren Spitzenlasten. Die aus der Zwischenspeicherung resultierende Entkoppelung des BHKW-Betriebs vom Wärmebedarf ermöglicht die in Abschnitt 3.2.1 skizzierte strommarktorientierte Auslegung des BHKW-Betriebs mit deutlich geringeren Betriebsstunden.

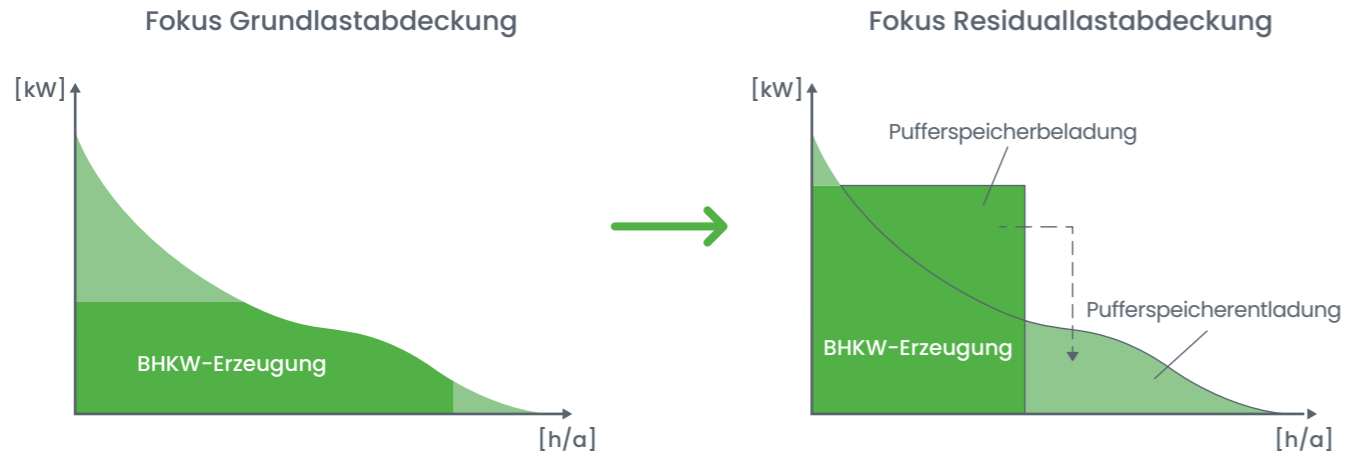


Abbildung 7: Entkopplung der Strom- und Wärmeerzeugung einer KWK-Anlage durch Wärmespeicher

Die Kombination eines BHKW mit einem Wärmespeicher bietet auch für den Betrieb zahlreiche Vorteile. Denn die Entkopplung der Wärmeerzeugung vom Wärmebedarf ermöglicht durch die Minimierung der Teillastzeiten einen insgesamt effizienteren Betrieb. Zudem führt die daraus resultierende Vermeidung eines taktenden BHKW-Betriebs zu einem geringeren Maschinenverschleiß.

Darüber hinaus können Wärmespitzen bei entsprechender Dimensionierung des Wärmespeichers ohne die Zuschaltung von Spitzenkesseln abgedeckt werden.

Die im vorigen Abschnitt diskutierte Kombination mehrerer Wärmeerzeuger lässt sich durch den Einsatz von Wärmespeichern ebenfalls deutlich leichter realisieren. Gleichzeitig ermöglicht sie auch eine verbesserte lokale Integration von erneuerbaren Wärmeerzeugern (z. B. Geothermie, Solarthermie und Großwärmepumpen) in die regionale Wärmeversorgung.

Dabei sollte sich die Auslegung eines Wärmespeichers an der geplanten Betriebsart des BHKW orientieren. Denn der stromgeführte Betrieb eines BHKW stellt z. B. andere Anforderungen an den Speicher als ein wärmegeführter Grundlastbetrieb.

Entscheidend für die erfolgreiche Realisierung von Wärmespeichern ist die auf den Betrieb des BHKW abgestimmte Dimensionierung. Darüber hinaus sollten Dimensionierung, Einbindung und Steuerung auf das Gesamtsystem der Wärmeversorgung abgestimmt sein. Denn davon hängt ab, wann der Wärmespeicher einspringt, d. h. wann er Wärme speichert und wann er entlädt. Ein weiteres, nicht zu unterschätzendes Kriterium ist der lokale Platzbedarf: Da ein Wärmespeicher enorme Ausmaße annehmen kann, sollte im Vorfeld sichergestellt werden, dass genügend Raum zur Verfügung steht.

### 3.3.2 Wärmepumpe

Die integrierte Wärmeplanung erfordert, dass die bisher in der öffentlichen Debatte dominierenden Gegensätze bestehender Lösungen zur klimaneutralen Wärmeversorgung, wie z. B. des BHKW und der Wärmepumpe, aufgebrochen und vielmehr bestehende Synergiepotenziale identifiziert und erschlossen werden.

So kann die KWK-Anlage mit ihrer Residuallast den Betrieb der Wärmepumpe immer genau dann unterstützen, wenn nicht genügend Strom aus EE im Netz verfügbar ist.

Neben der Verfügbarkeit von erneuerbarem Strom für den Betrieb der Wärmepumpe haben insbesondere die örtliche Umgebungstemperatur und die benötigte Vorlauf- bzw. Prozesstemperatur einen wesentlichen Einfluss auf die Frage, welche Technologie in einem bestimmten Zeitraum effizienter zu betreiben ist. So gibt es bereits Anlagen, bei denen die KWK die Wärmepumpe unterstützt, sobald die Außentemperatur einen bestimmten Grenzwert unterschreitet.

Die Kombination von KWK und Wärmepumpe kann aber über den temperaturabhängigen Betrieb hinaus, durch die Verzahnung der beiden Technologien, auch in den internen Prozessen erfolgen. Auf der einen Seite steht die Wärmepumpe, die für ihren optimalen Betriebspunkt ein bestimmtes Temperaturniveau benötigt, das nicht jederzeit als Umgebungstemperatur zur Verfügung steht. Auf der anderen Seite steht die KWK-Anlage, bei der in der Gemischkühlung vor der Verbrennung ein Temperaturniveau von etwa 40 °C entsteht, das in der Regel nicht für direkte Heizzwecke oder Prozesswärme verwertet werden kann. Bei hohen Außentemperaturen kann die Wärmepumpe darüber hinaus zur Effizienzsteigerung die Zuluft zum BHKW kühlen.

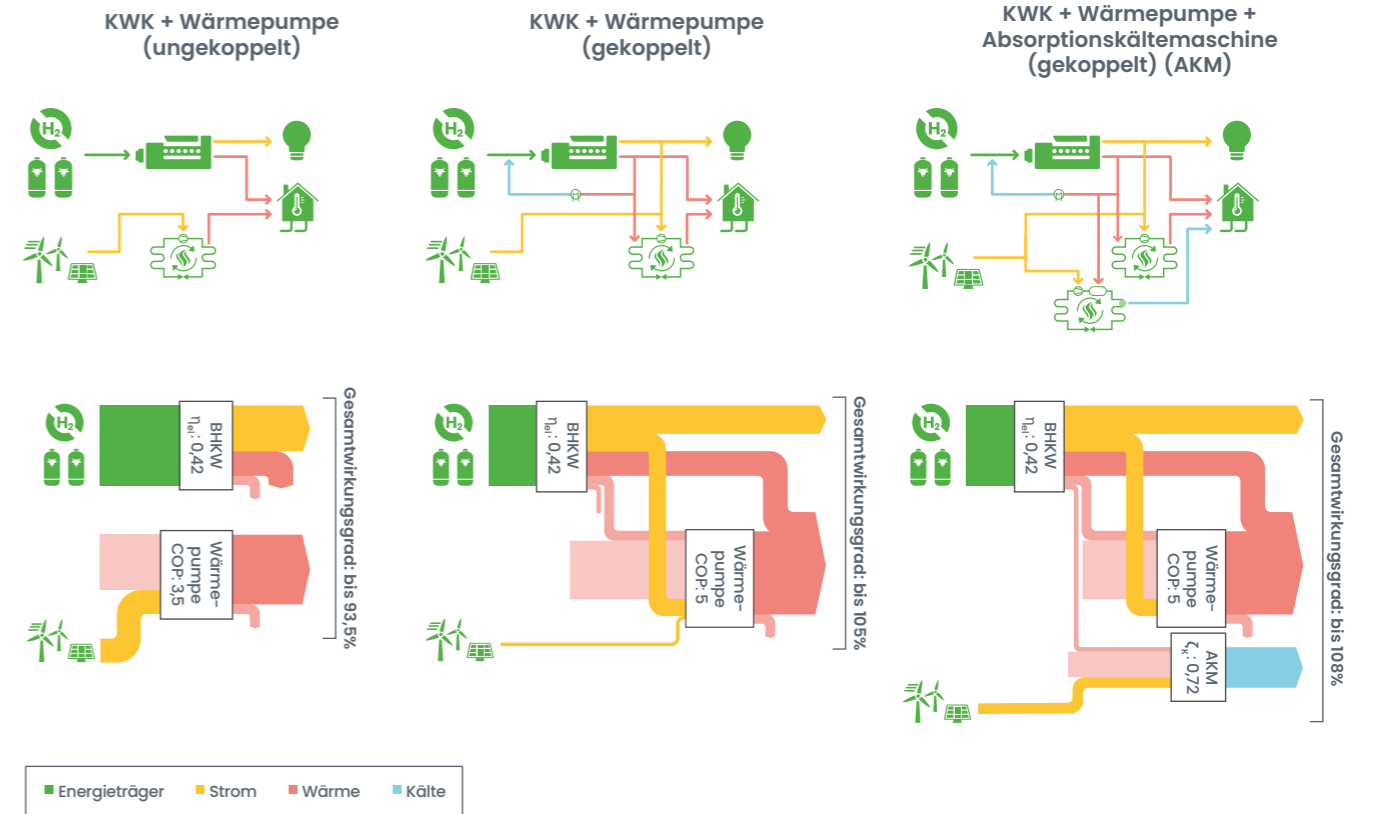


Abbildung 8: Vergleich der Gesamtwirkungsgrade für drei Einbindungsszenarien der Wärmepumpentechnologie in ein KWK-System

Ähnlich verhält es sich mit der Abwärme der KWK-Anlage, die in der Regel ebenfalls nicht vollständig genutzt werden kann. Gerade diese Temperaturniveaus sind aber prädestiniert für die Unterstützung der Wärmepumpe. Durch entsprechende Luftzufuhr und Verknüpfung der Prozesse wird der Gesamtwirkungsgrad deutlich erhöht, sodass sich am Ende eine Reduzierung der Energiekosten auf der Verbraucherseite erzielen lässt. Insbesondere die aus den höheren Vorlauftemperaturen resultierende, signifikante Steigerung des „Coefficient of Performance“ (COP) der Wärmepumpe kann bei einer geschickten Prozessführung den Gesamtwirkungsgrad um mehr als 20 % steigern. Weitere Prozesssynergien, wie sie insbesondere in integrierten Wärmekonzepten entstehen, können durch Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung erzielt werden. Dabei dienen BHKW in Kombination mit thermischen Kältemaschinen, wie z. B. Absorptionskältemaschinen, zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom, Wärme und Kälte.

Besonders interessant ist dies für Anwendungen bei Industrie- und Gewerbebetrieben, die neben Wärme und Strom auch Kühlung benötigen. Denn durch die optionale Bereitstellung von Kälte lassen sich saisonal bedingte Nachfrageeinbußen in der Abwärmenutzung überbrücken, wodurch sich die Gesamteffizienz einer KWK-Anlage über das Jahr gesehen signifikant erhöhen lässt.

In Einzelfällen bietet der integrierte Ansatz einer kommunalen Wärmeleitplanung zudem die Möglichkeit, bestehende oder geplante Batteriespeichersysteme, beispielsweise im Sinne einer resilienteren Notstromversorgung beim Ausfall des Stromnetzes, mit KWK-Anlagen zu kombinieren.

Die KWK kann sich aufgrund ihrer Flexibilität in der Betriebsweise und der Energieträgernutzung an die veränderten Anforderungen einer zu transformierenden Energielandschaft anpassen und ist daher ein wichtiger Baustein für die Energiewende.

Damit entwickelt sich die Rolle der KWK hin zum Residuallastbetrieb mit niedrigen Volllaststunden. Zu den Kernaufgaben eines Planers zählt dabei u. a. die Entwicklung intelligenter Einbindungskonzepte, um auch wirtschaftliche Optimierungspotenziale besser nutzen zu können.

Derartige Konzepte werden nicht nur als theoretische Überlegungen diskutiert, sondern in innovativen Leuchtturmprojekten bereits erfolgreich umgesetzt.

# 4.



## ZUKUNFTSFÄHIGE KWK-ANLAGEN IN DER PRAXIS – JENBACHER PROJEKTBEISPIELE IN DEUTSCHLAND

Die INNIO Group hat bereits in ganz Deutschland mit ihren Jenbacher Energielösungen innovative und hocheffiziente Vorzeigeprojekte realisiert, die den hohen Stellenwert von zukunftsfähiger KWK-Technologie für die Energiewende in der Praxis verdeutlichen.

## HANSEWERK NATUR – STAPELFELD

Hocheffiziente BHKW-Lösung in Kombination mit einer Ammoniak-Großwärmepumpe

HanseWerk Natur und die INNIO Group (INNIO) haben im Rahmen dieses High-Efficiency-Power-Generation-Projekts gemeinsam den kombinierten Betrieb eines hochflexiblen Jenbacher BHKW J920 FlexExtra mit einer Ammoniak-Großwärmepumpe realisiert.

**Betreiber:** HanseWerk Natur

**Anlage:** Ein Jenbacher BHKW (J920 FlexExtra mit 9,5 MW elektrisch und 9 MW thermisch) und eine Ammoniak-Großwärmepumpe

**Besonderheit:** Die zentrale Synergie besteht in der Nutzung der BHKW-Abwärme und der Einspeisung in den Heizkreislauf. Insgesamt kann die Großwärmepumpe die jährliche Wärmeleistung des Kraftwerks um bis zu 6,7 MW erhöhen.

**CO<sub>2</sub>-Einsparungen lt. Kunden:** Jährlich 11.000 Tonnen weniger CO<sub>2</sub> verglichen mit der ungekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme



## BÜRGER ENERGIE NECKAR ENZ

Umweltfreundliche Energiebereitstellung durch BHKW-Lösung in Kombination mit Großwärmepumpen



Bürger Energie Neckar Enz hat gemeinsam mit INNIO für die Gemeinde Möglingen eine neue Heizzentrale errichtet.

**Betreiber:** Bürger Energie Neckar Enz GmbH & Co. KG (B.E.N.E.)

**Anlage:** Ein pipelinegasbetriebenes Jenbacher BHKW (J320 mit 999 kW elektrisch und 1.384 kW thermisch), ein Abgaswärmetauscher, eine Combitherm-Großwärmepumpe sowie zusätzlich zur Eigenversorgung eine Photovoltaik-Anlage und ein Klein-BHKW

**Besonderheit:** Das BHKW lässt sich mit und ohne Großwärmepumpe betreiben und ermöglicht damit ein hochflexibles Reagieren auf den aktuellen Strombedarf und die Energiemarktpreise. Mit Großwärmepumpenbetrieb kann dabei ein Gesamtwirkungsgrad von 106,3 % erreicht werden.



**B.E.N.E. Möglingen-Video:**

Stadt, Land, Flexibilisierung – B.E.N.E. Möglingen

## STADTWERKE BAD SÄCKINGEN

Flexible BHKW-Lösung für die Energietransformation

Die Stadtwerke Bad Säckingen haben ihr Heizkraftwerk Süd um drei Jenbacher BHKW der Baureihe 4 erweitert. Das Zusammenspiel von KWK, Großwärmepumpe und Energiespeicher ermöglicht neben der Versorgung der Wärmenetze auch ein flexibles Reagieren auf den Strommarkt.

**Betreiber:** Stadtwerke Bad Säckingen

**Anlage:** Erweiterung des Heizkraftwerks Süd um drei Jenbacher Motoren (2x J420 mit je 1,5 MW und 1x J416 mit 1,1 MW) und einem neuen 1.000-m<sup>3</sup>-Wärmespeicher

**Besonderheit:** Flexibilisierung der Anlage und Zusammenlegung zweier bestehender Wärmenetze; zusätzliche Wärmegewinnung über Gemischkühlung via Großwärmepumpe

**CO<sub>2</sub>-Einsparungen lt. Kunden:** Jährlich 3.600 Tonnen weniger CO<sub>2</sub> verglichen mit einer konventionellen Heizöl-Lösung



»Mit den drei neuen Jenbacher Motoren der Baureihe 4 von INNIO verdreifachen wir nicht nur die Leistung unseres Heizwerks Süd, sondern setzen auch das Erneuerbare-Energien-Gesetz und die Wärmewende konsequent um. Derzeit betreiben wir das Blockheizkraftwerk noch mit Biomethan, in Zukunft ist das auch mit grünem Wasserstoff möglich.«

Heiko Strittmatter, Leiter Wärmeversorgung und Stromerzeugung, Stadtwerke Bad Säckingen

## LEIPZIGER STADTWERKE

BHKW-Lösungen in Kombination mit Erneuerbaren Energien ermöglichen Kohleausstieg

Die Leipziger Stadtwerke steigen aus der kohlebasierten Wärmeversorgung aus. Künftig werden dezentrale BHKW einen Teil der Energieversorgung übernehmen.

**Betreiber:** Leipziger Stadtwerke

**Anlage:** Zwei Standorte mit Jenbacher BHKW (2x J624 mit insgesamt 9 MW/Standort) in Leipzig Lausen und Möckern

**Besonderheit:** Dezentrale Struktur in Kombination mit modernen BHKW und Erneuerbaren Energien als Ersatz für die städtische Kohleverstromung



Stadtwerke Leipzig, Möckern



Stadtwerke Leipzig, Lausen

## ENERGIE SAARLORLUX AG

### Kraftwerk für die Zukunft

Mit der Installation von fünf Jenbacher Motoren hat EnergieSaarLorLux den Kohleausstieg in Saarbrücken gänzlich vollzogen und eine nachhaltige Energielösung umgesetzt. Zudem leistet das Kraftwerk GAMOR bei einem Stromausfall oder Blackout einen wesentlichen Beitrag zur Aufrechterhaltung der Wasserversorgung von Saarbrücken und stärkt damit die Widerstandsfähigkeit der kritischen Infrastruktur des Landes.

**Betreiber:** Energie SaarLorLux AG, Saarbrücken

**Anlage:** Fünf Jenbacher Motoren (5x J920 Flextra mit 53 MW elektrisch und 52,5 MW thermisch)

**Besonderheiten:** Nutzung als Schwarzstartkraftwerk und Möglichkeit einer schrittweisen „sanften“ Einspeisung

**Einsparung:** Jährlich 60.000 Tonnen weniger CO<sub>2</sub> verglichen mit dem alten Kohlekraftwerk

»Unser Gasmotorenkraftwerk am Standort Römerbrücke in Saarbrücken ist nicht nur in Sachen Emissionseinsparung beispielgebend: Im Vergleich zum alten Kohlekraftwerk sparen wir mit dem neuen Jenbacher Blockheizkraftwerk mehr als 60.000 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr ein. Außerdem ermöglicht uns der potenzielle Einsatz der neuen Anlage als schwarzstartfähiges Kraftwerk auch die Absicherung von kritischer Infrastruktur bei drohenden Stromausfällen oder Blackouts.«

Joachim Morsch, Vorstand und Sprecher von Energie SaarLorLux



## STADTWERKE BAD REICHENHALL

### Zukunftsfähige Wärmeversorgung mit innovativer, intelligent gesteuerter KWK

Ökologische Fernwärme bildet das Herzstück des innovativen BHKW der Stadtwerke Bad Reichenhall. Die iKWK-Anlage wird in erster Linie für das regionale Fernwärmenetz genutzt, wobei mehrere Schlüsseltechnologien flexibel kombiniert werden.

Ergänzt wird das Jenbacher BHKW durch zwei große Grundwasser-Wärmepumpen, die erneuerbare Umgebungswärme und Ökostrom zur grünen Wärmeerzeugung nutzen. Zudem werden zwei „Power-to-Heat“-Anlagen, die überschüssigen Ökostrom in Wärme umwandeln, sowie eine Photovoltaikanlage eingesetzt, die für den Stromeigenbedarf des iKWK-Systems genutzt wird. Drei große zusätzliche Wärmespeicher ermöglichen den flexiblen Einsatz der einzelnen Wärmeerzeuger. Die Jenbacher All-in-One-Energiemanagement-Lösung myPlant Optimierung steuert das hochkomplexe und integrierte System.

**Betreiber:** Stadtwerke Bad Reichenhall

**Anlage:** Zwei Jenbacher Motoren (2x J620 mit je 3,4 MW elektrisch und je 3,2 MW thermisch), Grundwasser-Wärmepumpen, „Power-to-Heat“-Anlagen, Photovoltaikanlage und Wärmespeicher

**Besonderheiten:** Einsatz der myPlant Optimierung als umfassende digitale Lösung für das Energiemanagement

**Einsparungen:** Jährlich 3.600 Tonnen CO<sub>2</sub> im Endausbau.

»Mit unserer durch INNIO Technologie intelligent gesteuerten iKWK-Anlage sparen wir im Endausbau jährlich 3.600 Tonnen CO<sub>2</sub> ein. Das entspricht den Emissionen von 3.000 VW Golf. Die verbleibende Menge an CO<sub>2</sub>-Emissionen kompensieren wir durch zertifizierte Klimaschutzprojekte. Damit ist die von uns gelieferte Energie – Wärme und Strom – bilanziell klimaneutral«

Dominik Mühlbauer, Betriebsleiter der Sparte Wärmeversorgung bei den Stadtwerken Bad Reichenhall



Scannen Sie den QR-Code ein und sehen Sie sich das Video an, um mehr über die iKWK-Lösung mit myPlant Optimierung in Bad Reichenhall zu erfahren.

## LITERATURVERZEICHNIS

§ 16 – Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG 2023)

Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Gebäudeenergiegesetzes, zur Änderung der Heizkostenverordnung und zur Änderung der Kehr- und Überprüfungsordnung, Gesetzesentwurf der Bundesregierung, 30.6.2023

§ 105 – Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2023)

Bottom-Up Studie zu Pfadoptionen einer effizienten und sozialverträglichen Dekarbonisierung des Wärmesektors, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, 12.2022

Entwurf eines Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, Gesetzesentwurf der Bundesregierung, 16.08.2023

Das Potenzial der KWK für die Transformation zur klimaneutralen Energieversorgung, Frontier Economics, 05.07.2022

Wasserstoff zur Dekarbonisierung des Wärmesektors, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., 01.09.2021

Dekarbonisierung von Energieinfrastrukturen – Ein politischer Unterstützungsrahmen für das Beispiel Wärmenetze, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung gGmbH, 09.2022

Diskussionspapier des BMWK: Konzept für die Umsetzung einer flächendeckenden kommunalen Wärmeplanung als zentrales Koordinierungsinstrument für lokale, effiziente Wärmenutzung, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 28.06.2022

Die INNIO Group ist ein führender Anbieter von Energielösungen und Services, der Industrien und Gemeinden schon heute in die Lage versetzt, Energie nachhaltiger zu machen. Mit seinen Produktmarken Jenbacher und Waukesha sowie seiner digitalen Plattform myPlant bietet INNIO innovative Systeme für die Energieerzeugung und die Verdichtung. Damit können die Kund:innen nachhaltig Energie erzeugen und effizient agieren – und dabei erfolgreich durch eine sich schnell ändernde Energielandschaft aus traditionellen und grünen Energiequellen navigieren. Das Angebot ist individuell im Umfang und global im Maßstab. Mit seinen flexiblen, skalierbaren und resilienten Energielösungen und Services ermöglicht INNIO seinen Kund:innen, die Energiewende entlang der Energiewertschöpfungskette in ihrer eigenen Geschwindigkeit zu meistern.

INNIO hat seinen Hauptsitz in Jenbach (Österreich) und verfügt über weitere Hauptbetriebsstätten in Waukesha (Wisconsin, USA) und Welland (Ontario, Kanada). Ein Team aus mehr als 4.000 Expert:innen bietet über ein Servicenetzwerk in mehr als 100 Ländern Life-Cycle-Support für die mehr als 55.000 weltweit ausgelieferten Motoren.

Mit seinem ESG-Risiko-Rating belegte INNIO im März 2023 weltweit den ersten Platz unter den mehr als 500 von Sustainalytics bewerteten Maschinenbauunternehmen.

Weitere Informationen finden Sie auf der Website von INNIO unter [www.innio.com](http://www.innio.com).


Folgen Sie der INNIO Group und ihren Marken auf  (vormals Twitter) und .



## ENERGY SOLUTIONS. EVERYWHERE, EVERY TIME.

© Copyright 2023 INNIO.

Informationsänderungen vorbehalten.

INNIO, **INNIO**, Jenbacher, , myPlant, Waukesha sind in der Europäischen Union sowie in verschiedenen Ländern geschützte und registrierte Marken (NAMEN) und dürfen ausschließlich durch INNIO GmbH & Co OG, deren Tochtergesellschaften und autorisierten Lizenznehmern benutzt werden. Die Liste ist exemplarisch, es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit.

Mit sämtlichen Personenbezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern meinen wir gleichermaßen alle Geschlechter.

„Ready for H<sub>2</sub>“ bedeutet, dass die Jenbacher Anlage grundsätzlich in Zukunft auf den Betrieb mit bis zu 100% Wasserstoff umgerüstet werden kann. Details wie Kosten und Zeiträumen für eine solche Umrüstung können variieren und müssen individuell geklärt werden.

„Optimierung/optimieren“ bezieht sich auf die automatisiert erstellten Handlungsempfehlungen der myPlant Energiemanagement-Lösung zur Verbesserung des Status Quo von Direktvermarktung und ressourcenschonendem Anlagenbetrieb.

Jenbacher is part of the INNIO Group

